

UNIVERSITY OF ILLINOIS
LIBRARY

Class	Book	Volume
506	SAIP	ser. 8, v. 12

F 11-20M

NOTICE: Return or renew all Library Materials! The Minimum Fee for each Lost Book is \$50.00.

The person charging this material is responsible for its return to the library from which it was withdrawn on or before the **Latest Date** stamped below.

**Theft, mutilation, and underlining of books are reasons for disciplinary action and may result in dismissal from the University.
To renew call Telephone Center, 333-8400**

UNIVERSITY OF ILLINOIS LIBRARY AT URBANA-CHAMPAIGN

MAY 08 1991

L161—O-1096

ЗАПИСКИ
ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ
ПО
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ.

ТОМЪ XII.
(СЪ 33 ТАБЛИЦАМИ И 1 КАРТОЮ).

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES
DE
ST.-PÉTERSBOURG.

CLASSE DES SCIENCES PHYSIQUES ET MATHÉMATIQUES.

VIII^e SÉRIE.

ТOME XII.
(AVEC 33 PLANCHES ET 1 CARTE).

С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1902. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской Академіи Наукъ:

И. И. Глазунова, М. Эггерса и Комп. и К. Л. Риккера въ С.-Петербургѣ,
Н. П. Карбасникова въ С. Петербургѣ, Москвѣ, Варшавѣ и Вильнѣ,
Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Куммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des Sciences:

J. Glasonnof, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Petersbourg,
N. Karbasnikof à St.-Petersbourg, Moscou, Varsovie et Vilna,
N. Oglobline à St.-Petersbourg et Kief,
M. Klukline à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kummel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цена: 20 руб. 40 коп. = Prix: 51 Mk.

СОДЕРЖАНИЕ XII ТОМА. — TABLE DES MATIÈRES DU TOME XII.

- | | |
|--|--|
| <p>№ 1. Отчетъ по Главной Физической Обсерваторіи за 1900 г., представленный Императорской Академіи Наукъ М. Рыкачевымъ, директоромъ Главной Физической Обсерваторіи. 1901. III + 140 страницъ.</p> <p>№ 2. А. Каминскій. Опреѣленіе абсолютныхъ высотъ барометровъ метеорологическихъ станцій въ Азіатской Россіи. Съ одной картою. 1901. III + 84 страницъ.</p> <p>№ 3. П. Бахметьевъ. Современное положеніе вопроса объ электрическихъ земныхъ токахъ. Съ 6 таблицами чертежей. 1901. I + 58 страницъ.</p> <p>№ 4. А. Ковалевскій. Анатомическій этюдъ пьевки <i>Pseudovermis</i>. Съ 4 таблицами. 1901. I + 28 страницъ.</p> <p>№ 5. А. Ляпуновъ. Новая форма теоремы о предѣлѣ вѣроятности. 1901. I + 24 страницъ.</p> <p>№ 6. А. Ковалевскій. Виды пьевки <i>Hedyle</i>, анатомическій этюдъ. Съ 5 таблицами. 1901. II + 32 страницъ.</p> <p>№ 7. Труды Ботанической Лабораторіи. № 8. В. Половцовъ. Изслѣдованія надъ дыханіемъ растений. Съ двумя таблицами. 1901. I + 69 страницъ.</p> <p>№ 8. Ф. Шмидтъ. Ревизія восточно-балтійскихъ силурійскихъ трилобитовъ. Отдѣлъ V. Азафиды. Выпускъ II. Съ 12 таблицами и 64 фигурами въ текстѣ. 1901. V + 113 страницъ.</p> <p>№ 9. Л. Грабовскій. Фотометрическія наблюденія «Nova (3. 1901) Persei» въ Николаевской Главной Астрономической Обсерваторіи въ Пулковѣ, произведенныя Л. Грабовскимъ и Г. Цейпелемъ. 1902. I + 33 страницъ.</p> <p>№ 10. В. Шевяковъ. Матеріалы къ познанію <i>Radiolaria-Acanthometrea</i>. Съ 4 таблицами. 1902. I + 40 страницъ.</p> <p>№ 11. Г. Цейпель. Приближенныя возмущенія Юпитера въ группѣ Гекубы. 1902. V + 144 страницъ.</p> | <p>№ 1. Compte-rendu de l'Observatoire Physique Central Nicolas pour l'année 1900, présenté à l'Académie Impériale des Sciences par M. Rykatchev, directeur de l'Observatoire Physique Central. 1901. III + 140 pages.</p> <p>№ 2. A. Kaminsky. Détermination des altitudes absolues des baromètres des stations météorologiques dans la Russie d'Asie. Avec une carte. 1901. III + 84 pages.</p> <p>№ 3. P. Bachmetjew. Der gegenwärtige Stand der Frage über elektrische Erdströme. Mit 6 Tafeln mit Zeichnungen. 1901. I + 58 Seiten.</p> <p>№ 4. A. Kowalevsky. Études anatomiques sur le Genre <i>Pseudovermis</i>. Avec 4 planches. 1901. I + 28 pages.</p> <p>№ 5. A. Liapounoff. Nouvelle forme du théorème sur la limite de probabilité. 1901. I + 24 pages.</p> <p>№ 6. A. Kowalevsky. Les <i>Hedylides</i>, étude anatomique. Avec 5 planches. 1901. II + 32 pages.</p> <p>№ 7. Travaux du Laboratoire Botanique. № 8. V. Polovtsov. Études sur la respiration des plantes. Avec 2 planches. 1901. I + 69 pages.</p> <p>№ 8. Fr. Schmidt. Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten. Abtheilung V. Asaphiden. Lieferung II. Mit zwölf Tafeln und 64 Textfiguren. 1901. V + 113 Seiten.</p> <p>№ 9. L. Grabowski. Photometrische Beobachtungen der Nova (3. 1901) Persei auf der Nikolai-Hauptsternwarte zu Pulkowo von L. Grabowski und H. v. Zeipel ange stellt. 1902. I + 33 Seiten.</p> <p>№ 10. W. Schewiakoff. Beiträge zur Kenntniss der <i>Radiolaria-Acanthometrea</i>. Mit vier Tafeln. 1902. I + 40 Seiten.</p> <p>№ 11. H. v. Zeipel. Angenäherte Jupiterstörungen für die Hecuba-Gruppe. 1902. V + 144 Seiten.</p> |
|--|--|

ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.
MÉMOIRES
DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.
VIII^e SÉRIE.
ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ. CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.
Томъ XII. № 1. **Volume XII. № 1.**

ОТЧЕТЪ
ПО
НИКОЛАЕВСКОЙ
ГЛАВНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

ЗА 1900 Г.,

ПРЕДСТАВЛЕННЫЙ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ

М. Рыкачевымъ,

Директоромъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

(Доложено въ засѣданіи Физико-математическаго отдѣленія 11-го апрѣля 1901 года.)



С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1901. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской Академіи Наукъ:
Н. И. Глазунова, М. Эггера и Комп. и К. Л. Риккера въ С.-Петербургѣ,
Н. П. Карбасникова въ С.-Петербур., Москвѣ, Варшавѣ и Вильнѣ,
Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Ключина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie IMPÉRIALE des Sciences:
J. Glasouf, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Petersbourg,
N. Karbasnikof à St.-Petersbourg, Moscou, Varsovie et Vilno,
N. Oglobline à St.-Petersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kummel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цѣна: 2 р. 40 к. — Prix: 6 Mrk.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	СТРАИ.
Введеніе	1
I. Канцелярія и Административная часть	4
II. Механическая мастерская и инструменты	5
III. Библиотека и архивъ	7
IV. Изданія. Обработка наблюденій. Справки	10
V. Отдѣленіе метеорологическихъ наблюденій и повѣрки инструментовъ	17
A. Метеорологическія наблюденія въ С.-Петербургѣ	18
B. Повѣрка инструментовъ, измѣренія и взвѣшиванія	18
VI. Состояніе сѣти метеорологическихъ станцій II разряда и осмотръ этихъ станцій	19
A. Дѣятельность сѣти станцій II разряда	19
B. Осмотръ метеорологическихъ станцій	26
VII. Отдѣленіе станцій II разряда	28
A. Личный составъ отдѣленія станцій II разряда	28
B. Окончательная обработка и подготовленіе къ печати основныхъ наблюденій станцій II разряда за 1899 г.	30
B. Собираніе, контроль и вычисленіе основныхъ наблюденій станцій II разряда за 1900 г.	34
Г. Собираніе и обработка дополнительныхъ наблюденій и самопишущихъ приборовъ станцій II разряда	36
VIII. Отдѣленіе станцій III разряда	38
IX. Отдѣленіе по изданію ежедневнаго метеорологическаго бюллетеня	47
A. Личный составъ и распредѣленіе работъ	47
B. Обмѣнъ метеорологическими телеграммами, ежедневный бюллетень и пополненіе синоптическихъ картъ	47
B. Штормовыя предостереженія	49
Г. Предостереженія для желѣзныхъ дорогъ	51
Д. Оцѣнка предсказаній погоды	53
X. Отдѣленіе ежемѣсячнаго и еженедѣльнаго бюллетеней	54
XI. Константиновская Магнитная и Метеорологическая Обсерваторія	56
XII. Тифлисская Физическая Обсерваторія	62
I. Администрація и матеріальная часть	62
II. Дѣятельность учрежденія какъ магнитной, метеорологической и сейсмической Обсерваторіи	66
III. Изданіе ежемѣсячнаго бюллетеня Тифлисской Физической Обсерваторіи	69
IV. Завѣдываніе Кавказскими метеорологическими станціями	70
V. Дѣятельность Обсерваторіи для практики. Справки. Изданія	75
XIII. Екатеринбургская Магнитно-метеорологическая Обсерваторія	77

	СТРАН.
XIV. Иркутская Магнитно-метеорологическая Обсерваторія	89
1. Личный составъ и Администрація	91
2. Работы Обсерваторіи по производству наблюдений. Справки	97
3. Работы Обсерваторіи по устройству и обработкѣ наблюдений метеорологическихъ станцій въ районѣ Иркутской Обсерваторіи	100
4. Организация штормовыхъ предостереженій при Обсерваторіи	110
Заключеніе	113
Приложеніе I. Списокъ станцій II разряда, съ которыхъ въ 1900 г. наблюденія доставлялись непосред- ственно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію	121
Приложеніе II. Списокъ станцій II разряда, выславшихъ свои наблюденія въ 1900 г. въ Тифлисскую Обсерваторію	129
Приложеніе III. Списокъ станцій II разряда, выславшихъ свои наблюденія въ 1900 г. въ Екатеринбург- скую Обсерваторію	132
Приложеніе IV. Списокъ станцій II разряда, выславшихъ свои наблюденія въ 1900 г. въ Иркутскую Обсерваторію	135
Приложеніе V. Отчетъ по метеорологической Обсерваторіи Константиновскаго Межевого Института въ Москвѣ за 1899—1900 учебный годъ	137

ВВЕДЕНІЕ.

Отчетный годъ ознаменованъ *учрежденіемъ правильной метеорологической службы въ Сибири.*

Въ 1900 г. введены новые штаты Екатеринбургской и Иркутской Обсерваторій, по которымъ онѣ преобразованы въ центральныя для своихъ округовъ. Въ кругъ дѣйствія Екатеринбургской Обсерваторіи входятъ Пермская, Тобольская и Томская губерніи и Акмолинская, Семипалатинская и Тургайская области. Въ сѣтъ Иркутской Обсерваторіи входятъ Иркутская и Енисейская губерніи и Якутская и Забайкальская области. Для означенной цѣли при каждой изъ этихъ Обсерваторій учреждены по 2 новыхъ Отдѣленія, изъ которыхъ одно завѣдуетъ окружною сѣтью, а другое организуетъ службу предостереженій о метеляхъ вдоль Великаго Сибирскаго пути и штормовыя предостереженія на Байкалѣ.

Одновременно съ утвержденіемъ новыхъ штатовъ были отпущены средства на необходимое расширеніе зданій, къ постройкѣ которыхъ и приступлено въ отчетномъ году.

На Главную Обсерваторію легла обязанность выбрать и подготовить личный составъ для этихъ отдѣленій. Завѣдующіе этими отдѣленіями нѣсколько мѣсяцевъ работали въ соотвѣтственныхъ отдѣленіяхъ Главной Обсерваторіи и затѣмъ выѣхали къ своему мѣсту назначенія.

Обработка наблюденій Сибирскихъ станцій за прошлый 1899 годъ велась въ 1900 г., по прежнему, въ Главной Обсерваторіи, а предварительная обработка за 1900 годъ легла на соотвѣтственныя отдѣленія Екатеринбургской и Иркутской Обсерваторій. Прѣжнія станціи, пополненныя новыми инструментами, 25 новыхъ станцій II-го и III-го разряда, устроенныя на отпущенныя для этого означеннымъ Обсерваторіямъ средства, и цѣлый рядъ метеорологическихъ станцій вдоль Сибирской желѣзной дороги и вокругъ Байкала, устроенныхъ на средства, отпущенныя Комитетомъ Сибирской дороги, послужатъ хорошимъ основаніемъ для дальнѣйшаго развитія Сибирской метеорологической сѣти, тѣмъ болѣе, что продолженіе дѣйствія станцій означеннаго Комитета обезпечено особыми креди-

тами. Въ 1900 г. на содержаніе этихъ станцій съ ихъ самопишущими приборами отпущено 16580 руб. и вмѣстѣ съ тѣмъ предоставлено г. Министру Народнаго Просвѣщенія внести представленіе въ Государственный Совѣтъ объ отпускѣ на будущее время ежегодно такого же кредита по смѣтѣ Министерства.

Такимъ образомъ съ 1900 г. открывается новая эра развитія метеорологическихъ наблюденій и практическихъ примѣненій ихъ на обширномъ протяженіи Сибири. Для завершенія всей системы наблюденій остается лишь привести въ исполненіе давно уже выработанный проектъ устройства центральной обсерваторіи съ сѣтью станцій на нашемъ побережьѣ Тихаго Океана.

Другимъ выдающимся событіемъ отчетнаго года въ жизни не только нашихъ обсерваторій, но и всего метеорологическаго дѣла въ Россіи является *Первый Метеорологическій Съѣздъ*, созванный при Императорской Академіи Наукъ ея Августѣйшимъ Президентомъ 24 января 1900 г.

На Съѣздѣ этомъ, кромѣ членовъ Императорской Академіи Наукъ, участвовали представители заинтересованныхъ вѣдомствъ, завѣдующіе частными метеорологическими сѣтями и всѣ выдающіеся русскіе метеорологи.

Съѣздъ былъ открытъ лично Августѣйшимъ Президентомъ. Открытіе почтили своимъ присутствіемъ Министры Народнаго Просвѣщенія, Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ, Путей Сообщенія, Управляющій Дѣлами Комитета Министровъ и другія высокопоставленныя лица. Всѣ участники Съѣзда усердно и дружно работали въ теченіе 7 дней, собираясь въ комиссіи и на общія засѣданія по 3 раза въ день. Во всей подробности труды Съѣзда были напечатаны въ особомъ изданіи, подъ заглавіемъ «Протоколы Перваго Метеорологическаго Съѣзда при Императорской Академіи Наукъ, 24—31 января 1900 г.», и въ приложеніяхъ къ этимъ протоколамъ.

Результаты этихъ трудовъ выразились, помимо приложенныхъ записокъ, имѣющихъ научное и практическое значеніе, рядомъ постановленій и пожеланій, составляющихъ въ общемъ цѣломъ программу дальнѣйшаго развитія метеорологическаго дѣла въ Россіи. Многѣ пріятно засвидѣтельствовать о томъ сочувствіи и довѣрїи, съ какимъ наши метеорологи и представители всѣхъ вѣдомствъ и сѣтей отнеслись къ нашей Обсерваторіи, идя навстрѣчу ея начинаніямъ. Приведеніе въ исполненіе выработанной Съѣздомъ программы возложено на Императорскую Академію Наукъ и на ея органъ по метеорологіи Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію.

Почти всѣ предложенія Съѣзда требуютъ новыхъ средствъ, осуществленіе ихъ возможно лишь постепенно. Однако, *благодаря С.-Петербургской Городской Думѣ, удалось уже приступить* къ приведенію въ исполненіе пожеланія Съѣзда, а именно *къ организаціи предупреденій жителей столицы о наводненіяхъ*. Для этой цѣли, по выработанной мною программѣ, необходимо, въ дополненіе къ дѣйствующимъ метеорологическимъ станціямъ, устроить въ Финскомъ заливѣ нѣсколько водомѣрныхъ станцій съ самопишущими приборами и усилить службу въ отдѣленіи штормовыхъ предостереженій. Благодаря горячему

участию въ этомъ дѣлѣ Морского Вѣдомства и Финляндскаго Ученаго Общества, такія станціи уже устроены въ Ганге, въ Гельсингфорсѣ, Ревелѣ и Кроштадтѣ; остается устроить еще 4: на Коткѣ, на островѣ Гогландѣ, въ Портъ-Кундѣ и на Сескарѣ. Дума отпустила средства на устройство и содержаніе 2 станціи и на покрытіе части расходовъ, необходимыхъ на усиленіе личнаго состава Отдѣленія Штормовыхъ Предостереженій. Я побывалъ уже на Гогландѣ и въ Портъ-Кундѣ, чтобы на мѣстѣ выбрать мѣста для установки приборомъ; я вошелъ въ соглашеніе съ смотрителемъ Гогландскаго маяка и съ директоромъ Цементнаго Завода въ Портъ-Кундѣ относительно устройства станціи и наблюдений. Самопишущіе приливомѣры двухъ разныхъ типовъ изготовляются по моимъ указаніямъ механикомъ Рорданцемъ въ нашей мастерской. Какъ только упомянутыя станціи откроютъ свое дѣйствіе и въ Отдѣленія будутъ закончены нѣкоторыя предварительныя работы, Обсерваторія начнетъ сообщать городу предостереженія о наводненіяхъ, хотя и не въ той полнотѣ, какъ это будетъ возможно при полной организаціи, когда мы введемъ въ дни ожидаемыхъ наводненій почную службу.

Въ другомъ, затронутомъ Съѣздомъ, важнѣйшемъ современномъ вопросѣ *по изслѣдованію верхнихъ слоевъ атмосферы* Обсерваторія внесла свою лепту въ тѣхъ скромныхъ размѣрахъ, въ какихъ это возможно было, не имѣя на это никакихъ спеціальныхъ средствъ. *Лишь благодаря учебному Воздухоплавательному Парку, который на свои средства пускалъ шары съ наблюдателями и шары-зонды въ условленные международные дни, Обсерваторія могла принять участіе въ этомъ предпріятіи*, командировавъ вмѣстѣ съ воздухоплавателями своихъ наблюдателей и снабжая шары-зонды самопишущими приборами, которые прежде и послѣ всякаго полета провѣрялись въ Обсерваторіи; Обсерваторія же принимала на себя заботы объ отысканіи шаровъ-зондовъ и о возвращеніи инструментовъ. Въ Константиновской Обсерваторіи въ тѣ же дни и въ другихъ случаяхъ, въ свободное отъ службы время, наблюдатели запускали летучіе змѣи съ привязанными къ нимъ самопишущими приборами.

Въ текущихъ работахъ Обсерваторія встрѣтила серьезныя затрудненія, влѣдствіе недостатка средствъ на обработку и изданія наблюдений, сѣтъ которыхъ за послѣдніе годы значительно разрослась. Влѣдствіе Высочайшаго повелѣнія отъ 17 іюня 1900 г., вызваннаго событіями въ Китаѣ, ходатайству Академіи объ усиленіи средствъ Обсерваторіи на изданія наблюдений не было дано хода. Обсерваторія въ отчетномъ году хотя и издала наблюденія въ прежнемъ объемѣ, но, за недостаткомъ средствъ, долгъ ея типографіи возросъ, а выходъ тома Лѣтописей запоздалъ.

Помимо магнитныхъ и метеорологическихъ наблюдений, *наши Обсерваторіи Тифлисская и Иркутская*, по приглашенію Высочайше утвержденной Постоянной Центральной Сейсмической Комиссіи при Академіи Наукъ, *вошли съ отчетнаго года въ международную систему наблюдений надъ землетрясеніями*. Высочайше утвержденнымъ 1 января 1900 г. мнѣніемъ Государственнаго Совѣта, каждой изъ этихъ Обсерваторій ассигнованъ ежегодный кредитъ по 1400 руб. на производство этихъ наблюдений; Иркутской Обсерваторіи

назначенъ, сверхъ того, единовременный кредитъ въ 1900 г. въ размѣрѣ 4587 руб. на постройку соотвѣтственнаго помѣщенія.

Объ участіи Обсерваторіи въ двухъ экспедиціяхъ, Шницбергенской и Русской Полярной, а также на Парижской Всемирной Выставкѣ и объ участіи моемъ въ разныхъ коммисіяхъ и на Международныхъ Конгрессахъ Физическомъ и Метеорологическомъ я сообщаю въ Заключеніи Отчета.

Упомянувъ о щедрыхъ средствахъ, Высочайше дарованныхъ Обсерваторіи, о содѣйствіи, оказанномъ намъ разными вѣдомствами, считаемъ своимъ пріятнымъ долгомъ засвидѣтельствовать какъ много мы обязаны, съ другой стороны, тѣмъ труженикамъ науки, которые ведутъ наблюденія на станціяхъ нашей обширной сѣти, слѣдуя строго Академической Инструкціи. Безъ ихъ помощи, несмотря на упомянутыя щедрыя пожертвованія правительства, мы не въ состояніи были бы успѣшно выполнить нашу задачу.

І. Канцелярія и Административная часть.

Канцелярією Николаевской Главной Физической Обсерваторіи завѣдываль, какъ и раньше, Ученый Секретарь, кандидатъ математическихъ наукъ І. А. Керсновскій.

Должности столоначальника и журналиста исполняли, какъ и въ предшествующіе годы, П. А. Зимиховъ и И. А. Тахвановъ; разсылкою метеорологическихъ бюллетеней и отправкою корреспонденціи завѣдываль до 1 іюля отчетнаго года г. Маевскій, который затѣмъ оставилъ службу въ Обсерваторіи. За смертью г. Пельша, записываніе корреспонденціи въ разсылныя книги, изготовленіе адресовъ для отправляемыхъ Обсерваторією пакетовъ и посылокъ и вообще все, касающееся отправки корреспонденціи по почтѣ, было поручено съ 20 марта отчетнаго года г. Подгорнову. Перенискою и подшивкою въ дѣла корреспонденціи были заняты: гг. Шадуйкисъ и Савельевъ въ теченіе всего года и г. Михѣевъ съ 20 іюня отчетнаго года.

При Канцеляріи состояли два служителя для упаковки посылокъ, нашивки адресовъ и вообще для исполненія всѣхъ порученій по Канцеляріи.

Ученый Секретарь І. А. Керсновскій былъ командированъ съ 20 апрѣля на 6 недѣль въ Парижъ для дежурствъ и объясненій экспонатовъ, выставленныхъ въ павильонѣ Обсерваторіи на Всемирной Выставкѣ.

Складъ изданій Обсерваторіи состоялъ по прежнему въ вѣдѣніи Канцеляріи.

Въ отчетномъ году въ Канцелярію поступило 60770 входящихъ пакетовъ, посылокъ, бюллетеней и газетъ, въ томъ числѣ 5439 официальныхъ отношеній, отправлено же было 127080 исходящихъ пакетовъ, посылокъ и бюллетеней, въ томъ числѣ 6348 официальныхъ. Входящая и исходящая корреспонденція Обсерваторіи нѣсколько уменьшилась, въ сравненіи съ предшествующимъ годомъ, въ виду того, что съ половины 1900 года всѣ Сибирскія

метеорологическія станціи перешли въ непосредственное вѣдѣніе Екатеринбургской и Иркутской Обсерваторій, гдѣ и сосредоточена вся переписка съ этими станціями.

Въ числа входящей и исходящей корреспонденціи включены 210 экземпляровъ ежедневнаго бюллетеня, 131 экземпляръ еженедѣльнаго бюллетеня и 491 экземпляръ ежемѣсячнаго бюллетеня, разсылавшіеся внутри Имперіи и за границу (изъ нихъ 45 экземпляровъ ежедневнаго и 36 экземпляровъ ежемѣсячнаго бюллетеней разсылались по подпискѣ). Разныя правительственныя учрежденія, ученые общества и метеорологическія станціи получали бюллетени бесплатно.

Входящая и исходящая корреспонденція Отдѣленія станцій III разряда включена въ вышеприведенныя общія числа, по туда не вошли метеорологическія депешы, получаемыя и отправляемыя непосредственно Отдѣленіемъ по изданію ежедневнаго бюллетеня.

Канцеляріею записано было 1194 корректурныхъ листа и сдѣлано 179 заказовъ у разныхъ поставщиковъ.

Г. Р. Пернъ состоялъ, по прежнему, Смотрителемъ. Подъ его руководствомъ работали 14 служителей, а именно: 1 швейцаръ, 2 служителя при Канцеляріи, 2 служителя при Отдѣленіяхъ, помѣщенныхъ въ главномъ зданіи, 2 разсылныхъ, 1 служитель при Отдѣленіи наблюденій и повѣрки инструментовъ, 5 дворниковъ и 1 источникъ. На Смотрителя Обсерваторіи возложенъ присмотръ за чистотою помѣщеній, двора и прилегающихъ улицъ; онъ руководитъ работами прислуги, покупаетъ и доставляетъ въ Отдѣленія Обсерваторіи, въ ея лабораторіи и мастерскія необходимыя матеріалы и принадлежности, получаетъ изъ таможи и отправляетъ за границу инструменты и книги и вообще заботится объ исполненіи всѣхъ хозяйственныхъ потребностей Обсерваторіи.

Сверхъ мелкихъ починокъ и исправленій, въ отчетномъ году были произведены, подъ непосредственнымъ присмотромъ Смотрителя Обсерваторіи, слѣдующія ремонтныя работы: капитально отремонтированъ и выкрашенъ заборъ вдоль набережной Маслянаго канала и по 24 линіи, сдѣланы новыя переднія части въ двухъ калориферахъ и остальные 3 калорифера отремонтированы. Сверхъ того, подъ руководствомъ Смотрителя были построены деревянныя термометрическія будки, отправленныя для установки при навильонѣ Обсерваторіи на Всемирной Выставкѣ въ Парижѣ и для Русской Полярной Экспедиціи барона Толя.

II. Механическая мастерская и инструменты.

Въ мастерской работали механикъ К. К. Рорданцъ и подъ его руководствомъ слѣдующія лица: г. Хохловъ весь годъ и г. Андреевъ до 2 сентября были заняты изготовленіемъ приборовъ большей точности. На мѣсто г. Андреева съ 2 октября былъ приглашенъ г. И. Алексѣевъ, работавшій до конца года. Г-ну Табакову, попрежнему, былъ порученъ надзоръ за освѣщеніемъ и уходъ за динамо-машиною, за газовыми двигателями и

аккумуляторами. Во время проверки анемометровъ на немъ же лежала обязанность пускать машину въ ходъ и наблюдать за нею. Выбывшій изъ ученія К. Рамбушъ работалъ подмастерьемъ до 8 апрѣля, а затѣмъ ушелъ отъ насъ на болѣе выгодное мѣсто, предложенное ему въ Варшавѣ. Ученикъ Леціусъ работалъ до 7 сентября; на его мѣсто поступилъ на 2 года Ф. Пѣтуховъ, окончившій обученіе въ другомъ мѣстѣ и желавшій ближе ознакомиться съ работами точныхъ инструментовъ. Двое послѣдніе были преимущественно заняты разными крупными и мелкими работами и починкою приборовъ.

Съ 3 марта по 29 апрѣля К. К. Рорданцъ былъ командированъ за границу, въ Мюнхенъ и въ Парижъ на Всемирную Выставку, для устройства станціи и установки инструментовъ въ отдѣльномъ навильонѣ на эспланадѣ Инвалидовъ. Въ началѣ октября онъ вмѣстѣ со мною совершилъ поѣздку на островъ Гогландъ и въ Портъ-Кунду для выбора мѣста и для составленія чертежей какъ установить лимниграфы и какъ устроить метеорологическія станціи. По окончаніи Выставки К. К. Рорданцъ былъ командированъ въ Парижъ для уборки и упаковки выставочныхъ инструментовъ и отправки ихъ въ Петербургъ. Считаю своимъ долгомъ замѣтить, что онъ выполнилъ вполне успѣшно всѣ эти порученія, работая съ неутомимою энергіею съ ранняго утра до поздняго вечера.

Въ мастерской были выполнены слѣдующія работы: К. К. Рорданцъ намоталъ на большія катушки для большого индуктора и мультипликатора изолированную шелкомъ мѣдную проволоку толщиной 0.7 мм. Эта тщательная намотка начата 30 мая и окончена 20 іюля. Къ этимъ катушкамъ были сдѣланы и пригнаны всѣ мѣдныя части. Онъ же построилъ чертежъ для поваго механическаго анемографа. Для Выставки въ Парижѣ г. Рорданцъ построилъ одинъ новый барометръ и наполнилъ ртутью два барометра; имъ же устроено передвижное электрическое освѣщеніе къ барометрическому шкафу и двѣ ручныя электрическія лампы съ приспособленіемъ для освѣщенія аппаратовъ на Выставкѣ. Онъ же изготовилъ новый алюминіевый анемографъ для летучихъ змѣевъ.

Послѣ возвращенія инструментовъ изъ Парижа былъ поставленъ въ декабрѣ въ дѣйствіе новый малый омбрографъ на дворѣ Обсерваторіи. Для магнитнаго навильона въ Павловскѣ начаты два деклинатора и механическій анемографъ для Петербурга. По прибытіи обратно Шницбергеновской Экспедиціи были вновь исправлены два анемометра. Для гигрометровъ были сдѣланы двѣ цинковыя коробки съ стекляннымъ окошечкомъ и стойка къ нимъ для нормальной психрометрической клѣтки. Исправлены и наполнены 4 барометра. Исправлены часы барографа «Готтингеръ». Къ самопишущему прибору анемографа восходящихъ и нисходящихъ токовъ воздуха были сдѣланы 5 новыхъ рычаговъ съ перьями. На вращательномъ приборѣ «Комба» проверено 34 анемометра. Были разобраны, вычищены, смазаны и вновь собраны на башнѣ всѣ анемографы. Сдѣланы новые мѣдныя колпаки для почвенныхъ термометровъ и производились всѣ требуемыя починки текущаго года въ Обсерваторіи. Послѣ каждаго подъема самопишущихъ приборовъ на шарахъ, исправлялись ихъ поврежденныя части.

Много работъ пришлось мастерской и по содержанію въ постоянной исправ-

ности всѣхъ дѣйствующихъ въ Обсерваторіи разнообразныхъ и многочисленныхъ приборовъ.

Обсерваторія приобрѣла въ отчетномъ году изъ мастерскихъ Ф. О. Мюллера, К. Петермана и Д. Е. Дремлюга, изготовляющихъ инструменты по установленнымъ Обсерваторіею образцамъ, слѣдующіе приборы для метеорологическихъ станцій, устроенныхъ за счетъ Обсерваторіи.

- 30 станціонныхъ термометровъ,
- 17 минимальныхъ »
- 2 максимальные »
- 42 волосные гигрометра,
- 8 термометрическихъ клѣтокъ,
- 52 пары дождемѣровъ съ складною воронкообразною защитою Нишера,
- 5 ртутныхъ барометровъ,
- 6 флюгеровъ съ указателемъ силы вѣтра,
- 1 солнечные часы,
- 1 гипсометръ.

Изъ хранящагося въ Обсерваторіи запаса камертоновъ были выданы бесплатно: 1 — преподавателю пѣнія, свободному художнику Ч. О. Сосновскому, 1 — фабриканту музыкальныхъ инструментовъ Д. А. Митропольскому въ Бологое, 1 — окончившему регентскіе классы по I-му разряду Н. В. Мельникову, 1 — капитану Нотару для опытовъ съ фото-поляризационнымъ хронографомъ и 13 — ученикамъ Регентскаго класса Придворной Пѣвческой Капеллы, всего 17 камертоновъ.

Для своего употребленія и для замѣны поврежденныхъ Обсерваторія, сверхъ выше упомянутыхъ инструментовъ, приобрѣла еще слѣдующіе: 2 нормальныхъ термометра, 2 испрометра, 2 максимальныхъ и 2 минимальныхъ термометра, 2 нормальныхъ медицинскихъ термометра, 1 вѣсовой эванорометръ, 1 актинометръ Хвольсона, 1 радиационный термометръ, 4 почвенныхъ термометра въ эбонитовыхъ оправкахъ для глубинъ: 0,2 м., 0,4 м., 0,8 м. и 1,6 м., 1 пара большихъ дождемѣровъ съ защитою Нишера, 1 самоотмѣчающій фотографическій приборъ для воздушныхъ шаровъ Гомонъ въ Парижѣ, 1 часы-регуляторъ Гаслера въ Бернѣ.

III. Библіотека и архивъ.

Библіотекаремъ и архиваріусомъ въ теченіе всего отчетнаго года состоялъ попрежнему Е. А. Гейнцъ, который пользовался въ этомъ году двухмѣсячнымъ отпускомъ съ 19-го іюня по 18-ое августа.

Подъ его руководствомъ въ теченіе всего года въ библіотекѣ занималась Ц. К. Ремей, которая была въ отпуску съ 15-го мая по 14-ое іюня. На обязанности г-жи Ремей лежала переписка старыхъ каталоговъ, занесеніе въ каталогъ вновь поступающихъ книгъ и размѣненіе ихъ въ библіотекѣ.

Библіотека увеличилась въ теченіе отчетнаго года на 943 нумера, что составляетъ 1398 томовъ. Изъ нихъ 107 томовъ были куплены, а остальные 1291 получены въ обмѣнъ или въ даръ. Общее число книгъ въ библіотекѣ къ концу отчетнаго года достигло 35160.

Библіотека получаетъ болѣе 600 періодическихъ изданій, изъ которыхъ 161 находятся для общаго пользованія въ читальнѣ.

По примѣру прежнихъ лѣтъ въ библіотекѣ и въ отчетномъ году была произведена *ревизія*, которая однако ради удобства была перенесена на лѣто, когда и свѣтлѣе и пользованіе библіотекой уменьшается.

Библіотекой и архивомъ пользовалось въ отчетномъ году 44 лица, при чемъ изъ библіотеки было выдано 1132 книги, а изъ архива записи наблюденій за 1246 лѣтъ.

Въ *архивѣ* въ теченіе отчетнаго года поступило:

- 1) Книжки и таблицы наблюденій 870 станцій II р. за 1898 г.
- 2) Таблицы наблюденій 16 финляндскихъ маяковъ за тотъ-же годъ.
- 3) Книжки и таблицы наблюденій 108 станцій надъ температурою почвы за тотъ-же годъ.
- 4) Таблицы наблюденій 187 станцій надъ температурою поверхности земли за тотъ-же годъ.
- 5) Таблицы наблюденій надъ испареніемъ на 126 ст. за тотъ-же годъ.
- 6) Записи и обработка наблюденій по гелиографу на 72 станціяхъ за тотъ-же годъ.
- 7) Записи самопишущихъ приборовъ Новороссійска за тотъ-же годъ.
- 8) Книжки и таблицы 11 станцій за прежніе годы (16 лѣтъ).
- 9) 6 журналовъ объ осмотрѣ станцій г. Абельсомъ за 1898 г.
- 10) Наблюденія по футштоку на Валаамѣ за 1898 г.
- 11) Статья Пульмана: «Наблюденія надъ снѣжнымъ покровомъ за 10 зимъ 1889—1899 въ с. Богородскомъ» (рукопись).
- 12) Наблюденія станція при Новороссійскомъ казачьемъ постѣ съ ноября 1873 г. по мартъ 1874 г.
- 13) Обработка самопишущихъ приборовъ (термографа и барографа) станція Лиственничной, Мысовой, Голоушнаго и Верхней-Мишихи.
- 14) Таблицы ежечасныхъ наблюденій Екатеринбургской Обсерваторіи за 1898 и 1899 гг.
- 15) Наблюденія д-ра Пахомова въ С.-Петербургѣ съ 1876 по 1899 г. (графики).
- 16) Матеріалы для построенія картъ вскрытія и замерзанія рѣкъ Россійской Имперіи для Климатическаго Атласа.
- 17) Желѣзно-дорожныя наблюденія за зимы 1898—99 и 1899—1900 гг.

18) Оригиналы наблюдений станции III разр. надъ грозами въ 1897 г., надъ снежнымъ покровомъ за зиму 1896—97 и 1897—98 гг., надъ вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ въ 1897 г. и надъ осадками въ 1897 г.

Быстро разрастающійся съ каждымъ годомъ матеріалъ, поступающій въ архивъ, и крайній недостатокъ мѣста въ нашемъ помѣщеніи заставляетъ складывать все вновь поступающее не въ определенномъ порядкѣ, а такъ, какъ позволяетъ мѣсто, что въ свою очередь очень затрудняетъ пользованіе архивомъ, которое съ каждымъ годомъ растетъ. Временная мѣра, принятая въ библиотекѣ, а именно помѣщать часть книгъ на чердакѣ, конечно не можетъ быть примѣнена для рукописныхъ оригиналовъ архива, а между тѣмъ теперь уже трудно размѣщать имѣющійся матеріалъ, а черезъ годъ, много два совершенно невозможно будетъ что-либо принимать въ архивъ.

Крайняя тѣснота въ библиотекѣ, несмотря на то, что болѣе 5000 томовъ стоятъ на чердакѣ, тоже даетъ себя все болѣе и болѣе чувствовать.

Въ библиотекѣ, кромѣ указанныхъ выше текущихъ работъ, продолжались, какъ и въ прошломъ году, начатыя работы по приведенію въ порядокъ нашихъ каталоговъ и составленію новыхъ, а именно продолжалось составленіе новаго систематическаго каталога всѣхъ книгъ, карточного каталога текущей журнальной литературы и составлялась библиографія для «Ежемесячнаго Бюлетеня».

И въ текущемъ также году приходится указать на многочисленныя справки, которыя отнимали у библиотекаря не мало времени, ибо обыкновенно постороннимъ лицамъ приходилось давать разнаго рода разъясненія и совѣты. За подобными справками и разъясненіями часто обращаются также и письменно, и нерѣдко приходится изготовлять въ библиотекѣ конія съ оригиналовъ архива, сообщать списки работъ по разнымъ вопросамъ и т. д. Въ теченіе отчетнаго года очень часто въ читальнѣ Обсерваторіи дѣлали выписки для различныхъ цѣлей многія постороннія лица, широко пользуясь совѣтами и указаніями библиотекаря.

Кромѣ этой работы, выходящей уже за предѣлы текущихъ работъ по библиотекѣ, библиотекарь въ теченіе отчетнаго года принималъ участіе и въ другихъ работахъ, а именно въ началѣ года онъ былъ избранъ секретаремъ одной изъ комиссій Перваго Метеорологическаго Съѣзда и велъ протоколы засѣданій этой комиссіи, подготовилъ ихъ къ печати, читалъ корректуры какъ протоколовъ своей комиссіи, такъ и вообще всѣхъ протоколовъ съѣзда и приложений къ нему и составилъ къ нимъ подробный указатель. По поводу Съѣзда имъ была совместно съ А. А. Каминскимъ написана для «Ежемесячнаго Бюлетеня» статья подъ заглавіемъ: «Первый метеорологическій съѣздъ при Императорской Академіи Наукъ» (мартъ 1900 г. № 3, стр. 1—6).

Упомянутый въ прошлогоднемъ отчетѣ систематическій и алфавитный Указатель статей по метеорологіи и земному магнетизму, появившихся въ печати въ изданіяхъ Академіи и Обсерваторіи послѣ прекращенія «Метеорологическаго Сборника», былъ дополненъ г. Гейнцемъ работами, появившимися въ свѣтъ въ 1899 и 1900 гг., и былъ представленъ мною 4-го октября 1900 г. для напечатанія въ Запискахъ Императорской Академіи Наукъ.

Продолжая свои работы, съ моего разрѣшенія, для «Экспедиціи для изслѣдованія источниковъ главнѣйшихъ рѣкъ Европейской Россіи», г. Гейнцъ, въ свободное отъ занятій въ Обсерваторіи время, закончилъ и напечаталъ статью: «Объ отклоненіяхъ атмосферныхъ осадковъ отъ нормальныхъ величинъ на рѣчныхъ бассейнахъ Европейской Россіи въ періодъ 1861—1898 гг.»¹⁾.

Кромѣ того г. Гейнцъ помѣстилъ нѣсколько метеорологическихъ статей въ «Полной энциклопедіи русскаго сельскаго хозяйства и соприкасающихся съ нимъ наукъ»²⁾.

IV. Изданія. Обработка наблюденій. Справки.

Николаевская Главная Физическая Обсерваторія разослала въ отчетномъ году разнымъ учрежденіямъ, ученымъ обществамъ и отдѣльнымъ лицамъ слѣдующія изданія, въ обмѣнъ на доставленныя ей наблюденія и печатныя изданія.

Б. Керсновскій «Предостереженія о сильныхъ вѣтрахъ и метеляхъ, посланныя Главной Физической Обсерваторіей на линіи желѣзныхъ дорогъ зимою 1898—1899 г.».

«Климатологическій Атласъ Россійской Имперіи, изданный Николаевскою Главною Физическою Обсерваторіею въ память пятидесятилѣтней ея дѣятельности 1849—1899 гг.».

Ежедневный Метеорологическій Бюллетень разсылался безвозмездно внутри Имперіи и за границу въ числѣ 165 экз. Разсылка производилась большею частью ежедневно и только въ нѣкоторые пункты по одному разу въ недѣлю. Сверхъ того Обсерваторія разсылала безвозмездно: Еженедѣльный Метеорологическій Бюллетень — въ числѣ 131 экз. и Ежемѣсячный Метеорологическій Бюллетень — въ числѣ 455 экз. По подпискѣ доставлялись внутри Имперіи: 42 экз. Ежедневнаго и 35 экз. Ежемѣсячнаго Бюллетеня; за границу 3 экз. Ежедневнаго и 1 экз. Ежемѣсячнаго Бюллетеня.

Слѣдующія записки были представлены въ отчетномъ году для напечатанія въ изданіяхъ Академіи Наукъ:

М. А. Рыкачевъ. «Отчетъ по Николаевской Главной Физической Обсерваторіи за 1899 г.».

1) Труды экспедиціи для изсл. и т. д. съ 3 листами картъ; стр. 1—8 и 1—39. С.-Петербургъ, 1900.

2) Подъ редакціею проф. Рудзскаго изданіе А. Ф. Девріена.

Его же. «О результатахъ наблюдений, произведенныхъ на воздушномъ шарѣ, пущенномъ Учебнымъ воздухоплавательнымъ паркомъ 29 апрѣля (12 мая)».

В. В. Кузнецовъ. «Краткій отчетъ о десятомъ международномъ полетѣ воздушныхъ шаровъ изъ С.-Петербурга (8 ноября н. с. 1900 г.)».

Е. А. Гейнцъ. Систематическій Указатель статей по метеорологіи и земному магнетизму въ изданияхъ Императорской Академіи Наукъ и Николаевской Главной Физической Обсерваторіи съ 1894 до 1899 г. включительно».

Г. И. Вильдъ. «О новомъ способѣ наблюдать перемены магнитнаго склоненія».

Сверхъ ежедневнаго, еженедѣльнаго и ежемѣсячнаго «Бюллетеней» и «Извѣстій» за 1899 г., Николаевская Главная Физическая Обсерваторія издала въ отчетномъ году обширный трудъ: «Климатологическій Атласъ Россійской Имперіи», посвященный Его Императорскому Величеству Государю Императору. Трудъ этотъ предпринятъ по инициативѣ Министра Финансовъ С. Ю. Витте, который, увидавъ выставленныя Обсерваторіею на Нижегородской выставкѣ климатическія карты Имперіи, выразилъ пожеланіе, чтобы карты эти были изданы, и внослѣдствіи поддержалъ ходатайство Обсерваторіи объ отпускѣ нужныхъ для этого средствъ. Само собою разумѣется, что для изданія картъ пришлось пополнить ихъ новыми наблюдениями и еще разъ критически разсмотрѣть весь матеріалъ, которымъ пользовались для Атласа. Въ трудѣ этомъ, подъ редакціею Директора Обсерваторіи, принялъ участіе весь ученый личный составъ Обсерваторіи, а именно: карты распределенія атмосфернаго давленія составлены Р. Р. Бергманомъ и А. А. Каминскимъ, карты направленія и силы вѣтра І. А. Кереновскимъ, карты изотермъ Э. В. Штеллингомъ, влажности А. А. Каминскимъ, карты количествъ осадковъ и снѣжнаго покрова Э. Ю. Бергомъ, карты числа дней съ осадками Е. А. Гейнцемъ, облачности А. М. Шенрокомъ, карты грозъ Н. П. Комовымъ, карты вскрытія и замерзанія рѣкъ и пути циклоновъ М. А. Рыкачевымъ, типы погоды Б. А. Кереновскимъ, графикъ хода солнечнаго лученосканія І. Б. Шукевичемъ. Въ пояснительной запискѣ, приложенной къ Атласу, не только даны по каждому отдѣлу указанными лицами необходимыя объясненія картъ, но и перечислены подробно всѣ данныя, которыя послужили для построенія картъ, и изложены способы приведеній и вычисленій наблюдений, а также какой былъ контроль при проведеніи кривыхъ.

Николаевская Главная Физическая Обсерваторія выдала въ отчетномъ году слѣдующія справки нижепоименованнымъ учрежденіямъ и лицамъ, обращавшимся къ ней съ разными запросами.

1) Женщинѣ-врачу А. А. Радванской въ Костромѣ — о температурѣ воздуха и о толщинѣ снѣжнаго покрова въ Костромѣ 25 марта 1899 г.

2) Крестьянину Якову Степанову въ С.-Петербургѣ — о направленіи вѣтра въ С.-Петербургѣ 22 октября 1899 г.

3) Полковнику Воплярлярскому въ Спб. — наблюдения надъ осадками станціи Веребье и Ручьи съ 1892 по 1899 гг.

4) Полковнику Л. Артамонову въ Спб. — наблюденія въ Адисъ-Абебѣ за декабрь 1898 и за январь 1899 гг.

5) Судебному слѣдователю 9-го участка гор. С.-Петербурга — температура воздуха 26 декабря 1899 г. въ 2 ч. дня въ С.-Петербурѣ.

6) Судебному слѣдователю 2-го участка Островскаго уѣзда Псковскаго Окружнаго Суда — состояніе погоды въ Новоржевскомъ уѣздѣ 9 и 10 сентября 1898 г.

7) Лейтенанту д'Асторъ въ Спб. — атмосферное давленіе въ Спб. съ 10 по 23 ноября 1899 г.

8) Полковнику Инженеру Колянковскому въ Спб. — высота воды въ Невѣ у Спб. 29 января 1900 г. въ 9¹/₂ час. утра.

9) Петергофскому Дворцовому Управленію — мѣсячныя среднія за 1899 г. всѣхъ метеорологическихъ элементовъ въ Спб.

10) Г-ну де Магда Грансей (Antonin de Mandat Grancey) въ Сенъ-Серванъ во Франціи — ежедневный метеорологическій бюллетень Ник. Главн. Физич. Обсерваторіи за 5—7 января 1900 г.

11) Г-жѣ Ю. Е. Макаровой въ Спб. — о поднятіи воды въ Невѣ у Спб. 9 октября 1899 г.

12) Б. А. Попову въ Спб. — давленіе и температура воздуха въ Колѣ, Вайда-губѣ и Александровскѣ, Арханг. губ., за июль и августъ 1899 г.

13) Придворной Конторѣ Великаго Князя Николая Николаевича — наблюденія въ Спб. за 1898 и 1899 гг.

14) Г-ну Ольдригъ (Eduard Aldridge) въ Барнстепль, въ Англіи (Barnstaple) — отклоненія среднихъ мѣсячныхъ температуръ отъ нормальныхъ въ Спб. въ 1897 и 1898 гг.

15) Профессору Д. Н. Кайгородову въ Спб. — о наимнзшей температурѣ, наблюденной въ Эстляндской губерніи.

16) Инспектору по сельскохозяйственной части В. Нагорскому въ Спб. — метеорологическія наблюденія въ Московской губерніи за 1899 г., а также наблюденія въ Усть-Цыльмѣ и Новой Ладогѣ.

17) Главному Управленію Почтъ и Телеграфовъ — наивысшія температуры воздуха въ Одессѣ и Николаевѣ съ 26 іюня по 5 іюля 1894 г.

18) Профессору Юрьевскаго Университета Б. И. Срезневскому — атмосферное давленіе въ Семиналатинскѣ и Барнаулѣ 10 января 1900 г.

19) Инженеру Риттелю въ Спб. — мѣсячныя количества осадковъ въ Батумѣ за время съ 1887 по 1899 гг.

20) Управляющему Дворомъ Великой Княгини Александры Іосифовны — средняя температура воздуха по многолѣтнимъ даннымъ для Спб. за періодъ отопляемый.

21) Г. Клингенъ въ Спб. — среднія температуры въ Батумѣ за 1897—1899 гг.

22) Судебному слѣдователю Калужскаго Окружнаго Суда — температура воздуха въ Калугѣ за 17—20 декабря 1899 г.

23) Г-ну Ольдригъ въ Ashford, въ Англіи, — наимнзшая температура, наблюденная въ Сиб. съ 1748—1894 гг.

24) Н. Т. Никитину въ Симферополѣ — температура воздуха 1 и 15 февраля 1900 г. въ Воронежѣ, Ростовѣ н. Д. и Ставрополѣ.

25) Статистическому Бюро Полтавскаго Губернскаго Земства — наблюденія станцій въ Полтавской губерніи за 1899 г.

26) Инженеру В. Брюлову въ Сиб. — высота воды въ Невѣ у Сиб. 26 июля 1899 г. и 7 марта 1900 г.

27) Городской Конторѣ уличнаго освѣщенія въ Сиб. — температура воздуха въ Сиб. съ 20 по 27 декабря 1899 г.

28) Тинографіи Сойкина въ Сиб. — состояніе погоды въ Сиб. 2-го февраля 1900 г.

29) Подрядчику по освѣщенію города Двинска, кушчу Лейзеровичу въ Двинскѣ — о скорости вѣтра въ Двинскѣ 22 и 23 ноября 1899 г.

30) Судебному Слѣдователю Сиб. Окружнаго Суда 2-го участка Лужскаго уѣзда въ г. Лугѣ — температура воздуха въ Лужскомъ уѣздѣ въ ночь съ 15-го на 16-е января 1900 г.

31) С.-Петербургской Губернской Земской Управѣ — выписки изъ наблюденій станцій въ С.-Петербургской губерніи съ октября 1898 по сентябрь 1899 г.

32) Коммерческому Отдѣлу Управленія Николаевской желѣзной дороги — температура воздуха въ Сиб. съ 3 по 16 ноября 1899 г.

33) Правленію Общества Рязанско-Уральской жел. дор. въ Сиб. — температура воздуха въ Саратовскомъ районѣ съ 22 сентября по 1 октября 1899 г.

34) Судебному Слѣдователю Пензенскаго Окружнаго Суда 2-го участка Нижне-Ломовскаго уѣзда въ г. Нижнемъ Ломовѣ — температура воздуха, направленіе и сила вѣтра въ Пензѣ и Земетчинѣ 2 и 3 декабря 1899 г.

35) Правленію Русскаго Паровозостроительнаго и Механическаго Общества въ Сиб. — о заграничныхъ учрежденіяхъ для повѣрки физическихъ инструментовъ.

36) Присяжному повѣренному С. А. Левицкому въ Москвѣ — время восхода солнца и облачность 8 апрѣля 1898 г. въ Москвѣ, Тулѣ и Согуновѣ.

37) Главной Палатѣ Мѣръ и Вѣсовъ — давленіе и температура воздуха въ Сиб. 7-го апрѣля 1900 г.

38) Старшему Геологу Геологическаго Комитета Министерства Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ С. Н. Никитину — давленіе и температура воздуха въ Тамбовѣ за каждый день въ іюлѣ и августѣ 1899 г.

39) Правленію Общества Рязанско-Уральской жел. дор. въ Сиб. — наблюденія надъ атмосферными осадками для 7-ми пунктовъ восточной окраины Европейской Россіи за 1894—1898 гг.

40) Г-ну Ольдригъ въ Ashford, въ Англіи — географическія координаты г. Москвы и высота Московской Университетской Обсерваторіи надъ уровнемъ моря.

- 41) Прис. пов. Н. Н. Клименко въ Сиб. — свѣдѣнія объ атмосферныхъ осадкахъ въ Сиб. съ 9 августа по 6 октября 1899 г.
- 42) Екатеринбургскому судостроительному, механическому и котельному заводу Джемсъ Пульмапъ въ Сиб. — дни съ температурою ниже -15° и дни съ метелями въ послѣднюю зиму въ Сиб.
- 43) Венгерскому Центральному Орнитологическому Бюро въ Будапештѣ — о времени перваго кукованія кукушки въ окрестностяхъ Сиб. съ 1876 по 1899 гг.
- 44) Доктору Пунину въ Павловскѣ (Сиб. губ.) — мѣсячныя среднія: температуры и влажности воздуха, направленія и силы вѣтра, число ясныхъ дней, дней пасмурныхъ, съ морозомъ, оттепелью, грозами, туманомъ, осадками и количества осадковъ для Сиб. за 1899 г.
- 45) Г. Супуку въ Сиб. — среднія мѣсячныя и годовыя температуры воздуха для городовъ Ковно, Скопина и Кургана.
- 46) Доктору медицины Шуенинову въ Твери — наблюденія надъ атмосфернымъ давленіемъ въ Твери съ ноября 1899 по мартъ 1900 гг.
- 47) Главному Гидрографическому Бюро въ Вѣнѣ — ежедневныя количества осадковъ для станцій Консцполь, Зомбковице, Мышковъ, Андреевъ, Пилица и Лазы за 1899 г.
- 48) И. д. Судебнаго слѣдователя Сиб. Окружнаго Суда 2-го участка Лужскаго уѣзда въ г. Лугѣ — температура воздуха и сила вѣтра въ Бусанахъ 2 и 3 декабря 1895 г.
- 49) Студенту Института Инженеровъ Путей Сообщенія С. Герману — атмосферное давленіе и температура воздуха за каждый день съ 29 апрѣля по 22 мая 1900 г. въ гор. Оренбургѣ. Годовое количество осадковъ для Оренбурга и Казалинска за 1899 г.
- 50) Военному инженеру Э. А. Колянковскому въ Сиб. — высота воды въ Невѣ у Сиб. 22 мая 1900 г.
- 51) Управленію желѣзныхъ дорогъ — температура воздуха въ Петропавловскѣ, Акмолинской обл., 26 ноября 1898 г.
- 52) С.-Петербургскому Лоцъ-Командиру — высота воды въ Невѣ у Сиб. 5 іюня 1900 г. въ 5 час. 20 мин. вечера.
- 53) Начальнику работъ по постройкѣ водопровода для Царскаго Села и Павловска, въ Царскомъ Селѣ — годовыя количества атмосферныхъ осадковъ съ 1896 по 1899 гг., мѣсячныя и годовыя среднія температуры съ января 1896 по май 1900 гг. въ Сиб.
- 54) Завѣдывающему метеорологическою станціею въ Твери — нормальныя мѣсячныя величины атмосфернаго давленія, температуры воздуха и осадковъ для г. Твери.
- 55) Купцу А. А. Никулину въ Новороссійскѣ — направленіе и сила вѣтра, въ разные часы, 3 сентября 1897 г. въ Новороссійскѣ и 2, 3 и 4 того же сентября въ Керчи.
- 56) Предсѣдателю Козловской уѣздной земской Управы К. Г. Бѣляеву — дни апрѣльскихъ полнолуній съ 1885 по 1900 гг.
- 57) Городской Исполнительной Комиссіи по водоснабженію гор. С.-Петербурга — высота воды въ Невѣ у Сиб. 9 іюня 1900 г. въ 4 часа 45 мин. пополудни.

58) Инженеру Путей Сообщенія И. Р. Шведе въ Сиб. — среднія суточные температуры въ Сиб. съ начала наблюдений до 1899 г.

59) Доктору 19-го флотскаго Экипажа Головецкому въ Сиб. — ежедневная температура и относительная влажность воздуха за 7 ч. у., 1 ч. д. и 9 ч. в., съ января по мартъ 1900 г. въ Сиб.

60) Инженеру М. М. Лурье въ Сиб. — магнитное склоненіе въ Павловскѣ въ 1900 г.

61) Управленію Московско-Казанской жел. дор. въ Москвѣ — ежедневныя наибольшія и наименьшія температуры воздуха съ 25 января по 11 февраля 1900 г. для Сиб., Москвы, Рязани, Рязска, Козлова и Саратова и ежедневныя количества осадковъ за то же время для Сиб., Померанья, Веревья, Вышняго Волочка, Твери, Москвы и Рязани.

62) Прис. пов. И. К. Бекману въ Сиб. — сила вѣтра въ Сиб. 22 сентября 1896 г. отъ 10 до 11 час. утра.

63) Совѣщательному Члену Ветеринарнаго Комитета Министерства Внутреннихъ Дѣлъ В. Ф. Нагорскому — данныя о температурѣ воздуха, атмосферныхъ осадкахъ и облачности для станцій Архангельскъ, Повѣнецъ, Шенкурскъ, Пермь, Вятка, Кострома, Свирица, Нижній Новгородъ, Москва, Тула, Екатеринославъ и Астрахань за 1899 г.

64) Инженеру Н. А. Демчинскому въ Торбинѣ — наблюденія станція Маргаритовка за 1898 и 1899 гг.

65) Статистическому Отдѣленію Сиб. Городской Управы — атмосферное давленіе, температура и влажность воздуха, направленіе и сила вѣтра, осадки, облачность и температура почвы въ Сиб. съ 1 по 12 января 1899 г.

66) Капитану Н. Я. Дорошевичу въ Сиб. — снѣжный покровъ въ Сиб. съ октября 1898 г. по май 1900 г.

67) Судебному слѣдователю Полтавскаго Окружнаго Суда 1-го участка Кременчугскаго уѣзда въ г. Кременчугѣ — направленіе и сила вѣтра въ Кременчугѣ съ 19 по 27 іюня 1899 г.

68) Отдѣлу Земельныхъ Улучшеній М. З. и Г. И. — магнитное склоненіе въ Обдорскѣ и Самаровѣ въ 1899 г.

69) Военному инженеру М. А. Колянковскому въ Сиб. — высота воды въ Невѣ у Сиб. въ 10 час. 15 мин. утра 27 іюля 1900 г.

70) Начальнику изысканій желѣзнодорожныхъ линій Волноваха-Долгинцево и Дебальцево-Богодуховская вѣтвь, съ вѣтвями, въ г. Екатеринославѣ — свѣдѣнія о температурѣ воздуха и почвы и объ осадкахъ въ Россійской Имперіи.

71) Предсѣдателю Инженернаго Совѣта Министерства Путей Сообщенія В. В. Салову — свѣдѣнія объ интенсивности и продолжительности ливней въ Россійской Имперіи.

72) Главноуправляющему имѣніями графа Хрептовича-Бутенева въ имѣніи Щорсы — географическія координаты, высота надъ уровнемъ моря и климатическія данныя для этой мѣстности.

73) В. В. Парскому въ Парголовѣ — магнитное склоненіе въ Петрозаводскѣ.

74) Лейтенанту Чайковскому въ Спб. — атмосферное давленіе и температура воздуха 31 іюля, 2, 5, 8 и 17 августа 1900 г. въ Спб.

75) Военному инженеру Э. А. Колянковскому въ Спб. — высота воды въ Невѣ у Спб. 25 августа 1900 г. въ 5 час. пополудни.

76) Инженеру И. Н. Керсновскому въ Спб. — температура воздуха, направленіе и сила вѣтра и количества осадковъ съ 15 декабря 1897 по 1 апрѣля 1898 г. въ Ташкентѣ, Джизакѣ, Самаркандѣ, Ходжентѣ, Наманганѣ, Ново-Маргеланѣ и Ошѣ.

77) Инженеру капитану М. А. Максимовичу въ Спб. — температура воздуха за каждый день въ 7 ч. у., 1 ч. д. и 9 ч. веч. съ января по май 1899 г. въ Спб.

78) Управленію Харьковско-Николаевской жел. дор. въ г. Харьковѣ — температура воздуха, направленіе и сила вѣтра и количества атмосферныхъ осадковъ съ 12 по 18 августа 1898 г. въ Жмеринкѣ, Казатинѣ, Кіевѣ, Бобровицѣ, Нѣжинѣ, Конотопѣ, Сумахѣ, Тростянцѣ и Харьковѣ.

79) Заводу военно-врачебныхъ заготовленій въ Спб. — минимальныя и максимальныя температуры воздуха за іюль 1898 г. въ Ташкентѣ.

80) Шведскому и Норвежскому вице-консулу въ Спб. Ф. Кемперу — среднія мѣсячныя и годовыя температуры для Устьцыльмы (1890—1900 гг.) и Оксина (1899 и 1900 гг.).

81) Начальнику работъ по постройкѣ водопровода для Царскаго Села и Павловска, въ Царскомъ Селѣ — среднія мѣсячныя температуры воздуха и мѣсячныя суммы количества осадковъ въ Спб. за 1899 и 1900 гг.

82) Судебному слѣдователю Спб-го Окружнаго Суда 9-го участка города Спб. — температура воздуха 24 августа, отъ 6 до 9 часовъ утра, въ Спб.

83) Профессору Университета въ Христіаніи Биркеланду (Birckeland) — склоненіе, горизонтальное и вертикальное напряженіе земного магнетизма въ Павловскѣ 4, 5, 11, 12, 23—27 февраля и 13, 14—16 марта 1900 г.

84) Акціонерному Обществу А. Коппель въ Спб. — среднія мѣсячныя и годовая величины атмосфернаго давленія за 1899 г. въ Воронежской губерніи.

85) Контръ-Адмиралу А. П. Кашеринину въ Спб. — состояніе погоды въ Спб. 12 и 13 августа 1900 г.

86) Директору Спб. Политехническаго Института — среднія мѣсячныя температуры въ декабрѣ, январѣ и февралѣ и средняя температура зимы для Спб.

87) Гольбштадтскому волостному правленію (въ Таврич. губ.) — среднія мѣсячныя и годовая температуры для Петровска, Дагестанской области.

88) Доктору К. Каснеру (С. Kassner) въ Берлинѣ — ежечасныя данныя атмосфернаго давленія и температуры воздуха съ 27 по 31 іюля 1897 г. въ Варшавѣ, Ивангородѣ и Радомѣ и направленія и силы вѣтра въ Варшавѣ за то же время.

89) Лейтенанту Н. Н. Оглоблинскому I-му — свѣдѣнія о похідномъ магнитномъ теодолитѣ Г. И. Вильда.

90) М. А. Соломосу (буксирное пароходство) въ Одессѣ — температура воздуха, направленіе и сила вѣтра въ Одессѣ (по наблюденіямъ 3-хъ станцій), Очаковѣ и на Гендровскомъ маякѣ (на послѣднемъ, кромѣ того, состояніе моря) 14 ноября 1899 г.

91) Члену Императорскаго Россійскаго Общества Садоводства А. Кореневу въ Сиб. — о туманѣ въ Сиб. 13 октября 1900 г.

92) Помощнику прис. повѣр. А. С. Жирмунскому въ Сиб. --- ежедневныя, за 3 срока, температуры воздуха съ 26 по 29 іюня 1898 г. въ Сиб., Ревелѣ, Юрьевѣ (Лифл. губ.) и Ригѣ.

93) С.-Петербургской Городской конторѣ уличнаго освѣщенія — суточные среднія температуры въ Сиб. съ 29 ноября по 5 декабря 1900 г.

94) Доктору Арронету въ Сиб. — суточные среднія атмосфернаго давленія, температуры воздуха, облачности и количества осадковъ съ мая по августъ 1899 г. въ Сиб.

95) Помощнику прис. повѣр. В. Р. Менжинскому въ Сиб. — ежедневныя данныя вида и количества атмосферныхъ осадковъ въ Сиб. съ января по мартъ и съ октября по декабрь 1896 г. и съ января по мартъ, за ноябрь и декабрь 1897 г.

96) Экспедиціи Заготовленія Государственныхъ Бумагъ — среднія мѣсячныя температуры воздуха за октябрь и ноябрь 1900 г. въ Сиб.

97) Состоящей подъ предсѣдательствомъ члена Совѣта Министра Внутреннихъ Дѣлъ, тайнаго совѣтника Якимова, Подкомиссія для разсмотрѣнія вопроса о принятіи мѣръ къ оздоровленію г. Астрахани — свѣдѣнія о температурѣ воздуха и объ атмосферныхъ осадкахъ въ Астрахани.

V. Отдѣленіе метеорологическихъ наблюденій и повѣрки инструментовъ.

Отдѣленіемъ завѣдывалъ І. В. Шукевичъ.

Физикомъ отдѣленія состоялъ Э. Г. Розенталь.

Метеорологическія наблюденія производили Н. О. Траге, П. Г. Узнадзе и во время отпуска послѣдняго В. В. Александровъ, занимавшійся въ отдѣленіи съ 14 февраля.

Повѣркою инструментовъ занимались тѣ же и А. А. Ивановъ; послѣдній по 1 февраля.

Въ качествѣ вычислительницы работала въ отдѣленіи З. А. Максимова.

Для ознакомиія съ работами въ отдѣленіи временно занимались Э. В. Мальченко, С. Я. Ганнотъ, В. Б. Шостаковичъ, И. И. Манухинъ и А. Н. Желтухинъ. Кромѣ того, производству метеорологическихъ наблюденій обучались Н. А. Орловъ, членъ экспедиціи для изслѣдованія Сибирскихъ береговъ Ледовитаго океана, Н. Н. Касаткинъ изъ Богородицка и г. Мюллеръ, собиравшійся въ Персію.

Завѣдывающій отдѣленіемъ І. В. Шукевичъ съ 3 іюля по 3 сентября былъ командированъ въ Парижъ для надзора за павильономъ Метеорологіи и Земного Магнетизма Николаевской Главной Физической Обсерваторіи на Всемирной Выставкѣ.

Отпускомъ пользовались П. Г. Узнадзе съ 22 іюня по 22 августа и З. А. Максимова съ 22 іюня по 22 іюля. К. О. Давель, по болѣзни пользовавшійся 11-мѣсячнымъ отпускомъ, съ 1 октября 1899 г., совершенно оставилъ службу при Обсерваторіи.

А. Метеорологическія наблюденія въ С.-Петербургѣ.

Правильныя метеорологическія наблюденія велись въ отчетномъ году въ такомъ же объемѣ и такимъ же образомъ, какъ и въ предыдущихъ годахъ. Прибавлены лишь въ лѣтнее время наблюденія по двумъ волоснымъ гигрометрамъ, изъ которыхъ одинъ помѣщался въ психрометрической клѣткѣ, а второй былъ установленъ у клѣтки и держался между сроками наблюденій подъ колпакомъ при высокой влажности, посредствомъ рамы со смоченнымъ батистомъ; эти наблюденія предприняты для изслѣдованія нѣкоторыхъ свойствъ волосного гигрометра.

Подробности о производствѣ и объ обработкѣ метеорологическихъ наблюденій и о приборахъ, служившихъ для наблюденій, даны во введеніи къ Лѣтописямъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи за 1900 годъ.

Б. Повѣрка инструментовъ, измѣренія и взвѣшиванія.

Въ теченіе отчетнаго года провѣрены слѣдующіе инструменты:

- 363 психрометрическихъ термометра,
- 397 обыкновенныхъ термометровъ,
- 186 максимальныхъ термометровъ,
- 275 минимальныхъ термометровъ,
- 19 спиртовыхъ термометровъ,
- 5 актинометрическихъ термометровъ,
- 391 медицинскій термометръ,
- 183 волосныхъ гигрометра,
- 71 большой дождемѣрный сосудъ,
- 305 малыхъ дождемѣрныхъ сосудовъ,
- 577 дождемѣрныхъ измѣрительныхъ стакановъ,
- 15 эвапорометровъ,
- 47 ртутныхъ барометровъ,
- 193 анероида,

26 термобарометровъ,
55 анемометровъ,
117 флюгеровъ,
2 гелиографа,
29 барографовъ,
3 барографа-высотомѣра,
28 термографовъ,
4 гигрографа,
1 анемографъ,
6 метеорографовъ,
19 солнечныхъ часовъ,
6 хронометровъ,
24 карманныхъ часовъ.

Всего провѣрено 3347 инструментовъ.

Въ физическомъ залѣ Обсерваторіи измѣрены І. В. Шукевичемъ разстоянія мѣтокъ посеребреннаго цилиндрическаго стержня къ теодолиту Эдельмана для Тифлисской Обсерваторіи.

VI. Состояніе сѣти метеорологическихъ станцій II разряда и осмотръ этихъ станцій.

А. Дѣятельность сѣти станцій II разряда.

Дѣятельность сѣти станцій II разряда была, попрежнему, согласована съ международными постановленіями и, по возможности, сообразована съ современными требованіями науки.

Заботу о приведеніи въ исполненіе, по моимъ указаніямъ, всѣхъ мѣръ, касающихся исправнаго состоянія сѣти, я возложилъ на одного изъ завѣдывающихъ работами въ отдѣленіи станцій II разряда.

Уже ранѣе бѣльшая часть станцій II разряда на Кавказѣ была выдѣлена въ особую сѣть, наблюденія которой собирались и обрабатывались въ мѣстной Тифлисской Физической Обсерваторіи, откуда въ Николаевскую Обсерваторію доставлялись лишь результаты обработки для напечатанія въ ея Лѣтописяхъ; послѣ того, какъ съ начала отчетнаго года были усилены личный составъ и кредиты Екатеринбургской и Иркутской магнитно-метеорологическихъ обсерваторій, эти послѣднія тоже поставлены во главѣ районныхъ сѣтей.

Въ составъ сѣти Екатеринбургской Обсерваторіи входятъ станція въ губерніяхъ Пермской, Тобольской и Томской и въ областяхъ Акмолинской, Семипалатинской и Тургай-

ской. Стѣтъ Иркутской Обсерваторіи образуютъ станціи въ губерніяхъ Енисейской и Иркутской и въ областяхъ Якутской и Забайкальской.

Съ 1900 года наблюденія вновь образованныхъ стѣтъ собираются и обрабатываются въ Екатеринбургской и Иркутской обсерваторіяхъ, откуда будутъ присылаться подготовленные къ напечатанію результаты наблюденій. О состояніи этихъ стѣтъ сообщается отнынѣ въ отчетахъ директоровъ означенныхъ обсерваторій.

Наблюденія всѣхъ остальныхъ станцій II разряда стѣтъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи поступаютъ, попрежнему, въ отдѣленіе станцій II разряда, гдѣ и производится ихъ обработка; переписка съ этими станціями ведется главнымъ образомъ въ томъ же отдѣленіи, а отчасти въ канцеляріи.

Состояніе стѣтъ станцій II разряда, доставляющихъ свои наблюденія непосредственно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію.

Въ составъ стѣтъ станцій II разряда Николаевской Главной Физической Обсерваторіи входятъ наблюдательные пункты 3 типовъ, а именно станціи II разряда 1 класса, II разряда 2 класса и II разряда 3 класса.

Быстрое развитіе стѣтъ станцій II разряда въ послѣдніе годы позволяетъ намъ относиться строже къ ея наблюденіямъ. Мы нашли также цѣлесообразнымъ нѣсколько измѣнить приведенную въ отчетахъ за предыдущіе годы классификацію станцій означеннаго типа, а именно выдѣлили изъ 1 класса и отнесли къ 2 классу такія станціи, на которыхъ для наблюденій надъ давленіемъ воздуха служитъ не точный ртутный барометръ, а aneroidъ, а изъ станцій 2 класса перечислили въ станціи 3 класса всѣ тѣ станціи, термометры которыхъ (за исключеніемъ аспираціонныхъ или вращательныхъ) установлены не вполне согласно академической инструкціи (т. е. не въ нормальной будкѣ и цинковой клѣткѣ).

Станціями II разряда 1 класса будемъ называть такія станціи, съ которыхъ доставляются въ Николаевскую или одну изъ подвѣдомственныхъ ей обсерваторій наблюденія въ 3 срока (7 ч. у., 1 ч. д. и 9 ч. в.) надъ давленіемъ воздуха по точному ртутному барометру, и наблюденія по хорошо установленнымъ и вывѣреннымъ точнымъ приборамъ надъ температурою и влажностью воздуха, надъ направлениемъ и скоростью вѣтра, надъ облачностью и надъ осадками.

Станціями II разряда 2 класса будемъ считать такія станціи, съ которыхъ поступаютъ наблюденія въ тѣ же 3 срока и тоже по хорошо установленнымъ и вывѣреннымъ инструментамъ надъ температурою воздуха, надъ направлениемъ и скоростью вѣтра, надъ облачностью и надъ осадками.

Наконецъ, къ станціямъ II разряда 3 класса причислимъ всѣ тѣ пункты, въ которыхъ наблюденія дѣлались тоже въ 3 срока, но отчасти по невывѣреннымъ или же по не вполне удовлетворительно установленнымъ приборамъ, а также станціи, которыя не имѣли полного комплекта инструментовъ станцій II разряда 2 класса.

Въ 1900 году доставлялись непосредственно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію наблюденія съ 735 станцій II разряда, а именно:

съ 390 станцій II разряда 1 класса,	
» 148 » II » 2 »	
» 197 » II » 3 »	

Въ виду состоявшагося въ отчетномъ году выдѣленія изъ общей сѣти двухъ обширныхъ районовъ, на этотъ разъ, для удобства справокъ, приводимъ въ приложеніи I полный перечень тѣхъ станцій, наблюденія которыхъ въ 1900 году поступали непосредственно въ Николаевскую Обсерваторію, группируя ихъ съ одной стороны по губерніямъ и областямъ, съ другой же стороны по классамъ.

Въ этомъ списокѣ обращаетъ на себя вниманіе значительное число станцій II разряда 3 класса, т. е. станцій не вполне удовлетворительно оборудованныхъ. На большинствѣ этихъ станцій наблюденія производятся весьма тщательно и аккуратно; но они все же оказываются отчасти несравнимыми съ данными другихъ пунктовъ лишь потому, что не имѣлось средствъ на хорошую установку приборовъ.

Изъ числа вышеупомянутыхъ 735 станцій были обезпечены содержаніемъ:

28 станцій изъ средствъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

11 станцій изъ средствъ высшихъ и среднихъ учебныхъ заведеній Министерства Народнаго Просвѣщенія.

63 станціи изъ средствъ Морского Вѣдомства.

45 станцій изъ средствъ Министерства Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ (въ томъ числѣ 33 по Департаменту Земледѣлія, 3 — по Лѣсному Департаменту, 9 — по Отдѣлу земельныхъ улучшеній).

11 станцій изъ средствъ Министерства Путей Сообщенія (въ томъ числѣ 7 по управленію водяныхъ и шоссейныхъ сообщеній и 4 — по управленію портовъ).

6 станцій изъ средствъ Удѣльнаго Вѣдомства.

7 станцій изъ средствъ Военнаго Вѣдомства.

17 станцій изъ средствъ Ташкентской Астрономической и Физической Обсерваторіи.

8 станцій изъ средствъ Семирѣченской области по земской смѣтѣ.

3 станціи изъ средствъ Закаспійской области по земской смѣтѣ.

9 станцій изъ средствъ Министерства Юстиціи (въ томъ числѣ 8 отъ Тюремнаго Вѣдомства).

3 станціи изъ средствъ Комитета для помощи поморамъ.

19 станцій изъ средствъ земствъ: уѣздныхъ Каргопольскаго, Яренскаго, Моршанскаго, Бугурусланскаго, Тверскаго губернскаго, Ярославскаго уѣзднаго, Вятскаго губ., Нижегородскаго губ., Новгородскаго губ., Самарскаго губ., Полтавскаго губ., Курскаго губ., Воронежскаго губ., Херсонскаго губ., Екатеринославскаго губернскаго.

2 станціи изъ средствъ городскихъ управленій городовъ Каменецъ-Подольска и Ялты.

4 станцій изъ средствъ биржевыхъ комитетовъ городовъ Ревеля, Пернова, Либавы и Нижняго Новгорода.

2 станціи изъ средствъ Рижскаго Общества Естествоиспытателей.

1 станція изъ средствъ Олонецкаго Отдѣла Общества спасанія на водахъ.

2 станціи изъ средствъ Комитета по расчисткѣ гирль Дона.

Такимъ образомъ, изъ 735 станцій, доставлявшихъ свои наблюденія непосредственно въ Николаевскую Обсерваторію, были обеспечены содержаніемъ 241 станція. Сюда не включены 89 станцій, содержащихся на средства желѣзныхъ дорогъ казенныхъ и частныхъ, такъ какъ онѣ не отличаются постоянствомъ.

На всѣхъ остальныхъ станціяхъ наблюденія производятся безвозмездно или за плату отъ частныхъ лицъ; на многихъ изъ нихъ наблюдають съ образцовой аккуратностью; нѣкоторыя изъ этихъ станцій на частныя же средства прекрасно обставлены инструментами, а обширная программа наблюдений выполняется ими съ большимъ усердіемъ и знаніемъ дѣла.

Въ 1900 году на средства Николаевской Обсерваторіи открыта новая станція II разряда 1 класса въ Имандрѣ (внутри Кольскаго полуострова) и снабжена инструментами станція при Астрономической Обсерваторіи Казанскаго Университета (въ Лаврентьевѣ); станціи 2 класса устроены на средства Николаевской Обсерваторіи въ Андиганѣ, въ Вознесенскомъ Бору (на Уральскомъ хребтѣ), въ Печенгѣ (на Мурманѣ), въ Макарьевѣ, въ с. Никольскомъ (Новгородской губ.) и Попковомъ хуторѣ; возобновлены станціи въ Фортѣ Александровскомъ (Закасп. обл.) и Игнатьевкѣ (Екатеринославской губ.).

На средства учебныхъ заведеній Министерства Народнаго Просвѣщенія открыты станціи II разряда 1 класса при С.-Петербургскомъ университетѣ и въ Изюмѣ при гимназій, станціи 2 класса при учительскихъ семинаріяхъ въ Поневѣжѣ и Полоцкѣ.

Ташкентскою Обсерваторіею учреждена станція II разряда 1 класса въ Термезѣ (въ Бухарѣ).

На средства Министерства Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ устроены станціи II разряда 1 класса при Лукьяновской и Мореновской сельскохозяйственныхъ школахъ и на Таганрогскомъ опытномъ полѣ, станціи II разряда 2 класса въ Базловѣ, при Обиточенской сельскохозяйственной школѣ и въ Пенайскомъ урочищѣ; возобновлены станціи при помологическомъ разсадникѣ въ Воронежѣ и на Старорусскихъ минеральныхъ водахъ.

Военнымъ Министерствомъ учреждена станція I класса при Виленскомъ юнкерскомъ училищѣ, а Морскимъ Вѣдомствомъ такая же станція при Клостеръ-Кампскомъ маякѣ.

Станція Хантахеза въ Манчжуріи содержалась на средства Восточной Китайской желѣзной дороги.

На средства Уфимскаго губернскаго земства открыта станція при Белебсевской сельскохозяйственной школѣ.

3 станціи II разряда 1 класса (Алексѣвка, Гриноуцы и Ялтушковъ) и 7 станцій

2 класса (Грязное, Землянскъ, Матчерка, Ольгино, Павлиновка въ Приморской области, Паженъ и Скуляны) открыты на частныя средства.

Станцій II разряда 3 класса возникло въ 1900 году въ тѣхъ же районахъ 38.

Передавъ заботу о пополненіи сѣти станцій въ значительной части Азіатской Россіи Екатеринбургской и Иркутской обсерваторіямъ, Николаевская Обсерваторія могла бы позаботиться о болѣе равномерномъ распредѣленіи станцій въ Европейской Россіи, если бы съ каждымъ годомъ не возрасталъ расходъ на ремонтъ и содержаніе уже дѣйствующихъ станцій, вслѣдствіе чего не остается средствъ на устройство новыхъ станцій; между тѣмъ практическое значеніе метеорологическихъ наблюденій все больше проникаетъ въ сознаніе не только образованныхъ, но даже и полунинтелигентныхъ классовъ населенія промышленныхъ районовъ, и нерѣдко поступаютъ въ Обсерваторію предложенія производить безвозмездно наблюденія не только въ густо населенныхъ районахъ, но и на малообитаемомъ Сѣверѣ и вообще въ труднодоступныхъ и мало изслѣдованныхъ мѣстностяхъ; предлагающимъ свои услуги пужны только инструменты, каковыхъ они большей частью не въ состояніи пріобрѣсти на свои средства. Къ сожалѣнію, Обсерваторія вынуждена отклонять эти предложенія, за неимѣніемъ средствъ на развитіе наблюдательной сѣти. Другими же вѣдомствами и учрежденіями станціи устраиваются преимущественно въ густонаселенныхъ мѣстностяхъ, гдѣ и густота сѣти больше, чѣмъ въ районахъ съ менѣе плотнымъ населеніемъ.

Слѣдующіе изъ корреспондентовъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, которые въ теченіе многихъ лѣтъ послѣ утвержденія ихъ въ этомъ званіи продолжали вести наблюденія исправно и безъ перерывовъ, по ходатайству Обсерваторіи, удостоились получить въ отчетномъ году Высочайшія награды:

- А. П. Вицынъ на Благовѣщенскомъ пріискѣ.
- В. П. Ефимовъ въ Благовѣщенскѣ.
- И. Н. Ельчаниновъ въ Вахтинѣ.
- А. А. Меньшенинъ въ Верхотурѣ.
- Князь Ф. Д. Макуловъ въ Дергачахъ.
- А. С. Балабановъ въ Казачьемъ.
- Я. О. Наркевичъ-Годко въ Надпѣманѣ.
- И. И. Воротниковъ въ Николаевскомъ заводѣ.
- И. П. Крыловъ въ Старицѣ.

Сверхъ того, въ знакъ признательности за услуги по изслѣдованію климата Россіи, оказанныя веденіемъ наблюденій въ теченіе продолжительнаго времени и большей частью безвозмездно, на метеорологическихъ станціяхъ II разряда, Императорскою Академіею Наукъ, по моему представленію, удостоены въ 1900 году нижепоименованныя лица званія корреспондента Николаевской Главной Физической Обсерваторіи:

- Провизоръ В. А. Леонтьевскій въ Алуштѣ.
 О. Х. Бейдукайтисъ въ Вильнѣ.
 Инженеръ М. А. Шистовскій въ Виндавѣ.
 Учитель И. З. Горасевъ въ Гулынкахъ.
 Коллежскій Ассесоръ К. Д. Тутолминъ въ Елисаветинскомъ хуторѣ.
 К. М. Самойловичъ въ Ельцѣ.
 Смотритель маяка Е. И. Ратмановъ на ос. Жижгинѣ.
 Врачъ В. И. Маркевичъ въ Коккозѣ.
 Лѣкарскій помощникъ Ф. Ф. Шатковъ въ Колѣ.
 Монахъ Коневского монастыря о. Никаноръ на ос. Коневцѣ.
 П. Е. Полонниковъ въ Кореневѣ.
 Начальникъ Анадырскаго округа Н. П. Сокольниковъ въ Марковѣ.
 Преподаватель М. М. Витавскій при Мензелинской сельскохоз.
 Врачъ Ф. Ю. Эйхфусъ въ Млавѣ. школѣ
 Учитель Ѳ. В. Добровольскій въ Млинкахъ.
 Преподаватель учительской семинаріи В. И. Тюльпановъ въ Молодечнѣ.
 Завѣдывающій Обсерваторією Константиновскаго ме-
 жевого института Н. П. Афанасьевъ въ Москвѣ.
 Учитель Е. И. Филипповъ въ Мохчѣ.
 Поручикъ П. П. Томиловскій въ Новогеоргиевскѣ.
 С. С. Подарящій въ Новозыбковѣ.
 Учитель В. К. Крюгеръ въ Полинскѣ.
 Директоръ опытнаго поля Н. Г. Ротмистровъ въ Одессѣ.
 Преподаватель реального училища Н. М. Морозовъ въ Оренбургѣ.
 Поручикъ Н. И. Утѣшевъ въ Осовцѣ.
 Учитель сельскохозяйственной школы В. И. Спириновъ въ Остаховѣ.
 Учитель И. Ф. Григорьевъ въ Паданахъ.
 Преподаватель училища садоводства А. Е. Громашевъ въ Пензѣ.
 И. И. Ивановичъ въ Подгаѣ.
 Г. Н. Лукинъ въ Порось-Озерѣ.
 А. А. Яковлевъ въ Сагунахъ.
 Преподаватель болгарской гимназіи Г. К. Стояновъ въ Салоникахъ (Солуни).
 Агрономъ А. И. Брѣвевъ въ Сугоновѣ.
 Смотритель маяка А. А. Баевъ на Тарханкутѣ.
 Членъ Дмитріевской земск. управы Ѳ. П. Вангенгеймъ въ Уютномъ.
 Поручикъ В. І. Черкавскій въ Осовцѣ.

Составъ всей сѣти станцій II разряда Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Подробности о состояніи сѣтей Тифлисской, Екатеринбургской и Иркутской обсерваторій сообщаются въ помѣщенныхъ ниже отчетахъ директоровъ названныхъ обсерваторій, здѣсь же приводимъ только число станцій, входившихъ въ составъ каждой изъ районныхъ сѣтей, и общую сумму всѣхъ станцій II разряда.

Въ 1900 г. доставляли свои наблюденія:

	Станціи II разряда.		
	1 класса.	2 класса.	3 класса.
Непосредственно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію	390	148	197
Въ Тифлисскую Физическую Обсерваторію.	43	21	23
Въ Екатеринбургскую Магнитно-Метеорологическую Обсерваторію	50	19	18
Въ Иркутскую Магнитно-Метеорологическую Обсерваторію	33	14	9
Всего	516	202	247

Такимъ образомъ въ отчетномъ году въ составъ общей сѣти Николаевской Главной Физической Обсерваторіи входили 965 станцій II разряда.

По районамъ эти станціи распредѣляются слѣдующимъ образомъ:

	Станціи II разряда.		
	1 класса.	2 класса.	3 класса.
Въ Европейской Россіи	328	128	195
На Кавказѣ	51	28	21
Въ Азіатской Россіи	123	45	28
Всѣ предѣловъ Россіи	14	1	3

Для того, чтобы приведенныя числа можно было сравнить съ данными за предыдущій 1899 годъ, приводимъ соотвѣтствующія числа за этотъ послѣдній годъ, распредѣливъ станціи по принятой нами новой классификаціи.

Въ 1899 г. въ составъ общей сѣти станцій Николаевской Главной Физической Обсерваторіи входило:

Станцій II разряда 1 класса	453
» II » 2 »	191
» II » 3 »	283
Всего . . .	927

Такимъ образомъ въ 1900 г., по сравненію съ предыдущимъ годомъ, прибавилось:

Станцій II разряда 1 класса	63 или 11%
» II » 2 »	11 » 6%.

Станцій же II разряда 3 класса въ 1900 г. было меньше чѣмъ, въ 1899 г. (на 37), изъ чего видно, что нѣкоторую часть этихъ менѣе совершенныхъ наблюдательныхъ пунктовъ удалось преобразовать въ станціи высшихъ классовъ.

Б. Осмотръ метеорологическихъ станцій.

На должность инспектора метеорологическихъ станцій съ октября отчетнаго года назначенъ бывшій младшій наблюдатель Константиновской Обсерваторіи В. В. Кузнецовъ.

Такъ какъ командированный въ 1899 г. на Сѣверъ Европейской Россіи А. А. Каминскій могъ осмотрѣть лишь станціи Архангельской губерніи, то лѣтомъ отчетнаго года я счелъ за лучшее командировать В. В. Кузнецова въ Вологодскую и нѣкоторыя смежныя съ нею губерніи, гдѣ въ теченіе многихъ годовъ станціи не были обревизованы. В. В. Кузнецовъ выѣхалъ изъ С.-Петербурга 12 іюля и возвратился изъ поѣздки 26 сентября, осмотрѣвъ слѣдующія станціи:

- | | |
|--------------------|---|
| 1. Вахтино. | 11. Вятка, реальное училище. |
| 2. Вологда. | 12. Вятка, опытная сельскохозяйственная станція. |
| 3. Тотьма. | 13. Сарapulь. |
| 4. Великій Устюгъ. | 14. Елабуга. |
| 5. Сольвычегодскъ. | 15. Казань, метеорологическая обсерваторія университета. |
| 6. Шенкурскъ. | 16. Казань, земледѣльческое училище. |
| 7. Вельскъ. | 17. Лаврентьево (астрономическая обсерваторія Казанскаго университета). |
| 8. Устьсыольскъ. | |
| 9. Яренскъ. | |
| 10. Солигаличъ. | |

7 изъ поименованныхъ станцій ранѣе ни разу не были осмотрѣны уполномоченными Обсерваторіи; барометръ Казанскаго университета не провѣрялся съ 1887 г., 5 станцій въ Вологодской губерніи и станція въ Солигаличѣ были послѣдній разъ осмотрѣны въ 1890 г., одна станція (Вахтино) въ 1892 г. и остальные 2 станціи въ 1894 г. Нѣкоторыя изъ этихъ станцій, несмотря на ихъ изолированное положеніе, не были еще снабжены барометрами, или же ихъ барометры были повреждены.

В. В. Кузнецовъ, между прочимъ, доставилъ новые барометры въ Сольвычегодскъ, Шенкурскъ, Устьсыольскъ, Яренскъ и Солигаличъ, подготовилъ возобновленіе станціи въ

Великомъ Устюгѣ, приискалъ надежнаго наблюдателя въ Шенкурскѣ и, перенеся тамъ станцію на новое мѣсто, привелъ ее въ полный порядокъ, наконецъ, онъ произвелъ въ нѣсколькихъ пунктахъ точныя нивелировки, изъ которыхъ особенно важны нивелировки въ Вологдѣ, гдѣ имъ установлена связь между метеорологическою станціею съ одной стороны, желѣзной дорогой и рѣчной нивелировкой съ другой, при чемъ выяснилось, что прежнія связочныя нивелировки, давнія противорѣчивые результаты, заключали значительныя погрѣшности; въ Вяткѣ имъ произведена нивелировка до желѣзной дороги; здѣсь полученные г. Кузнецовымъ результаты разсѣяли сомнѣнія, вслѣдствіе которыхъ вѣроятная погрѣшность прежняго опредѣленія высоты барометра весьма важной для нашей барометрической сѣти станція въ этомъ пунктѣ заключалась въ предѣлахъ ± 5 м.

Осмотръ нѣкоторыхъ станцій на Югѣ Европейской Россіи былъ порученъ директору Тифлисской Обсерваторіи С. В. Гласеку, который лѣтомъ отчетнаго года посѣтилъ слѣдующіе наблюдательные пункты:

- | | |
|--------------------------|-------------------------------------|
| 1. Ростовъ на Дону, | 8. Генгическій маякъ, |
| 2. Перебойный островъ, | 9. Херсонъ (земледѣльческая школа), |
| 3. Константиновская, | 10. Херсонъ (опытное поле), |
| 4. Персіановка, | 11. Николаевъ, |
| 5. Таганрогъ (маякъ), | 12. Очаковъ, |
| 6. Мариуполь (гимназія), | 13. Днѣстровскій Знакъ, |
| 7. Бердянскій маякъ, | 14. Аккерманъ. |

Изъ этихъ станцій 7 ни разу не были осмотрѣны ранѣе, остальные же не осматривались отъ 8 до 14 лѣтъ. Изъ числа посѣщенныхъ г. Гласекомъ станцій весьма важное значеніе имѣютъ станція на югѣ Бессарабской губерніи (Аккерманъ, Днѣстровскій Знакъ), гдѣ до этого времени не было барометрическихъ наблюдений по провѣреннымъ на мѣстѣ барометрамъ; ревизія этихъ станцій проектировалась уже неоднократно, но въ виду необходимости затратить на поѣздку туда много времени, приходилось ее откладывать.

Новый барометръ доставленъ г. Гласекомъ въ Аккерманъ.

Въ нѣсколькихъ пунктахъ имъ произведены связочныя нивелировки.

Въ ноябрѣ мѣсяцѣ, благодаря благосклонному содѣйствію Господина Управляющаго Морскимъ Министерствомъ, предоставившаго на нѣсколько дней въ мое распоряженіе транспортъ «Секстанъ», я могъ посѣтить островъ Гогландъ и Портъ-Кунду съ цѣлью организовать наблюденія помощью мареографовъ, для службы предупрежденій о наводненіяхъ. Я воспользовался этимъ случаемъ, чтобы осмотрѣть станцію при Гогландскомъ маякѣ, куда и доставилъ новый ртутный барометръ; кромѣ того я подготовилъ устройство метеорологической станціи въ Портъ-Кундѣ, гдѣ мною были также выбраны мѣста для установки инструментовъ.

Въ декабрѣ былъ командированъ для окончательной установки приборовъ въ Портъ-

Кундѣ и для обученія наблюдателей этой станціи завѣдывающей отдѣленіемъ Ежемѣсячнаго Бюллетеня А. М. Шенрокъ, доставившій туда барометръ.

Такимъ образомъ въ Европейской Россіи осмотрѣно всего 33 станціи.

О произведенномъ осмотрѣ станцій въ районахъ сѣтей Тифлисской, Екатеринбургской и Иркутской обсерваторій говорится въ номѣщеныхъ ниже отчетахъ директоровъ названныхъ обсерваторій; здѣсь же достаточно упомянуть, что общее число осмотрѣнныхъ станцій всей нашей сѣти въ отчетномъ году было 61.

Для правильнаго дѣйствія сѣти былъ бы желателенъ болѣе частый осмотръ станцій; къ сожалѣнію, ограниченный личный составъ Обсерваторіи и не соответственный быстрому росту сѣти кредитъ на этотъ предметъ не дозволяютъ этого.

VII. Отдѣленіе станцій II разряда.

A. Личный составъ отдѣленія станцій II разряда.

Въ отчетномъ году, какъ и раньше, работами отдѣленія станцій II разряда завѣдывали Р. Р. Бергманъ и А. А. Каминскій. Между ними работы были распределены слѣдующимъ образомъ: г. Каминскій завѣдывалъ обработкою и изданіемъ основныхъ и дополнительныхъ наблюдений станцій II разряда за 1899 г., а также обработкою записей нѣкоторыхъ самоотмѣчающихъ приборовъ станцій II разряда за тотъ же годъ и дополнительныхъ наблюдений за отчетный годъ; сверхъ того ему были поручены работы общаго характера по завѣдыванію сѣтью станцій II разряда и переписка по поводу устройства новыхъ станцій; г. Бергманъ завѣдывалъ обработкою основныхъ наблюдений станцій II разряда за отчетный годъ и велъ переписку относительно этихъ наблюдений.

Физикомъ отдѣленія состоялъ, какъ и раньше, П. И. Ваннари, обязанности же адъюнктовъ исполняли В. М. Недзвѣдскій въ теченіе всего года, А. П. Тольскій по 19 мая, Александръ Н. Желтухинъ по 23 октября и Е. В. Мальченко съ 22 марта до конца года.

Въ теченіе всего года работали въ отдѣленіи въ качествѣ вычислителей Ф. І. Пашинскій, Е. Н. Корвинъ-Коссаковскій, В. А. Лукинъ, А. А. Клохъ, Н. Д. Дійсфельдтъ, г-жа А. В. Ниландеръ, г-жа Б. Ф. Гофманъ, В. З. Конарскій, О. А. Шолковская, М. А. Шолковская, г-жа А. К. Приходко, г-жа А. А. Роза, К. Ф. Левандовскій, К. К. Бугасъ и Л. В. Львова.

Сверхъ того въ отдѣленіи, тоже за плату, занимались вычисленіями слѣдующія лица:

Н. Н. Иваловъ съ 1 января по 11 іюля,
г-жа А. А. Вуншъ съ января по май,
г-жа Л. Ф. Бакова съ января по октябрь,

А. Ф. Пашканисъ съ 1 января по 15 октября,
 А. А. Кійманъ съ 1 по 14 января,
 И. И. Ясюнасъ съ января по мартъ,
 Г. С. Маркунасъ съ января по 5 апрѣля,
 г-жа А. Ф. Гофманъ съ января по апрѣль,
 Б. В. Волковъ съ 1 января по 21 апрѣля и съ 23 мая по декабрь,
 Л. Н. Каблукова съ января по май и съ сентября по декабрь,
 В. Н. Тихомірова съ 1 февраля по 15 іюня,
 С. И. Власовъ съ 1 іюня по 18 іюля,
 г. Городенскій съ 15 мая по 30 іюня,
 Алексѣй Н. Желтухинъ съ 15 іюня по 31 декабря,
 г. Полонскій съ 15 іюля по 3 сентября,
 Д. А. Даугель съ 15 іюля по 30 ноября,
 К. М. Гусевъ съ августа по октябрь,
 Ф. Л. Безенкинъ съ октября по декабрь,
 П. А. Сонгайло съ 20 октября по декабрь,
 Н. Г. Раттуръ въ ноябрѣ и декабрѣ,
 г-жа Д. Ф. Пуць въ ноябрѣ и декабрѣ.

Нѣсколько дней въ началѣ января работали въ отдѣленіи Е. Ю. Янковскій, И. И. Элементъ и г. Крачкевичъ.

Наиболѣе опытные вычислители работали за особую плату также и по вечерамъ, причѣмъ эти вечернія занятія въ общей сложности составили 3460 рабочихъ часовъ, что приближенно соотвѣтствуетъ работѣ 2 вычислителей въ теченіе года.

Такимъ образомъ въ отчетномъ году въ отдѣленіи станцій II разряда занимались среднимъ числомъ 24 вычислителя, считая рабочій день въ 6 часовъ.

Знакомились съ вычислениями въ разное время недѣли по двѣ В. Н. Тихомірова, С. И. Власовъ, г. Городенскій, Алексѣй Н. Желтухинъ, Д. А. Даугель, К. М. Гусевъ, Ф. Л. Безенкинъ, П. А. Сонгайло, Н. Г. Раттуръ и Д. Ф. Пуць.

А. П. Тольскій, г. Полонскій и Александръ Н. Желтухинъ были переведены въ отдѣленіе ежедневнаго бюллетеня, а Е. Ю. Янковскій — въ отдѣленіе ежемѣсячнаго бюллетеня; И. И. Элементъ, г. Крачкевичъ, А. А. Кійманъ, г-жа А. А. Вушъ, Н. П. Ивановъ, Л. Ф. Бакова, А. Ф. Пашканисъ, И. И. Ясюнасъ, Г. С. Маркунасъ, г-жа А. Ф. Гофманъ, В. Н. Тихомірова, С. И. Власовъ, г. Городенскій, Д. А. Даугель и К. М. Гусевъ оставили службу въ Обсерваторіи.

Этотъ перечень достаточно краснорѣчиво свидѣтельствуетъ о томъ, какъ нелегко найти лицъ съ удовлетворительной подготовкой, которыхъ бы удовлетворяли условія службы въ отдѣленіи станцій II разряда. Съ другой же стороны вполнѣ очевидно, что при постоянно мѣняющемся составѣ адъюнктовъ и вычислителей отдѣленія завѣдывающіе работами и

Физикъ должны удѣлять много времени обученію вновь поступающихъ и имѣютъ далеко недостаточно опытныхъ сотрудниковъ для контроля вычисленій, сдѣланныхъ на станціяхъ, а равно и въ Обсерваторіи мало-опытными вычислителями. Вслѣдствіе этого значительная часть работъ по отдѣленію исполняется завѣдывающими въ неприсутственные часы и дни, что лишаетъ ихъ возможности слѣдить за литературою и заниматься учеными трудами. Устраненіе этихъ недостатковъ будетъ возможно лишь при усиленіи средствъ, отпускаемыхъ на обработку и изданіе наблюдений, о чемъ сдѣлано соответственное представленіе, при чемъ, однако, въ виду финансовыхъ затрудненій, оказалось необходимымъ ограничить испрашиваемый кредитъ размѣромъ, соответствующимъ нынѣшнему состоянію сѣти, не допуская ея расширенія, и сокративъ печатаніе нѣкоторыхъ чрезвычайныхъ наблюдений.

Отпускомъ пользовались: Физикъ П. И. Ваннари съ 2 іюля по 2 сентября, Е. В. Мальченко съ 3 мая по 16 іюня — по случаю отбыванія лагернаго сбора, адъюнктъ В. М. Недзвѣдскій съ 21 по 30 іюня, Л. Ф. Бакова съ 22 мая по 21 іюня, г-жа А. В. Ниландеръ съ 24 іюня по 23 іюля.

Сверхъ того по болѣзни не занимались г-жа А. В. Ниландеръ 12 дней въ сентябрѣ и съ 27 ноябрю до конца года, Л. Ф. Бакова — 5 дней въ февралѣ, 5 дней въ іюлѣ и 10 дней въ октябрѣ, И. И. Ясюнасъ 23 дня въ мартѣ, Александръ Н. Желтухинъ 23 дня въ октябрѣ, К. М. Гусевъ 10 дней въ октябрѣ, Л. Н. Каблукова 8 дней въ январѣ, 6 дней въ октябрѣ и 5 дней въ ноябрѣ.

Н. Д. Дійсфельдтъ 8 дней въ августѣ мѣсяцѣ работалъ въ отдѣленіи ежемѣсячнаго бюллетеня.

Б. Окончательная обработка и подготовленіе къ печати основныхъ наблюдений станцій II разряда за 1899 г.

Работами по подготовленію къ печати наблюдений за 1899 г. руководилъ А. А. Каминскій; онъ же надзиралъ за печатаніемъ ихъ во II части Лѣтописей за 1899 г. и велъ корреспонденцію относительно этихъ наблюдений. Провѣрять наблюдения и руководить вычисленіями помогали ему кромѣ физика П. И. Ваннари еще А. П. Тольскій до 19 мая и Е. В. Мальченко съ 22 марта по 3 мая и съ 16 іюня по 5 сентября. Наводить разнаго рода справки помогалъ адъюнктъ В. М. Недзвѣдскій, которому поручались и другія вспомогательныя работы.

Вычисленіемъ наблюдений за 1899 г., корректурую числовыхъ таблицъ для II части Лѣтописей 1899 г. и нѣкоторыми другими работами для той же части Лѣтописей занимались среднимъ числомъ 15 вычислителей въ теченіе всего года и одинъ вычислитель въ теченіе 2 мѣсяцевъ.

Слѣдуетъ впрочемъ оговорить, что одинъ изъ числа упомянутыхъ 15 вычислителей почти постоянно былъ занятъ регистраціей поступающихъ журналовъ основныхъ наблюдений

станцій II разряда за 1899 г. и дополнительныхъ наблюдений тѣхъ же станцій, а также выдачей въ другія отдѣленія наблюдений 1899 г. и выписками изъ этихъ наблюдений на предметъ выдачи справокъ разнымъ учрежденіямъ и лицамъ.

Въ отчетномъ году, въ дополненіе къ доставленнымъ въ 1899 г., получено 1448 мѣсячныхъ журналовъ наблюдений со станцій II разряда. Сверхъ того присланы 303 мѣсячныхъ журнала съ наблюдениями за прежніе годы (до 1899 г.). Всего мѣсячныхъ журналовъ съ наблюдениями за 1899 г. доставлено 9101 (за 1898 г. — 8696), а именно:

5168 (въ 1898 г. было 4557)¹⁾ со станцій II разряда 1 класса,
 2538 (въ 1898 г. было 1776) со станцій II разряда 2 класса,
 1395 (въ 1898 г. было 2090) со станцій II разряда 3 класса.

Всѣ поступившія наблюденія подвергались *контролю*, состоявшему въ томъ, что ходъ отдѣльныхъ метеорологическихъ элементовъ сравнивался съ ходомъ этихъ элементовъ на сосѣднихъ станціяхъ, а въ сомнительныхъ случаяхъ наблюденія провѣрялись помощью синоптическихъ картъ ежедневнаго метеорологическаго бюллетеня.

Для значительной части станцій мѣсячныя таблицы наблюдений по записямъ въ книжкахъ вычисляются въ отдѣленіи станцій II разряда, доставленные же со станцій таблицы, наравнѣ съ составленными въ отдѣленіи, провѣряются еще, на сколько оказывается необходимымъ, по оригинальнымъ записямъ въ книжкахъ, послѣ чего производится контроль вычисленныхъ среднихъ величинъ.

Вычислителями исполнены слѣдующія работы:

	Для станцій 1 класса:		Для станцій 2 и 3 класса:	
Вычислено мѣсячныхъ таблицъ за 1899 г.	820	{ въ 1899 г. за 1898 г. } 945	551	{ въ 1899 г. за 1898 г. } 685
Проконтролировано и отчасти перевычислено мѣсячныхъ таблицъ наблюдений за тотъ же годъ	3888	{ въ 1899 г. за 1898 г. } 3721	1591	{ въ 1899 г. за 1898 г. } 2623
Вычислено и проконтролировано годовыхъ выводовъ за 1899 г.	423	{ въ 1899 г. за 1898 г. } 379	234	{ въ 1899 г. за 1898 г. } 228

Сверхъ того вычислены и провѣрены наблюденія надъ осадками для 150 станцій, остальные наблюденія которыхъ не изданы. Данныя объ осадкахъ для этихъ станцій помещены въ соответствующемъ отдѣлѣ I части Лѣтописей за 1899 г.

1) Числа въ скобкахъ за 1898 г. приведены по новой классификаціи для сравнимости съ данными 1899 г.

Продержана *корректур* 432 полулистовъ числовыхъ таблицъ для II части Лѣтописей за 1899 г.

На разсмотрѣніе отдѣленію было передано 1827 входящихъ бумагъ, (въ томъ числѣ 700 относящихся къ основнымъ наблюденіямъ станцій II разряда за 1899 г.); остальные относятся къ дополнительнымъ наблюденіямъ тѣхъ же станцій за 1899 и 1900 гг. и къ устройству новыхъ станцій.

Отправлены отдѣленіемъ соотвѣтственнаго содержанія 1154 отношенія.

18 сентября 1900 г. была закончена обработка наблюденій за 1899 г.; печатаніе же II части Лѣтописей за 1899 г. затянулось, главнымъ образомъ по независящимъ отъ отдѣленія причинамъ, до февраля 1901 г. Закончить вычисленія уже въ сентябрѣ удалось лишь потому, что бѣольшая часть вычислителей, занимавшихся въ 1899 г. обработкою дополнительныхъ наблюденій и записей регистрирующихъ приборовъ станцій II разряда, въ отчетномъ году дѣлала вычисленія для II части Лѣтописей. Но имѣя менѣе, чѣмъ въ 1899 г., вычислителей для обработки дополнительныхъ наблюденій, мы могли только закончить вычисленіе ихъ за 1899 г. и не имѣли возможности приступить къ вычисленіямъ за 1900 г. Отдѣлъ самонищующихъ приборовъ въ Лѣтописяхъ 1899 г. пришлось сократить.

Во II части Лѣтописей за 1899 г. приведены наблюденія 460 станцій II разряда I класса и 237 станцій II разряда 2 и 3 класса, т. е. всего 697 станцій II разряда за 1899 г., 3 станцій за 1898 г. и одной станціи за 1896 г. Наблюденія 88 станцій за 1899 г. и одной за 1898 г. (Харбингъ) напечатаны полностью, наблюденія же остальныхъ станцій только въ выводахъ.

Наблюденія 3 станцій при опытныхъ лѣспичествахъ напечатаны во всей ихъ полнотѣ по желанію и на средства Лѣснаго Департамента.

По сравненію съ Лѣтописями 1898 г. общее число станцій II разряда въ Лѣтописяхъ 1899 г., правда, не увеличилось, но напечатанный въ послѣднихъ матеріалъ оказывается полнѣе, чѣмъ въ Лѣтописяхъ 1898 г.; тогда какъ за 1898 г. напечатаны наблюденія 433 станцій I класса, за 1899 г. приведены 460 станцій этого типа. Впервые въ Лѣтописяхъ 1899 г., вслѣдствіе выраженнаго Морскимъ Вѣдомствомъ пожеланія, для всѣхъ станцій II разряда приведено *число дней съ туманомъ*.

Въ той же II части Лѣтописей за 1899 г., кромѣ введенія (25 стр.) и числовыхъ таблицъ съ наблюденіями (531—280 стр.), помѣщены составленныя А. А. Каминскимъ 1) обзорѣніе станцій, наблюденія которыхъ за 1899 г. напечатаны (53 стр.), и 2) замѣчанія объ отдѣльныхъ станціяхъ (64 стр.). Въ обзорѣніи станцій приведены фамиліи гг. наблюдателей, географическія координаты станцій, высоты наружныхъ инструментовъ надъ поверхностью земли и поправки барометровъ, а также показано, какими данная станція снабжена приборами и гдѣ имѣется психрометрическая будка.

Въ замѣчаніяхъ о станціяхъ даны, кромѣ описанія новыхъ станцій, свѣдѣнія о перемѣнахъ въ установкѣ приборовъ, результаты ревизіи станцій и вновь опредѣленныя поправки барометровъ. Сверхъ того, для многихъ станцій приведены *абсолютныя высоты баромет-*

ровъ, исправленные А. А. Каминскимъ на основаніи повѣйшихъ точныхъ нивелировокъ, или же имъ вновь вычисленные; въ замѣчаніяхъ объ отдѣльныхъ станціяхъ г. Каминскій указываетъ, какими онъ воспользовался данными для опредѣленія новыхъ высотъ. Во французскомъ изданіи замѣчанія о станціяхъ сокращены.

Наблюденія станцій II разряда надъ осадками отпечатаны не только во второй, но и въ первой части Лѣтописей, вмѣстѣ съ наблюденіями станцій III разряда.

Въ отчетномъ году, подъ руководствомъ А. А. Каминскаго и П. И. Ваннари, знакомились съ работами отдѣленія лица, назначенныя на должности завѣдывающихъ отдѣленіями Екатеринбургской и Иркутской Обсерваторій, при чемъ В. Б. Шостаковичъ работалъ въ отдѣленіи станцій II разряда съ конца января до начала апрѣля, И. И. Манухинъ съ конца января до конца апрѣля, С. Я. Ганнотъ съ марта по июль и А. Р. Бейеръ въ ноябрѣ и декабрѣ. Ими, между прочимъ, по указаніямъ и подъ руководствомъ г. Каминскаго, собраны свѣдѣнія объ инструментахъ, имѣющихся на станціяхъ вновь образованныхъ сѣтей Екатеринбургской и Иркутской Обсерваторій, о поправкахъ къ этимъ инструментамъ, а также о личномъ составѣ каждой станціи, о недостаткахъ наблюдений и о томъ, на какія средства содержатся отдѣльныя станціи означенныхъ сѣтей.

Помимо справокъ, касающихся отдѣленія и упомянутыхъ въ спискѣ, приведенномъ въ гл. IV, гг. завѣдующіе отдѣленіями давали объясненія и сообщали требуемыя свѣдѣнія наблюдателямъ и другимъ лицамъ, обращающимся лично въ Обсерваторію за совѣтами относительно производства или организаціи наблюдений.

А. А. Каминскимъ были составлены, по моему порученію, записки по слѣдующимъ вопросамъ:

1) О нуждахъ отдѣленія станцій II разряда и средствахъ, необходимыхъ для исправной и своевременной обработки наблюдений, поступающихъ въ отдѣленіе.

2) О состояніи Туркестанской наблюдательной сѣти и о положеніи станцій въ Семирѣченской и Закаспійской областяхъ.

3) О желательныхъ связочныхъ нивелировкахъ между полотномъ Сибирской желѣзной дороги и реперами Сибирской нивелировки Императорскаго Русскаго Географическаго Общества; эта записка препровождена г-ну Начальнику Военно-топографическаго Отдѣла Главнаго Штаба.

Онъ-же заботился о собраніи профилей желѣзныхъ дорогъ; благодаря любезности управленій дорогъ, намъ удалось собрать коллекцію почти всѣхъ построенныхъ дорогъ. Этими профилями отдѣленіе часто пользуется для опредѣленія абсолютныхъ высотъ станцій.

Метеорологическому Бюро при Ученомъ Комитетѣ Министерства Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ сообщены отдѣленіемъ запрошенныя имъ свѣдѣнія о сельскохозяйственныхъ метеорологическихъ станціяхъ.

По моему порученію, г. Каминскій принялъ участіе въ совѣщаніи завѣдывающихъ опытными лѣсничествами и ихъ метеоролога.

А. А. Каминскимъ были выработаны маршруты для командировокъ лицъ, которымъ въ отчетномъ году была поручена ревизія станцій въ Европейской Россіи; онъ принялъ также участіе въ составленіи записокъ о состояніи этихъ (36) станцій.

Далѣе г. Каминскій помогаль мнѣ въ надзорѣ за печатаніемъ новаго изданія инструкціи метеорологическихъ станцій II разряда 1 класса, въ которомъ по сравненію съ прежними изданіями, съ разрѣшенія Императорской Академіи Наукъ, сдѣланы нѣкоторыя измѣненія.

Въ концѣ января отчетнаго года г. Каминскій участвовалъ въ первомъ Метеорологическомъ Съѣздѣ при Императорской Академіи Наукъ и исполнялъ обязанности секретаря одной изъ комиссій Съезда. О трудахъ Съезда имъ, совместно съ Е. А. Гейнцемъ, напечатана статья въ Ежемѣсячномъ метеорологическомъ бюллетенѣ.

В. Собираніе, контроль и вычисленіе основныхъ наблюденій станцій II разряда за 1900 г.

Собираніемъ, контролемъ и вычисленіемъ основныхъ наблюденій за 1900 г. завѣдывалъ Р. Р. Бергманъ, онъ велъ также соответствующую переписку. Ему помогаль контролировать наблюденія и руководить вычисленіями адъюнктъ Е. В. Мальченко съ 6 сентября по декабрь, тогда какъ остальное время отчетнаго года г. Бергманъ завѣдывалъ упомянутыми работами безъ помощника. Адъюнктъ В. М. Недзвѣдзкій велъ списки станцій и инструментовъ, вычислялъ новыя поправки термометровъ и опредѣлялъ географическія координаты новыхъ станцій. Онъ же велъ нижеупоминаемые каталоги какъ дѣйствующихъ, такъ и вновь устраиваемыхъ станцій и пополнялъ карты распредѣленія ихъ, согласно съ полученными въ разное время соответственными свѣдѣніями. Вычисленіемъ основныхъ наблюденій станцій II разряда за 1900 г. занимались среднимъ числомъ 6 вычислителей весь годъ и одинъ вычислитель въ теченіе 5 мѣсяцевъ. Въ теченіе отчетнаго года доставлено въ Обсерваторію мѣсячныхъ журналовъ за этотъ годъ:

3812	со	станцій	II	разряда	1	класса	1)
1906	»	»	II	»	2	»	
951	»	»	II	»	3	»	

Въ эти числовыя данныя не вошли наблюденія тѣхъ метеорологическихъ станцій, которыя въ 1900 г. перешли въ вѣдѣніе Екатеринбургской и Иркутской обсерваторій. Лишь за первую половину 1900 г. соответственныя наблюденія высылались, попрежнему,

1) Распредѣленіе по классамъ сдѣлано по новой классификаціи.

въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію и затѣмъ были отосланы въ Екатеринбургъ и Иркутскъ; съ 1-го же іюля, согласно съ разосланнымъ заблаговременно Главною Обсерваторіею циркуляромъ, гг. наблюдатели вновь организованныхъ стѣтей выслали наблюденія непосредственно въ Иркутскую и въ Екатеринбургскую обсерваторіи; туда же, какъ къ мѣстнымъ центральнымъ обсерваторіямъ, они обращаются за всѣми разъясненіями.

Наблюденія за отчетный годъ провѣрялись и вычислялись совершенно такимъ-же образомъ, какъ и наблюденія за 1899 г. (см. выше). Вычислителями исполнены, подъ руководствомъ Р. Р. Бергмана, слѣдующія работы:

	Для станцій:	
	1 класса.	2 и 3 класса.
Вычислено мѣсячныхъ таблицъ наблюдений за 1900 г.	803	236
Проконтролировано и отчасти перевычислено мѣсячныхъ таблицъ наблюдений за тотъ же годъ	2250	835

Отдѣленіе, попрежнему, отвѣчало на всякаго рода запросы со стороны наблюдателей и лицъ, приступающихъ къ устройству станцій, касающіеся производства наблюдений и установки инструментовъ; оно же заботилось о выясненіи, путемъ переписки, встрѣчаемыхъ при контролѣ наблюдений недоразумѣній. Въ случаѣ отказа кого либо изъ наблюдателей отъ дальнѣйшаго производства наблюдений, отдѣленіе сносилось съ заинтересованными сохраненіемъ данной станціи учрежденіями и лицами относительно пріисканія другого лица, которое бы согласилось продолжать наблюденія. Отдѣленіе заботилось также о своевременномъ поступленіи журналовъ наблюдений съ отдѣльныхъ станцій.

Присылаемыя въ Обсерваторію описанія вновь устроенныхъ и перемѣщенныхъ станцій разсматривались въ отдѣленіи, по возможности, тотчасъ же по полученіи ихъ и затѣмъ, на основаніи этихъ описаній и доставленныхъ Обсерваторіи наблюдений, дѣлались, въ случаѣ надобности, указанія гг. наблюдателямъ о желательныхъ улучшеніяхъ или запрашивались отъ нихъ дополнителныя свѣдѣнія. На отдѣленіи лежала, между прочимъ, и забота о возможно точномъ опредѣленіи абсолютныхъ высотъ станцій, причемъ оно обращалось къ содѣйствию какъ наблюдателей, такъ и другихъ лицъ и разныхъ учреждений и сообщало лицамъ, любезно изъявляющимъ готовность произвести нивелировку, съ какою точкою слѣдуетъ связать барометръ данной станціи.

Независимо отъ вышеупомянутой корреспонденціи, отдѣленію было передано на разсмотрѣніе и для отвѣта 1009 входящихъ бумагъ, относящихся къ основнымъ наблюденіямъ станцій II разряда за 1900 г. Отправлено отдѣленіемъ 841 отношеніе соотвѣтственнаго содержанія.

Въ отдѣленіи ведутся каталоги дѣйствующихъ станцій (карточнѣй, въ которомъ станціи расположены въ алфавитномъ порядкѣ, и въ особыхъ тетрадахъ, гдѣ станціи сгруп-

пированы по губерніямъ) и списки пунктовъ, гдѣ предполагается открыть станціи, а кромѣ того для каждой станціи имѣется тетрадь со спискомъ ея инструментовъ и со свѣдѣніями о поправкахъ послѣднихъ. Современное распредѣленіе станцій представлено на картахъ (булавками). Отдѣленіе собираетъ также виды станцій и ихъ окрестностей; эти виды хранятся въ особыхъ альбомахъ.

Наблюденія различныхъ станцій, по мѣрѣ надобности, выдавались во временное пользованіе другимъ отдѣленіямъ. Отдѣленіе выдавало испрашиваемыя свѣдѣнія о результатахъ наблюденій за 1899 и 1900 гг., равно какъ и списки существующихъ метеорологическихъ станцій II разряда въ разныхъ частяхъ Имперіи, отвѣчая на соотвѣтствующіе запросы разныхъ вѣдомствъ и частныхъ лицъ.

Въ началѣ отчетнаго года сданы въ архивъ журналы наблюденій станцій II разряда за 1898 г.

Г. Собираніе и обработка дополнительныхъ наблюденій и самопишущихъ приборовъ станцій II разряда.

Этими работами завѣдывалъ, какъ и ранѣе, А. А. Каминскій.

Провѣрять наблюденія *надъ температурою поверхности земли, температурою почвы на разныхъ глубинахъ и надъ испареніемъ воды въ тѣни* ему помогали П. И. Ваннари и А. Н. Желтухинъ — послѣдній до октября. Наблюденія *надъ продолжительностью солнечнаго сіянія* провѣрялъ, подъ руководствомъ А. А. Каминскаго, В. М. Недзвѣдзкій. Вычисленіемъ означенныхъ наблюденій за 1899 г. занимались въ отчетномъ году 3 вычислителя 8 мѣсяцевъ.

Обработка дополнительныхъ наблюденій станцій II разряда за 1899 г. окончена въ сентябрѣ 1900 г.; результаты этихъ наблюденій напечатаны въ первой части Лѣтописей за 1899 г., гдѣ даны мѣсячныя среднія величины (за отдѣльные сроки) температуры поверхности земли для 143 станцій (въ Лѣтописяхъ 1898 г. — для 123), мѣсячныя среднія температуры почвы на разныхъ глубинахъ для 117 станцій (въ 1898 г. — 101), мѣсячныя количества испаренія для 122 станцій (въ 1898 г. — 115), продолжительность солнечнаго сіянія за отдѣльные дни для 89 станцій (въ 1898 г. — 61). Въ введеніи къ соотвѣтствующему отдѣлу Лѣтописей сообщены свѣдѣнія объ установкѣ употреблявшихся для наблюденій инструментовъ, равно какъ и о принятыхъ на отдѣльныхъ станціяхъ методахъ наблюденій.

Въ 1900 г. доставлялись непосредственно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію наблюденія:

надъ температурою поверхности земли	съ 184 станцій
надъ температурою почвы на разныхъ глубинахъ	» 113 »
надъ испареніемъ воды въ тѣни	» 124 »
записи гелиографовъ	» 95 »

Къ обработкѣ дополнительныхъ наблюдений за 1900 г. хотя и было приступлено, но такъ какъ этой работой могъ заниматься только одинъ вычислитель и притомъ весьма непродолжительное время, то она подвинулась весьма мало, а именно, вычислено 76 таблицъ солнечнаго сіянія за 1900 г. и провѣрены такія-же 103 таблицы.

На нѣкоторыхъ станціяхъ II разряда, кромѣ гелиографовъ, имѣются также и другіе *самопишущіе приборы*, записи которыхъ доставляются въ Обсерваторію. За 1900 г. получены записи:

барографовъ . . .	съ 30 станцій
термографовъ . . .	» 29 »
гигрографовъ . . .	» 19 »
анемографовъ . . .	» 5 »
лимниграфа	» 1 »

Въ эти числа не вошли станція, съ которыхъ записи самоотмѣчающихъ приборовъ доставляются въ Екатеринбургскую и Иркутскую обсерваторіи.

На нѣсколькихъ станціяхъ обработка записей самопишущихъ приборовъ производится учредителями этихъ станцій или завѣдывающими ими, безъ всякаго за то вознагражденія, лишь изъ желанія принести посильную пользу. Число лицъ, доставляющихъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи произведенную по ея инструкціямъ обработку записей барографовъ и термографовъ въ 1900 г., увеличилось; съ глубокой благодарностью за ихъ трудъ на пользу нашей науки ниже перечисляю гг. корреспондентовъ Обсерваторіи, доставлявшихъ ей въ отчетномъ году результаты обработки записей самопишущихъ приборовъ:

Фамиліи гг. корреспондентовъ.	Названія станцій, гдѣ дѣйствовали приборы.	Записи какихъ именно приборовъ.
А. С. Бялыницкій-Бируля	Новое Королево (Витебской губ.).	Барографа и термографа.
И. А. Пульманъ	Богородицкое (Курской губ.).	Барографа, термографа и гигрографа.
Капитанъ С. С. Соколовъ Князь П. П. Трубецкой и Е. С. Иловайская . . .	Тула.	Барографа, термографа и гигрографа.
Г. А. Яковлевъ	Плоти. Сагуны.	Барографъ и термографа. Барографа, термографа и гигрографа.

Въ отдѣленія станцій II разряда обработкой записей барографовъ и термографовъ занимался одинъ вычислитель въ теченіе 6 мѣсяцевъ; провѣрялъ ихъ вычисленія М. В. Недзвѣдскій, подъ руководствомъ г. Каминскаго. Въ отчетномъ году обработаны въ отдѣленія записи слѣдующихъ приборовъ:

Записи какого именно прибора.	Какой станціи.	За какое время.
1) термографа Ришара . . .	Новороссійскъ.	за 5 мѣсяцевъ 1898 г.
2) термографа Ришара . . .	Александровскъ (Арх. г.).	за 2 мѣсяца 1899 г.
3) термографа Ришара . . .	Ивангородъ.	за 6 мѣсяцевъ 1899 г.
4) термографа Ришара . . .	Лубны (гимназія).	за 5 мѣсяцевъ 1899 г.
5) барографа Ришара . . .	Лубны (гимназія).	за 6 мѣсяцевъ 1899 г.

Сверхъ того, провѣрена обработка записей барографовъ и термографовъ станцій въ Новомъ Королевѣ и въ Плотяхъ.

Въ первой части Лѣтописей за 1899 г. напечатаны результаты обработки записей:

- 1) Барографовъ станцій Лубны, Новое Королево и Плоты за 1899 г.;
- 2) термографовъ станцій Ивангородъ, Лубны, Новое Королево и Плоты за 1899 г.;
- 3) термографа станціи въ Новороссійскѣ за 1898 г.

Отдѣленіе разсматривало получаемыя имъ записи и заботилось объ устраненіи замѣчаемыхъ въ нихъ недостатковъ, зависящихъ отъ неправильнаго ухода за приборами или отъ другихъ причинъ. Оно давало также, попрежнему, указанія относительно обработки записей лицамъ, желающимъ ею заняться.

Въ отдѣленіи станцій II разряда собираются также и наблюденія надъ *видомъ и направленіемъ движенія* облаковъ, производимыя на станціяхъ II разряда помощью нефоскоповъ или же безъ приборовъ, и ведется переписка съ гг. наблюдателями по поводу этихъ наблюденій.

Въ отчетномъ году наблюденія надъ облаками въ 3 срока доставлялись непосредственно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію изъ 194 станцій; на 2 станціяхъ облака наблюдались ежечасно съ утра до вечера и на одной станціи въ 6 сроковъ.

Помощью нефоскопа Фипемана наблюденія дѣлались на 7 станціяхъ (Гольдингенъ, Кирилловъ, Конь-Колодезь, Тамбовъ, Уфа и Херсонъ).

Разработку наблюденій станцій II разряда надъ *видомъ и движеніемъ* облаковъ за 1897 г., которыя производились по международному соглашенію, принялъ на себя П. И. Ваннари, который надѣется закончить эту работу въ 1901 г.

VIII. Отдѣленіе станцій III разряда.

Работами въ отдѣленіи станцій III разряда руководилъ въ отчетномъ году, попрежнему, завѣдывающій отдѣленіемъ Э. Ю. Бергъ.

Обязанности физика исполнялъ Н. П. Комовъ, обязанности же адъюнкта — А. И. Гарнакъ.

Въ качествѣ 2-го сверхштатнаго физика работалъ половину служебнаго времени за небольшое вознагражденіе Н. В. Тихомировъ; 20-го августа отчетнаго года онъ оста-

вилъ службу въ Обсерваторіи, такъ какъ ему было предложено болѣе выгодное мѣсто преподавателя математики въ одномъ изъ здѣшнихъ учебныхъ заведеній.

Постоянными вычислителями состояли М. Н. Сырейчиковъ и П. А. Максимова. Кромѣ того были исполнены вспомогательныя работы по вычисленію наблюдений, чтенію корректуръ и проч., въ неслужебное время, за особую плату, А. И. Гарнакомъ и г-жами П. А. Максимовой, З. А. Максимовой и А. Ф. Гарнакъ.

Изъ поименованныхъ лицъ отпусками пользовались: Э. Ю. Бергъ на 3 недѣли, Н. П. Комовъ на 1 мѣсяць, А. И. Гарнакъ на 12 дней, П. А. Максимова на 1 мѣсяць.

Работы по завѣдыванію стѣію метеорологическихъ станцій III разряда, обработка и изданіе наблюдений надъ атмосферными осадками, грозами, снѣжнымъ покровомъ и вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ станцій II и III разряда, а равно и канцелярскія работы, исполнявшіяся въ отдѣленіи, помимо общей канцеляріи, производились въ томъ же видѣ, какъ и въ предыдущіе годы. Подробное перечисленіе всѣхъ текущихъ научныхъ, административныхъ и канцелярскихъ работъ въ отдѣленіи станцій III разряда было дано въ отчетѣ за 1899 годъ (стр. 38 и 39).

Несмотря на затруднительное положеніе, въ которомъ отдѣленіе находится въ послѣдніе годы, вслѣдствіе несоотвѣтствія личнаго его состава и возложенныхъ на него обязанностей, оно выполнило и въ отчетномъ году нѣкоторыя экстренныя неотложныя работы, но при этомъ, несмотря на чрезвычайныя усилія, ему удалось лишь отчасти сохранить установленный порядокъ въ исполненіи регулярныхъ работъ; а именно: съ одной стороны произошло неизбежное замедленіе въ изданіи обрабатываемыхъ и печатаемыхъ наблюдений за 1899 годъ, а съ другой стороны пришлось перенести часть другихъ текущихъ работъ на 1901 г., которыя слѣдовало бы исполнить въ отчетномъ году.

По примѣру предшествующихъ лѣтъ мы приводимъ здѣсь нѣкоторыя свѣдѣнія, характеризующія размѣры входящей и исходящей почты и поступившаго въ отдѣленіе станцій III разряда матеріала наблюдений въ 1900 году:

Число входящихъ пакетовъ и посылокъ	13376
въ нихъ заключалось: 1) официальныхъ бумагъ	2588
2) дождемѣрныхъ мѣсячныхъ таблицъ	10281
3) грозovýchъ мѣсячныхъ таблицъ	6950
4) снѣгомѣрныхъ » »	9241
5) свѣдѣній о вскрытіи и замерзаніи водъ	4167
Число исходящихъ пакетовъ и посылокъ	6120
въ нихъ заключалось: официальныхъ бумагъ	2770

Число станцій II и III разрядовъ въ предѣлахъ Россійской Имперіи, выславшихъ въ 1900 г. наблюденія надъ атмосферными осадками, грозами и снѣжнымъ покровомъ Нико-

лаевской Главной Физической Обсерваторіи и подвѣдомственнымъ ей филиальнымъ Обсерваторіямъ было слѣдующее ¹⁾):

	Станціи II и III разр. выславшія наблюденія надъ:		
	атмосферными осадками.	грозами.	снѣжнымъ покровомъ.
Въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію	1507	1172	1416
» Тифлисскую Обсерваторію	214	80	144
» Екатеринбургскую Обсерваторію	192	151	186
» Иркутскую Обсерваторію	79	43	45
Всего	1992	1446	1791

Эти станціи распредѣляются слѣдующимъ образомъ:

	дождемѣрныя	грозовыея	снѣгомѣрныя
Европейская Россія	1472	1166	1435
Кавказъ	229	94	153
Азіатская Россія	291	186	203

Общее число станцій III разряда дѣйствовавшихъ въ 1900 г. въ предѣлахъ Россійской Имперіи равняется 1473, въ этомъ числѣ 1044 дождемѣрныя; остальные 429 станцій доставляли только грозовыея и снѣгомѣрныя наблюденія.

Подробныя свѣдѣнія о состояніи сѣтей Тифлисской, Екатеринбургской и Иркутской обсерваторій сообщены въ помѣщенныхъ ниже отчетахъ директоровъ означенныхъ обсерваторій.

Въ отчетномъ году Николаевская Обсерваторія, за недостаткомъ средствъ, могла снабдить на свой счетъ дождемѣрами съ защитою Нифера только слѣдующія 18 станцій III разряда:

1. Гавриловское.	7. Тельвисочное.	13. Шакале.
2. Слюсаревскій пос.	8. Оздамичи.	14. Екатерининское.
3. Любимъ.	9. Екатериновка.	15. Любицкое.
4. Оргѣвъ.	10. Александровъ-Грушевскъ.	16. Серегово.
5. Бершадь.	11. Курнаково-Липовское.	17. Оминки.
6. Лебеди, хуторъ.	12. Лида.	18. Никитское.

¹⁾ Приведенныя числа станцій за отчетный годъ слѣдуетъ считать предварительными; вполнѣ точныя числа станцій II и III разр., а равно и общее число ихъ дается въ Лѣтописяхъ, которыя издаются позже годового отчета.

Кромѣ того еще было разослано на счетъ Обсерваторіи 28 существующимъ уже станціямъ 31 дождемѣрный сосудъ, 9 воронкообразныхъ щитовъ и 21 измѣрительный стаканъ для ремонта поврежденныхъ дождемѣровъ.

Въ отчетномъ году Обсерваторія получила заявленія о желаніи производить метеорологическія наблюденія еще отъ 75 лицъ, которымъ однако не могли быть высланы дождемѣры, отчасти за неимѣніемъ средствъ, отчасти потому, что устройство дождемѣрной станціи въ мѣстѣ жительства нѣкоторыхъ изъ этихъ лицъ не представляло необходимости, такъ какъ поблизости уже имѣлись дождемѣрные или болѣе полныя метеорологическія станціи. Обсерваторія предложила 59 изъ этихъ лицъ производить наблюденія надъ грозами, снѣжнымъ покровомъ и вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ, не требующія особыхъ приборовъ. Остальнымъ лицамъ было сообщено, что Обсерваторія охотно будетъ имѣть ихъ въ виду, если станціи, дѣйствующія уже въ предлагаемомъ пунктѣ или же вблизи его, прекратятъ производство наблюденій.

Въ теченіе 1900 года Обсерваторія получила обратно изъ 46 станціи, снабженныхъ въ свое время, на ея средства дождемѣрами, 76 дождемѣрныхъ сосудовъ, 23 измѣрительныхъ стакана и 16 воронкообразныхъ щитовъ.

Изъ нихъ оказались негодными для дальнѣйшаго употребленія 30 сосудовъ и 2 стакана.

Остальными дождемѣрами, возвращенными въ 1900 году, отчасти-же и въ 1899 г., Обсерваторія воспользовалась для замѣны ими 34 поврежденныхъ дождемѣрныхъ сосудовъ, 9 разбитыхъ измѣрительныхъ стакановъ и 10 поврежденныхъ воронкообразныхъ щитовъ на дѣйствовавшихъ въ отчетномъ году станціяхъ III разряда, а также для устройства 6 новыхъ дождемѣрныхъ станціи.

Наконецъ слѣдуетъ замѣтить, что изъ 30 дождемѣрныхъ станціи, прекратившихъ производство наблюденій въ 1900 году, отчасти же въ 1899 году¹⁾, не получены обратно высланные на счетъ Обсерваторіи дождемѣры, несмотря на неоднократныя просьбы со стороны Обсерваторіи, въ виду чего эти 30 паръ дождемѣровъ пока пужно считать потерянными; станціи эти слѣдующія:

Богдановка	Говоры	Коробици
Буброво	Горшково	Кузьмичи
Бѣлогузово	Гуляй-Борисовка	Лелло
Бѣлка	Житковичи	Малиновцизна
Великій Дворъ	Инжавино	Новоградъ Вольнскій
Геринь	Князицево	Новохонерскъ

1) Что касается приведенныхъ въ отчетѣ за 1899 г. станціи, то слѣдуетъ замѣтить, что изъ ст. Кривчунки и Ходчи дождемѣры получены обратно въ 1900 г.; на ст. Великокняжеской и Мясскомъ заводѣ наблюденія возобновились, а наблюдатель ст. Ушомиръ продолжаетъ ваблюденія въ Татарновичахъ.

Оброчное	Рыльскъ	Троицкое
Орловъ	Самодуровка	Тыркишли
Орша	Сѣвскъ	Чаллино
Покровское-Березовское	Тесово	Шарканъ.

Въ отчетномъ году въ отдѣленіи были вычислены годовые выводы изъ наблюдений надъ атмосферными осадками за 1899 г., выводы изъ наблюдений надъ грозами и вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ за 1899 г. и надъ снѣжнымъ покровомъ за зиму 1898—1899 гг. Обработка наблюдений надъ грозами за 1899 г., произведенныхъ *впервые* по измѣненной инструкціи (см. отчетъ за 1898 г. стр. 47), потребовала особенно тщательнаго критическаго разбора; для устраненія различнаго рода неправильностей въ грозовыхъ записяхъ отдѣленіе выслало 254 станціямъ дополнительныя подробныя указанія относительно производства и записыванія этихъ наблюдений.

Кромѣ того вычислялись наблюденія надъ осадками за мѣсяцы январь—ноябрь текущаго 1900 года, при чемъ велась переписка съ наблюдателями относительно производства и записыванія наблюдений, исправности дождемѣровъ и правильности ихъ установки.

Вслѣдствіе измѣненія разницы между старымъ и новымъ стилемъ, послѣдовавшаго съ 29 февраля 1900 г. по стар. ст., было необходимо подвергать получаемыя записи наблюдений надъ всѣми вышеупомянутыми элементами тщательной провѣркѣ; для устраненія встрѣчавшихся недоразумѣній относительно стиля отдѣленіе отпратило 430 справокъ и объясненій.

Всѣ вышеупомянутыя работы производились преимущественно физикомъ Н. П. Комовымъ при помощи 2-го, сверхштатнаго, физика и 2 вычислителей. Во время печатанія выводовъ за 1899 г. завѣдывающимъ отдѣленіемъ составлялись введенія и замѣчанія къ наблюдениямъ и подъ его руководствомъ былъ подготовленъ къ печати алфавитный указатель 2216 станцій II и III разрядовъ къ выводамъ за 1899 г., съ показаніемъ губерній, фамилій наблюдателей, координатъ станцій, высотъ станцій надъ уровнемъ моря, высотъ дождемѣровъ надъ поверхностью земли, разрядовъ станцій и рода наблюдений, помѣщенныхъ для каждой станціи въ отдѣльныхъ выводахъ.

Печатаніе выводовъ изъ вышеупомянутыхъ наблюдений за 1899 г., введеній къ нимъ и алфавитнаго указателя станцій было почти окончено къ концу отчетнаго года.

Число корректуръ, прочитанныхъ въ теченіе 1900 года, равняется 158 полулистамъ (въ томъ числѣ 141 числовая табл.), не считая корректуръ инструкцій, таблицъ для записыванія наблюдений, циркуляровъ и проч.

Отдѣленіе послало въ отчетномъ году 978 требованій о высылкѣ недостающихъ наблюдений надъ осадками, грозами и снѣжнымъ покровомъ.

Въ карточномъ каталогѣ станцій были отмѣчены свѣдѣнія:

о вновь открываемыхъ станціяхъ II и III разрядовъ	248
о станціяхъ прекратившихъ производство наблюденій	473
о перемѣнахъ наблюдателей	89

Въ 1900 г. были потребованы обратно дождемѣры отъ станцій, прекратившихъ производство наблюденій, а именно въ первый разъ отъ 101 станціи, а вторично отъ 32 станцій.

Просмотрѣно 216 новыхъ описаній установки дождемѣра или сообщеній объ измѣненіяхъ въ установкѣ и системѣ дождемѣровъ.

Далѣе были опредѣлены географическія координаты 235 новыхъ станцій и высота надъ уровнемъ моря 120 станцій.

Въ началѣ отчетнаго года отдѣленіемъ были высланы выводы изъ наблюденій за 1898 г. 1135 станціямъ.

Годовой-же запасъ таблицъ для записыванія наблюденій и конвертовъ для бесплатной ихъ высылки въ Обсерваторію на 1901 годъ былъ отправленъ въ октябрѣ 1900 г. 1820 станціямъ II и III разряда, находящимся въ вѣдѣніи Николаевской Главной Физической Обсерваторіи. Остальнымъ метеорологическимъ станціямъ, подвѣдомственнымъ въ настоящее время Тифлисской, Екатеринбургской и Иркутской Обсерваторіямъ, она выслала годовой запасъ таблицъ и конвертовъ черезъ посредство названныхъ обсерваторій.

Важнымъ событіемъ въ отчетномъ году является передача метеорологическихъ станцій въ Пермской и въ большей части Азіатской Россіи въ вѣдѣніе Екатеринбургской и Иркутской Обсерваторій. Для этой цѣли отдѣленіе обратилось въ первой половинѣ отчетнаго года къ 141 станціямъ III разряда въ Пермской, Тобольской и Томской губерніяхъ и въ Тургайской, Акмолинской и Семипалатинской областяхъ съ просьбою, впредь доставлять наблюденія въ Екатеринбургскую Обсерваторію, а къ 19 станціямъ III разряда въ Иркутской и Енисейской губерніяхъ и въ Якутской и Забайкальской областяхъ — съ просьбою высылать наблюденія въ Иркутскую Обсерваторію.

Обработка наблюденій надъ осадками, грозами и снѣжнымъ покровомъ означенныхъ станцій будетъ производиться въ этихъ-же обсерваторіяхъ; выводы же изъ упомянутыхъ наблюденій будутъ доставляться въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію для печатанія въ издаваемыхъ ею Лѣтописяхъ.

Такъ какъ и дальнѣйшее развитіе сѣтей станцій въ вышеупомянутыхъ районахъ и на Кавказѣ¹⁾ возложено на филиальныя Обсерваторіи, то дѣятельность отдѣленія въ будущемъ будетъ сосредоточена преимущественно на сѣти метеорологическихъ станцій въ Европейской Россіи.

Что касается до наблюденій надъ вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ, то, по разнымъ

1) См. Отчетъ за 1899 г. стр. 42.

причинамъ, оказалось болѣе цѣлесообразнымъ продолжать обработку этихъ данныхъ въ Главной Физической Обсерваторіи, въ виду чего филиальныя обсерваторіи будутъ высы- лать ей ежегодно получаемыя отъ метеорологическихъ станцій записи этихъ наблюдений.

Для достиженія возможно однороднаго характера критики и обработки наблюдатель- наго матеріала, получаемаго филиальными обсерваторіями, независимо отъ личнаго озна- комленія съ работами Отдѣленія гг. завѣдующихъ вновь открытыми отдѣленіями филиаль- ныхъ обсерваторій, директорамъ этихъ обсерваторій была препровождена для свѣдѣній и руководства подробная записка о принятомъ у насъ способѣ обработки и составленіи выво- довъ изъ наблюдений надъ атмосферными осадками, грозами и снѣжнымъ покровомъ.

Въ связи съ переходомъ метеорологическихъ станцій въ вѣдѣніе филиальныхъ обсер- ваторій въ отдѣленіи были выработаны также болѣе подробныя правила для представленія наблюдателей станцій III разряда къ утвержденію въ почетномъ званіи Корреспондента Обсерваторіи.

Кромѣ многочисленныхъ справокъ, вызванныхъ различными запросами со стороны наблюдателей, отдѣленіе сообщало, по прежнему, по просьбѣ Прусскаго Правительства, г. президенту провинціи Западной Пруссіи въ зимніе мѣсяцы ежедневныя свѣдѣнія о состо- яніи снѣжнаго покрова въ бассейнѣ р. Вислы. По особой просьбѣ Прусскаго Правительства были составлены свѣдѣнія о средней температурѣ и о количествѣ осадковъ въ бассейнѣ р. Вислы за февраль и мартъ 1900 года.

Профессору Б. И. Срезневскому въ Юрьевѣ высылались ежемѣсячно копіи съ дождемѣрныхъ наблюдений станцій II и III разрядовъ въ Лифляндской губерніи.

Упомянутыя работы производились за особую плату въ неслужебное время.

Сверхъ того Отдѣленіе выдало тѣ справки, которыя выпали на его долю, въ списокѣ сообщенномъ на стр. 11.

Для ежемѣсячнаго бюллетеня, издаваемаго Обсерваторіею, въ отдѣленіи производи- лись вычисленія наблюдений надъ осадками, грозами и снѣжнымъ покровомъ станцій II и III разрядовъ, входящихъ въ таблицы бюллетеня. Эти снѣжныя работы исполнялись, по- прежнему, подъ руководствомъ завѣдывающаго отдѣленіемъ, адъюнктомъ А. И. Гарна- комъ въ вечерніе часы, за особую плату.

Вслѣдствіе вышеназванныхъ экстренныхъ, неотложныхъ работъ, и ухода въ августѣ отчетнаго года второго, сверхштатнаго, физика, В. Н. Тихомирова, несмотря на то, что по- прежнему завѣдывающій, физикъ и адъюнктъ отдѣленія работали въ неслужебное время, въ совокупности 720 часовъ, болшею частью за особую плату, слѣдующія работы не могли быть начаты въ отчетномъ году:

1. Критическій разборъ наблюдений надъ осадками за 1900 годъ.
2. Обработка наблюдений надъ грозами за 1900 г. и надъ снѣжнымъ покровомъ за зиму 1899—1900 гг.

Точно такъ же не могли быть своевременно исполняемы разныя административныя и канцелярскія работы, необходимыя для успѣшнаго веденія дѣла, какъ напримѣръ: система-

тичное веденіе карточнаго каталога наблюдателей, станціонной карты и отмѣтокъ свѣдѣній, требуемыхъ при представленіи наблюдателей къ утвержденію въ почетномъ званіи Корреспондента Обсерваторіи и т. п. Наконецъ, и разсылка выводовъ за 1899 г. метеорологическимъ станціямъ не состоялась въ отчетномъ году, такъ какъ печатаніе выводовъ окончилось лишь 15 января 1901 года, т. е. опоздало на $1\frac{1}{2}$ мѣсяца въ сравненіи съ предыдущимъ годомъ.

Во избѣжаніе еще бѣльшихъ затрудненій при исполненіи текущихъ работъ въ слѣдующемъ 1901 году оказалось необходимымъ принять нѣкоторыя рѣшительныя мѣры, а именно пріостановить пока дальнѣйшее развитіе сѣти станцій и ввести кромѣ того сокращеніе въ обработкѣ наблюденій надъ снѣжнымъ покровомъ, требующей значительной траты времени, а именно, начиная съ зимы 1899—1900 гг., не вычислять и не печатать въ выводахъ *чиселъ дней съ снѣжнымъ покровомъ*, а ограничиться лишь вычисленіемъ и печатаніемъ данныхъ средней толщины покрова за декады.

Въ началѣ отчетнаго года завѣдывающій отдѣленіемъ принималъ участіе въ работахъ и засѣданіяхъ комиссій Перваго Метеорологическаго Съѣзда, при Императорской Академіи Наукъ, при чемъ имъ были представлены слѣдующія записки:

- 1) объ организаціи наблюденій надъ плотностью снѣжнаго покрова,
- 2) о необходимости печатанія наблюденій надъ атмосферными осадками въ возможно полномъ видѣ,
- 3) объ организаціи наблюденій надъ интенсивностью количества осадковъ (ливней).

Эти записки напечатаны въ протоколахъ Съѣзда (см. приложенія къ проток. стр. 96).

Имъ-же были выработаны, по моему порученію, подробныя смѣты и схемы для печатанія, согласно съ желаніемъ Метеорологическаго Съѣзда, въ лѣтописяхъ наблюденій надъ атмосферными осадками полностью, а равно и для введенія на метеорологическихъ станціяхъ наблюденій надъ плотностью снѣга и надъ интенсивностью количества осадковъ.

Къ сожалѣнію эта организація не осуществилась въ отчетномъ году, вслѣдствіе отказа въ необходимомъ для этой цѣли увеличеніи средствъ.

Въ знакъ признательности за заслуги по изслѣдованію климата Россіи, оказанныя безвозмезднымъ исправнымъ веденіемъ подробныхъ наблюденій надъ осадками, грозами и снѣжнымъ покровомъ въ теченіе не менѣе 5 лѣтъ на метеорологическихъ станціяхъ III разряда, Императорская Академія Наукъ, по представленію Обсерваторіи, удостоила весною 1900 года слѣдующихъ лицъ почетнаго званія Корреспондента Николаевской Главной Физической Обсерваторіи:

- О. Е. Арбузовъ въ с. Алтуховѣ.
 И. Н. Галкинъ » г. Красноуфимскѣ.
 А. К. Беръ » с. Ацхурахъ.
 Г. А. фонъ Фессингъ » с. Балаклеѣ.
 А. М. Алексѣевъ » с. Богданахъ.
 С. Я. Ракуса-Суцевскій » им. Болинѣ.
 П. В. Щедринъ » д. Веретьѣ.
 М. Ф. Малютинъ » с. Головцевѣ.
 А. Г. Протопоповъ » г. Гурьевѣ.
 Д. Р. Гогнѣвъ » с. Делижанѣ.
 Г. М. Любовь » приг. Заинскѣ.
 А. С. Троицкій » с. Застижѣ.
 Н. И. Альмендингеръ » д. Измайловѣ.
 М. М. Остроумовъ » г. Карсунѣ.
 Г. А. Ивановъ » г. Кинешмѣ.
 К. А. Волковъ » х. Кодымѣ.
 В. Е. Петровъ » г. Коломпѣ.
 О. О. Девятовъ » с. Курачинскомъ.
 В. С. Баташевъ » им. Малиновцизнѣ.
 О. Ф. Садовскій » с. Межевѣ.
 А. М. Еджубовъ » с. Мцхетѣ.
 М. Е. Кутневскій » с. Покровскомъ.
 А. С. Лебедевъ » г. Поневѣжѣ.
 С. И. Иваницкій » м. Понорницѣ.
 И. Д. Денисовъ » с. Русскомъ Кандызѣ.
 С. А. Рублевъ » с. Салдинскомъ.
 Ф. И. Чижевъ » г. Семеновѣ.
 С. И. Любославовъ » с. Солдатской Ташлѣ.
 А. И. Ранидовъ » с. Сосновомъ Солонцѣ.
 Н. П. Воротниковъ » г. Ставрополѣ.
 О. И. Соколовъ » с. Старой Дегтянкѣ.
 П. А. Кубышкинъ » с. Тагаѣ.
 М. А. Волковъ » м. Троицкомъ.
 А. В. Воробьевъ » с. Ундорахъ.
 П. Л. Верниковскій » с. Хотаевичахъ.
 В. П. Ширяевъ » г. Чухломѣ.
 А. А. Павловъ » с. Шакшерѣ.

IX. Отдѣленіе по изданію ежедневнаго метеорологическаго бюллетеня.

А) Личный составъ и распредѣленіе работъ.

Завѣдывающимъ отдѣленіемъ состоялъ по прежнему Б. А. Керсновскій, штатнымъ физикомъ С. Д. Грибоѣдовъ и обязанности второго физика исполнялъ И. П. Семеновъ.

Адьюнктами отдѣленія состояли: В. С. Небржидовскій, І. А. Егоровъ, А. Т. Кузнецовъ, М. П. Умаровъ и Э. Э. Нейманъ,— послѣдній по преимуществу исполнялъ чертежныя работы.

Изъ поименованныхъ лицъ въ отчетномъ году пользовались отпускомъ: завѣдывающій отдѣленіемъ — два мѣсяца, а оба физика и три адьюнкта по одному мѣсяцу.

Въ виду того, что С.-Петербургская Дума отпустила нѣкоторыя средства на систематическую организацію предупрежденій объ угрожающихъ столицѣ наводненіяхъ, Обсерваторія озаботилась устройствомъ спеціальныхъ водомѣрныхъ станцій на протяженіи Финскаго залива; вмѣстѣ съ тѣмъ выяснилась необходимость усилить личный составъ отдѣленія. Такимъ образомъ во второй половинѣ отчетнаго года въ отдѣленіи работали для подготовки къ должности физика слѣдующія лица: приглашенный изъ отдѣленія лѣтписей А. П. Тольскій, А. Н. Желтухинъ, В. Л. Полонскій и Н. Н. Малышевъ.

А. П. Тольскій вскорѣ покинулъ Отдѣленіе, перейдя на службу по Министерству Земледѣлія, А. Н. Желтухинъ, оставаясь въ Отдѣленіи, былъ переведенъ на другія работы, болѣе соотвѣтствующія его склонностямъ, В. Л. Полонскій и Н. Н. Малышевъ до конца года практиковались подъ руководствомъ физиковъ въ составленіи синоптическихъ картъ и пріобрѣтали навыкъ въ пользованіи таковыми для предсказанія погоды.

Занятія въ Отдѣленіи продолжались попрежнему ежедневно, не исключая воскресныхъ и праздничныхъ дней, съ 9-ти час. утра до 3½ час. дня и отъ 6 до 8½ часовъ вечера. Дѣятельность отдѣленія состояла попрежнему въ вычисленіи получаемыхъ и въ составленіи отправляемыхъ метеорологическихъ телеграммъ, въ составленіи ежедневныхъ картъ погоды и въ изготовленіи бюллетеня, въ отправкѣ штормовыхъ предостереженій въ приморскіе пункты, предостереженій на желѣзныя дороги и спеціальныхъ предсказаній погоды въ разныя мѣстности Россіи и, наконецъ, въ сопряженныхъ съ этою дѣятельностью обработкахъ матеріаловъ и изслѣдованій.

Б) Обмѣнъ метеорологическими телеграммами, ежедневный бюллетень и пополненіе синоптическихъ картъ.

Въ отчетномъ 1900 году число получаемыхъ ежедневныхъ метеорологическихъ телеграммъ нѣсколько увеличилось, а именно отдѣленіе получало ежедневно 270 метеорологи-

ческихъ телеграммъ, изъ которыхъ 187 утреннихъ и 83 послѣ-полуденныхъ; изъ 190 станцій, высылающихъ метеорологическія телеграммы, было 123 русскихъ и 67 заграничныхъ.

Карта станцій, высылающихъ въ Обсерваторію ежедневныя метеорологическія телеграммы, съ указаніемъ высотъ барометровъ надъ уровнемъ моря, была напечатана по прежнему въ началѣ отчетнаго года въ видѣ особаго приложенія къ бюллетеню.

Какъ и въ предшествующемъ году, станція Петрозаводскъ часто прерывала регулярную высылку метеорологическихъ депешъ, что впрочемъ не наносило большого ущерба въ виду введенія въ бюллетень станція Повѣнецъ, сосѣдней съ Петрозаводскомъ.

Крупныя пробѣлы въ данныхъ о барометрическомъ давленіи встрѣчались въ депешахъ изъ Мезени и Усть-Сысольска. Последняя станція, важная по положенію, вообще далеко неисправна, и потому для Отдѣленія было особенно отрадно ввести въ бюллетень съ поября мѣсяца станцію Усть-Цыльма, занимающую еще болѣе выгодное положеніе въ сѣверовосточномъ районѣ Европейской Россіи.

Число отправляемыхъ ежедневно метеорологическихъ телеграммъ осталось безъ измѣненія, — а именно отдѣленіе высылало каждый день въ опредѣленные часы 42 телеграммы, изъ которыхъ 29 въ разныя мѣста Имперіи и 13 за границу. Сверхъ того, въ теченіе отчетнаго года дежурными физиками было послано болѣе 2700 телеграммъ съ предостереженіями о штормахъ въ приморскія станціи, о метеляхъ на желѣзныя дороги и съ спеціальными предсказаніями погоды для отдѣльныхъ мѣстностей.

Ежедневный бюллетень издавался попрежнему безъ измѣненій, число станцій, печатаемыхъ въ бюллетенѣ, осталось то-же, что и въ предшествующемъ году, а именно, русскихъ станцій печаталось 98 и заграничныхъ 58 — всего 156 станцій.

Опоздавшія телеграммы съ русскихъ станцій (полученныя послѣ 2½ часовъ дня) печатались, какъ и раньше, въ видѣ мѣсячныхъ прибавленій къ бюллетеню.

Подписка на бюллетень принимается попрежнему въ канцеляріи Обсерваторіи, которая завѣдываетъ разсылкою бюллетеней подписчикамъ.

Полненіе синоптическихъ картъ новыми станціями по лѣтописямъ и бюллетенямъ производилось на тѣхъ-же основаніяхъ, какъ и въ предшествующіе годы.

Въ теченіе отчетнаго года закончено пополненіе картъ за 1897 г., которыя содержатъ такимъ образомъ, вмѣстѣ съ полученными по телеграфу, слѣдующее число станцій:

Утреннія карты	260 станцій
Вечернія »	254 »
Полуденныя »	212 »

Кромѣ того часть синоптическихъ картъ за 1898 годъ пополнена по иностраннымъ бюллетенямъ.

Какъ и прежде, на утреннія карты 1900 г. были наклеены вырѣзки изъ газетъ съ сообщеніями о погодѣ.

Въ теченіе 1900 г. для ежедневнаго бюллетеня были вычислены три таблицы для приведенія барометра къ уровню моря. Для станцій, назначенныхъ къ пополненію синоптическихъ картъ, вычисленія таковыхъ таблицъ не потребовалось.

В) Штормовыя предостереженія.

Въ отчетномъ году число пунктовъ, получающихъ штормовыя предостереженія, увеличилось еще на 2 станціи, а именно въ теченіе всего года предостереженія посылались въ Феодосію, а съ 22 іюня — въ Анапу. Такимъ образомъ въ отчетномъ 1900 году штормовыя предостереженія посылались 33 приморскимъ станціямъ, изъ которыхъ 9 расположены на Балтійскомъ морѣ и заливахъ, 4 на большихъ сѣверныхъ озерахъ, 1 на Бѣломъ морѣ и 19 на Черномъ и Азовскомъ моряхъ, включая въ число послѣднихъ Ростовъ на Дону и Гирлы р. Дона; изъ нихъ Поті и Батумъ въ большинствѣ случаевъ получаютъ лишь извѣщенія объ ожидаемыхъ буряхъ въ районѣ Керчь-Новороссійскъ. Оцѣнка удачности предостереженій произведена по тому-же способу, какъ и въ предшествующіе годы (см. отчеты за 1885 и 1886 гг.); результаты ея показаны въ слѣдующихъ таблицахъ, составленныхъ отдѣльно для Балтійскаго и Бѣлаго морей съ большими озерами и для Чернаго и Азовскаго морей.

Въ общей совокупности для всѣхъ районовъ получаемъ:

	Для Балтійскаго и Бѣлаго морей.	Для Чернаго и Азовскаго морей.
Число удачныхъ предостереженій	60%	62%
» отчасти удачныхъ »	21%	11½%
» опоздавшихъ »	5%	5%
» неудачныхъ »	14%	21½%

Непредупрежденные бури, превысившія норму сильнаго вѣтра на 1 балль, составляютъ:

Для Балтійскаго и Бѣлаго морей	11½%
» Чернаго и Азовскаго »	23%

Соединяя удачныя съ отчасти удачными, получаемъ число болѣе или менѣе удачныхъ предостереженій въ 1900 году:

Для Балтійскаго и Бѣлаго морей	81%
» Чернаго и Азовскаго »	73½%

А) Штормовыя предостереженія на Балтійскомъ морѣ, сѣверныхъ озерахъ и на Бѣломъ морѣ въ 1900 году.

Группы.	СТАНЦИИ, ПРИНЯТЫЯ ВО ВНИМАНИЕ ПРИ КОНТРОЛѢ.	Норма бурн.	Удачныхъ.	Очасти удачныхъ.	Опоздавшихъ.	Неудачныхъ.	Непредупрежденныхъ бурь.
I.	Либава	6	14	5	2	4	2
	Либавскій маякъ	6					
	Видава	7					
II.	Перновъ	6	17	4	1	3	3
	Усть-Двинскъ	6					
	Рижскій маякъ	7					
III.	Ревель	6	15	6	1	3	2
	Пакерортъ	6					
	Катериненталь	7					
IV.	Гангэ	7	16	5	1	3	2
	Гельсингфорсъ	7					
	Седершеръ	8					
	Богшеръ	8					
V.	Кронштадтъ	5	3	3	1	1	1
VI.	С.-Петербургъ	4	3	1	—	1	1
VII.	Шлиссельбургъ	6	—	—	—	1	—
	Новая Ладога	6					
	Сермакса	6					
VIII.	Петрозаводекъ	6	—	—	—	—	1
	Повѣнецъ	6					
	Вознесенье	6					
IX.	Архангельскъ	6	—	—	—	—	1
	Онега	6					
	Соловецкій монастырь	6					
Итого			68	24	6	16	13

Б) Штормовыя предостереженія на Черномъ и Азовскомъ моряхъ въ 1900 году.

Группы.	СТАНЦИИ, ПРИНЯТЫЯ ВО ВНИМАНИЕ ПРИ КОНТРОЛѢ.	Порма бурь.	Удачныхъ.	Отчасти удачныхъ.	Опоздавшихъ.	Неудачныхъ.	Непредупрежденныхъ бурь.
I.	Одесскій маякъ	7	8	1	—	3	2
	Очаковъ	6					
	Николаевъ	6					
	Тендровскій маякъ	7					
	Днѣстровскій знакъ	8					
II.	Тарханкутскій маякъ	6	7	2	1	2	5
	Севастополь	6					
	Евпаторійскій маякъ	7					
	Айтодорскій маякъ	6					
	Херсонскій маякъ	7					
	Одесса	7					
III.	Керчь	4	11	1	1	5	5
	Кызь-Аульскій маякъ	8					
	Еникальскій маякъ	8					
	Новороссійскъ	8					
IV.	Ростовъ на Дону	4	12	3	1	3	2
	Персбойный островъ	6					
	Таганрогъ	6					
	Маргаритовка	8					
			38	7	3	13	14

Г) Предостереженія для желѣзныхъ дорогъ.

Предостереженія о сильныхъ вѣтрахъ, метеляхъ и рѣзкихъ колебаніяхъ температуры посылались на желѣзныя дороги Европейской Россіи на прежнихъ основаніяхъ, и по примѣру прошлыхъ лѣтъ обработка полученныхъ отъ желѣзныхъ дорогъ наблюдений послѣ предостереженій и во время непредупрежденныхъ бурь и сильныхъ метелей производилась подъ непосредственнымъ руководствомъ завѣдывающаго отдѣленіемъ; имъ же изготовленъ отчетъ за зиму 1899—1900 года, который по выходѣ изъ печати былъ, какъ и раньше,

разосланъ многимъ учрежденіямъ и лицамъ. Въ отчетѣ опубликованы наблюденія, произведенныя послѣ полученія предостереженій, а также произведена оцѣнка удачности предостереженій по установленнымъ правиламъ, указаннымъ въ отчетѣ. Изъ этого отчета видно, что зимою 1899—1900 года отдѣленіемъ послано на желѣзныя дороги всего 115 предостереженій, изъ которыхъ оказалось:

удачныхъ вполнѣ или отчасти	80 %
опоздавшихъ	7 %
неудачныхъ	13 %.

Непредупрежденныхъ сильныхъ вѣтровъ и метелей оказалось 27% всего числа наблюдавшихся этого рода явленій.

Столь значительный процентъ непредупрежденныхъ сильныхъ вѣтровъ и метелей заставляетъ подробнѣе остановиться на этомъ серьезномъ обстоятельстве. Съ этою цѣлью было произведено обслѣдованіе этихъ случаевъ по синоптическимъ картамъ, дабы установить хотя бы въ общихъ чертахъ наиболѣе важныя факторы, вызывающіе указанное явленіе.

Какъ и можно было ожидать заранѣе, значительное число непредупрежденныхъ метелей зависѣло отъ внезапнаго появленія циклоновъ или рѣзкаго углубленія циклоновъ, уже отмѣченныхъ на картахъ. Если подобнаго рода возмущенія атмосферы происходятъ во вторую половину дня или къ ночи, то при существующемъ порядкѣ службы дежурный физикъ констатируетъ ихъ слишкомъ поздно — такъ сказать — заднимъ числомъ, такъ какъ вечерняя синоптическая карта, заключающая въ себѣ результаты наблюденій произведенныхъ въ 9 часовъ вечера, составляется лишь на другой день вмѣстѣ съ утренней картою слѣдующаго дня.

Изслѣдованіе показало, что 36% всего числа непредупрежденныхъ метелей могло бы быть предсказано безъ всякой натяжки, если бы при Отдѣленіи существовала ночная служба.

Въ виду того, что ночная служба отразилась бы въ столь же полезной степени и на успѣшности штормовыхъ предостереженій, высылаемыхъ Обсерваторіей, установленіе ночной службы является крайне желательнымъ; къ сожалѣнію мы не можемъ рассчитывать въ скоромъ времени ввести такую службу въ виду затрудненій получать какъ внутреннія, такъ и заграничныя депеши въ ночное время.

Вторая, даже еще большая по числу, группа непредупрежденныхъ метелей — 46% относится къ тѣмъ случаямъ, когда синоптическая карта сама по себѣ, при современномъ состояніи науки, не даетъ основаній ожидать какихъ либо бурныхъ возмущеній атмосферы, и послѣдующія явленія погоды представляются какъ бы необъяснимыми и непонятными.

Для уменьшенія по возможности въ будущемъ повторенія этихъ послѣднихъ случаевъ несомнѣнно необходимы спеціальныя изслѣдованія.

Послѣдняя группа непредупрежденныхъ метелей — 18% носитъ по преимуществу случайный характеръ, — она обусловлена главнымъ образомъ запаздываніемъ метеорологическихъ депешъ, т. е. неполнотою синоптическихъ картъ, а также отсутствіемъ на послѣдующихъ картахъ весьма важныхъ норвежскихъ станцій, каковы: Бодэ и Христианзундъ.

Д) Оцѣнка предсказаній погоды.

5 августа ст. ст. Николаевская Главная Физическая Обсерваторія отвѣчала на запросъ о погодѣ на Балтійскомъ морѣ, полученный отъ Флагъ Капитана Его Величества Контръ Адмирала Ломена по случаю предстоявшаго путешествія Ея Величества Государыни Императрицы Маріи Феодоровны. Предположенія объ общемъ характерѣ погоды и объ ожидаемой силѣ и направленіи вѣтровъ, судя по синоптическимъ картамъ, вполне соответствовали дѣйствительности.

Результаты оцѣнки общихъ предсказаній погоды, помещаемыхъ въ ежедневномъ бюллетенѣ и разсылаемыхъ ежедневно по телеграфу въ университетскіе города и на нѣкоторыя изъ метеорологическихъ станцій, даны въ слѣдующей таблицѣ (способъ оцѣнки былъ такой же, какъ и въ прошлые годы).

Число удачныхъ предсказаній въ % за 1900 г.

РАЙОНЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ.	Январь.	Февраль.	Мартъ.	Апрѣль.	Май.	Июнь.	Июль.	Августъ.	Сентябрь.	Октябрь.	Ноябрь.	Декабрь.	Годъ.
Сѣверо-западъ	72	73	71	78	84	79	90	75	81	86	79	73	78%
Западъ	76	78	68	84	80	82	82	80	70	76	82	80	78 »
Центръ	73	77	69	83	79	71	91	90	80	76	93	79	80 »
Сѣверо-востокъ	71	78	67	74	79	75	76	77	61	72	87	72	74 »
Востокъ	75	89	73	75	80	82	90	82	64	80	92	77	80 »
Юго-востокъ	71	79	67	71	89	80	80	85	84	88	95	73	80 »
Юго-западъ	68	73	78	77	87	83	90	94	73	75	82	80	80 »
ЭЛЕМЕНТЫ ПОГОДЫ.													
Осадки	70	79	68	73	79	75	79	82	72	76	84	68	76 »
Облачность	68	62	71	63	78	60	90	76	74	60	87	64	72 »
Температура	75	79	74	83	87	86	91	86	76	84	90	85	83 »
Вѣтеръ	77	100	38	—	—	—	—	—	67	100	100	65	70 »
Всего	72	78	71	77	83	79	86	83	73	79	87	76	78,6%

Всего въ 1900 году было сдѣлано 4938 предсказаній, изъ нихъ удачныхъ 78.6 %.

Такимъ образомъ, хотя по числу предсказаній отчетный годъ нѣсколько уступаетъ 1899 г. (когда было сдѣлано 5065 предсказаній при 75.7 % удачности), по успѣшности ихъ онъ занимаетъ первое мѣсто за послѣднее пятилѣтіе.

Помѣщаемыя по прежнему въ ежедневномъ бюллетенѣ спеціальныя предсказанія погоды для С.-Петербурга были настолько-же успѣшны, какъ и въ прошломъ году (73 % удачныхъ).

Телеграфныхъ предсказаній по абонементу и въ отвѣтъ на случайные запросы было сдѣлано въ этомъ году 1585, т. е. почти столько-же, сколько въ 1899 году (1640). Ежедневныя (кромѣ праздниковъ) предсказанія, посылаемыя въ Ригу для газеты Rundschau, дали 73% удачныхъ. Наибольшее количество телеграфныхъ предсказаній было отправлено, какъ и въ предшествующіе годы, въ Воляско-Камскій районъ въ періодъ вскрытія и замерзанія рѣкъ. Предсказанія эти, касавшіяся главнымъ образомъ температуры и погоды перѣдко за нѣсколько дней впередъ, были по прежнему весьма успѣшны; особенно большую пользу они могли принести осенью, когда наступленіе прочихъ морозовъ во всемъ бассейнѣ Волги было достаточно заблаговременно предусмотрено Обсерваторіею, причемъ неоднократно указывалось, что возобновленія оттепели нельзя было ожидать, какъ это и оправдалось на дѣлѣ.

Осень отчетнаго года въ отношеніи наводненій прошла въ С.-Петербургѣ очень спокойно, и вода въ Невѣ не поднималась ни разу выше 5 футовъ. Такимъ образомъ предсказаній относительно высокихъ подъемовъ воды Обсерваторіи въ 1900 году не пришлось дѣлать вовсе.

Х. Отдѣленіе ежемѣсячнаго и еженедѣльнаго бюллетеней.

Въ январѣ мѣсяцѣ отчетнаго года адъюнктъ отдѣленія, г. Надѣинъ, былъ переведенъ на службу въ Константиновскую магнитно-метеорологическую Обсерваторію въ Павловскѣ. На его мѣсто поступилъ г. Янковскій, занимавшійся до этого времени въ отдѣленіи станціи 2-го разряда. Къ сожалѣнію, Янковскій вскорѣ заболѣлъ и уѣхалъ 1 іюня въ отпускъ, а въ августѣ онъ скончался отъ чахотки. Еще съ 15 мая его замѣнилъ г. Геринъ, который и исполнялъ до конца отчетнаго года, по вольному найму, работы адъюнкта при отдѣленіи.

Завѣдующій отдѣленіемъ А. М. Шенрокъ все лѣто находился въ командировкѣ, при экспедиціи для градуснаго измѣренія на Шпицбергенѣ, гдѣ онъ производилъ магнитныя наблюденія. Предварительно, съ 3 по 14 апрѣля, онъ занимался въ Константиновской Обсерваторіи въ Павловскѣ, гдѣ онъ изслѣдовалъ и провѣрилъ магнитные приборы, предназначенныя для наблюденій на Шпицбергенѣ. Въ экспедиціи онъ находился съ 9 мая по 11 сентября, а затѣмъ, съ 2—5 октября, онъ опять занимался въ Павловскѣ, чтобы снова провѣрить послѣ экспедиціи путевые магнитные приборы.

Во время отсутствія г. Шенрока завѣдываніе отдѣленіемъ было поручено его помощнику, Н. А. Коростелеву.

Въ остальное время года работы въ отдѣленіи были распределены такимъ же образомъ, какъ и въ прежніе годы.

Отдѣленіемъ разослано въ отчетномъ году 83 официальныхъ отношенія и получено 2263 недѣльныя телеграммы, т. е. въ среднемъ каждую недѣлю по 44 телеграммы.

Содержаніе и форма ежемѣсячнаго бюллетеня остались тѣ же, что и въ прошломъ году. Единственное нововведеніе заключалось въ слѣдующемъ. До настоящаго года мы принимали при составленіи карты распределенія осадковъ разныя шкалы подраздѣленія количества осадковъ, смотря по тому, какое подраздѣленіе оказывалось наиболѣе удобнымъ для даннаго мѣсяца и давало притомъ наиболѣе характерную картину распределенія осадковъ. Въ слѣдствіе просьбъ, поступившихъ къ намъ съ разныхъ сторонъ, мы съ настоящаго года установили для всѣхъ мѣсяцевъ одну постоянную шкалу подраздѣленія количества осадковъ. При составленіи этой шкалы мы руководствовались во-первыхъ опытомъ прежнихъ лѣтъ, показавшимъ намъ, какія ступени встрѣчались до сихъ поръ болѣе часто, а во-вторыхъ указаніемъ Министерства Финансовъ, для котораго, при составленіи видовъ на урожай, важно имѣть детальное и наглядное изображеніе осадковъ ниже 30—40 мм. Ввиду всего этого мы приняли для нашей постоянной шкалы слѣдующія 8 ступеней:

Менѣе 10 мм.	отъ 40— 60 мм.
отъ 10—20 мм.	» 60— 80 мм.
» 20—30 мм.	» 80—100 мм.
» 30—40 мм.	болѣе 100 мм.

Въ первой таблицѣ бюллетеня печатались данныя главнѣйшихъ метеорологическихъ элементовъ, кромѣ осадковъ, 81 станція, во второй таблицѣ данныя объ осадкахъ, грозахъ и снѣжномъ покровѣ 328 станцій; изъ послѣднихъ въ среднемъ 39 выслали свои наблюденія настолько поздно, что они уже не попадали въ бюллетень.

При бюллетенѣ, какъ и прежде, печатались статьи, рефераты и библиографія. Въ составленіи рефератовъ принимали участіе слѣдующія лица:

г. Бергъ,	г. Надѣинъ,
Ванпаря,	Розенталь,
Ганютовъ,	Савиновъ,
Желтухинъ,	Тихоміровъ,
Каминскій,	Тольскій,
І. Керсновскій,	Шенрокъ,
Б. Керсновскій,	Шукевичъ.
Коростелевъ,	

Всего было напечатано въ отчетномъ году 102 реферата. Кромѣ того было помѣщено въ бюллетенѣ 7 статей, именно:

Савинова и Кузнецова 1, Коростелева 2, Гейнца и Каминскаго 1, Кузнецова 2, Савинова 1.

Редакціонныя работы по обзору литературы велись совмѣстно гг. Шенрокомъ и Коростелевымъ, составленіе же подробнаго къ обзору алфавитнаго указателя было, по прежнему, исполнено г. Шенрокомъ.

Въ отчетномъ году отдѣленіемъ было закончено составленіе таблицы новыхъ нормальныхъ мѣсячныхъ и декадныхъ температуръ для станцій ежемѣсячнаго бюллетеня; эти данныя были сняты съ кривыхъ, вычерченныхъ еще въ прошломъ году подъ руководствомъ г. Шенрока на основаніи новѣйшихъ среднихъ температуръ, послужившихъ для составленія издавнаго Обсерваторіей климатологическаго атласа Россіи. Кромѣ того г. Шенрокъ составилъ по даннымъ того же атласа таблицу нормальныхъ мѣсячныхъ среднихъ давленія воздуха для означенныхъ станцій.

Н. А. Коростелевъ началъ въ отчетномъ году, по моему порученію, изслѣдованіе боры въ Новороссійскѣ. Въ свое время Министерство Путей Сообщеній, заинтересованное этимъ вопросомъ, устроило на свой счетъ въ Новороссійскѣ и на Мархотскомъ перевалѣ три метеорологическія станціи, специально для изученія боры. Теперь имѣются съ этихъ станцій наблюденія уже за 10 лѣтъ, и казалось желательнымъ приступить къ разработкѣ этого интереснаго и практически важнаго матеріала.

Кромѣ того г. Коростелевъ принималъ участіе въ составленіи климатологическихъ очерковъ для издаваемаго подъ редакціей П. П. Семенова Географическаго Описанія Россіи.

XI. Константиновская Магнитная и Метесрологическая Обсерваторія.

Личный составъ. Завѣдующимъ Обсерваторіею состоялъ В. Х. Дубинскій, старшимъ наблюдателемъ С. И. Савиновъ. Изъ бывшихъ въ концѣ 1899 г. младшихъ наблюдателей—А. М. Бойчевскаго, С. Я. Ганнота, В. В. Кузнецова и С. О. Макарова—гг. Макаровъ, Ганнотъ и Кузнецовъ въ теченіе отчетнаго года оставили Обсерваторію: г. Макаровъ по болѣзни уволенъ съ 1 января; на его мѣсто поступилъ 17 января окончившій курсъ С.-Петербургскаго Университета И. К. Надѣинъ, передъ тѣмъ занимавшій въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи мѣсто адъюнкта при отдѣленіи ежемѣсячныхъ и еженедѣльныхъ бюллетеней. С. Я. Ганнотъ былъ въ началѣ года назначенъ на новую должность завѣдующаго отдѣленіемъ съѣти станцій Екатеринбургской Обсерваторіи и оставилъ нашу Обсерваторію 29 февраля; его мѣсто занялъ И. М. Грибковъ, бывшій студентъ пятаго курса С.-Петербургскаго Технологическаго Института; передъ тѣмъ онъ уже раньше (съ 9 февраля) сталъ подготавливаться къ производству и обработкѣ

наблюдений. 31 октября г. Грибковъ оставилъ Обсерваторію, чтобы продолжать курсъ наукъ въ Технологическомъ Институтѣ, и на его мѣсто былъ временно до 11 декабря назначенъ Василій Леонидовичъ Полонскій, служившій въ отдѣленіи Ежедневнаго Бюллетеня и познакомившійся еще до ухода г. Грибкова съ производствомъ и обработкою наблюдений. Наконецъ, В. В. Кузнецовъ, съ 1 іюля отчетнаго года, сталъ исполнять, сначала временно, должность инспектора метеорологическихъ станцій Главной Физической Обсерваторіи, а затѣмъ, въ октябрѣ, былъ окончательно утвержденъ въ этой должности. Обсерваторію онъ оставилъ 24 октября. На его мѣсто поступилъ съ 1 іюля окончившій курсъ математическихъ наукъ въ С.-Петербургскомъ Университетѣ и оставленный при Университетѣ В. В. Шипчинскій.

А. Р. Бейеръ, который также числился младшимъ наблюдателемъ Константиновской Обсерваторіи, возвратился въ сентябрѣ отчетнаго года изъ экспедиціи на о. Шницбергъ и съ 1 октября поступилъ на должность завѣдующаго отдѣленіемъ предостереженій о метеляхъ при Екатеринбургской Обсерваторіи.

Смотрителемъ Обсерваторіи состоялъ механикъ Т. С. Доморощевъ, его помощникомъ — А. Р. Гернъ.

Изъ служащихъ Константиновской Обсерваторіи были командированы В. Х. Дубинскій на время съ 25 мая по 18 іюля и С. И. Савиновъ на время съ 26 августа по 28 октября въ Парижъ, для завѣдыванія навильономъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи на всемірной выставкѣ 1900 года.

Отпускомъ пользовался А. М. Бойчевскій въ теченіе двухъ мѣсяцевъ: съ 5 сентября по 4 ноября.

Библиотечка увеличилась въ отчетномъ году покупкою книгъ и обмѣномъ изданій на 594 тома.

Въ *мастерской* Обсерваторіи закончены начатыя въ концѣ прошлаго года три метеорографа Кузнецова и сдѣланы еще три новыхъ прибора. Кромѣ того для Тифлискаго теодолита приготовлено приспособленіе для опредѣленія индукціоннаго коэффициента и приспособленіе для арретированія магнита качанія. Какъ и въ предшествующемъ году, въ отчетномъ году механикъ и его помощникъ были часто привлекаемы къ запусканію змѣевъ и разнымъ связаннымъ съ этими опытами работамъ. Въ свободное отъ службы время механиками въ мастерской изготовленъ кромѣ того приборъ баро-анемографъ Кузнецова для воздухоплавательнаго парка.

Нормальныя научныя работы производились въ томъ же объемѣ, какъ и въ прошломъ году. Бóльшая часть матеріала уже обработана и сдана въ печать.

Всѣ *нормальныя метеорологическія* наблюденія производились въ прежнемъ объемѣ и порядкѣ, какъ въ отношеніи непосредственныхъ измѣреній, такъ и въ отношеніи самописущихъ приборовъ. Обработка и контроль матеріала этихъ наблюдений произведены, какъ и прежде; подробности обработки сообщаются, какъ и ранѣе, въ введеніи къ Лѣтописямъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи за 1900 г.

Изъ *дополнительныхъ* наблюдений съ 1 января 1900 года (нов. ст.) прекратились правильныя наблюдения по психрометрамъ въ различной установкѣ, продолжавшіяся два года.

Изъ числа наблюдений этого рода производились весь годъ и введены на будущее время въ программу нормальныхъ работъ наблюдения по психрометру Ассмана, помѣщаемому на высотѣ термометровъ нормальной кѣтки и отсчитываемому одновременно съ ними. Въ лѣтнее полугодіе продолжались наблюдения по тремъ вѣсовымъ эвапорометрамъ моей системы, при чемъ, какъ и въ прошломъ году, при трехъ срочныхъ взвѣшиваніяхъ отсчитывался также анемометръ, установленный надъ травой, въ которой помѣщаются эвапорометры.

За недостаткомъ силъ и средствъ, наблюдения въ свободной атмосферѣ помощью воздушныхъ змѣевъ ограничились немногими поднятіями. Къ концу года, въ виду состоявшагося во время международного метеорологическаго конгресса въ Парижѣ соглашенія производить правильныя ежемѣсячныя изслѣдованія свободной атмосферы всѣми возможными способами, я распорядился, чтобы по крайней мѣрѣ ежемѣсячно въ теченіе трехъ условленныхъ дней совершались подъемы приборовъ на змѣяхъ и производились наблюдения надъ облаками. Чтобы освободить время для этихъ наблюдений, пришлось снять часть работы, лежавшей на Константиновской Обсерваторіи, а именно окончаніе обработки облачныхъ наблюдений за 1897 и 1898 гг. Эта работа возложена мною на инспектора метеорологическихъ станцій В. В. Кузнецова.

Въ слѣдующей табличкѣ перечислены произведенные въ теченіе отчетнаго года подъемы самопишущаго прибора на воздушныхъ змѣяхъ.

Подъемы приборовъ на воздушныхъ змѣяхъ въ Константиновской Обсерваторіи въ Павловскѣ въ 1900 г.

№№	Мѣсяць.	Число.	Часы.	Достигнутая высота.
1	Февраля	10 (22)	3 $\frac{1}{2}$ — 5 $\frac{1}{6}$ веч.	400 метр.
2	»	12 (24)	10 $\frac{1}{2}$ —12 $\frac{1}{3}$ дня.	500 »
3	»	» »	12 $\frac{1}{2}$ — 6 $\frac{1}{2}$ веч.	1500 »
4	Іюня (Іюля)	22 (5)	4 $\frac{1}{2}$ — 5 $\frac{1}{6}$ »	500 »
5	Августа	12 (25)	3 $\frac{1}{6}$ — 7 $\frac{1}{2}$ »	1050 »
6	Октября (Ноября)	25 (7)	2 $\frac{1}{2}$ — 4 $\frac{1}{2}$ дня	375 »
7	»	26 (8)	8 $\frac{1}{6}$ —10 $\frac{3}{4}$ утра	450 »
8	»	»	2 — 3 дня	395 »
9	»	27 (9)	2 — 4 $\frac{1}{4}$ »	810 »
10	Ноября (Декабря)	22 (5)	12 $\frac{1}{2}$ — 4 $\frac{1}{2}$ »	745 »
11	»	23 (6)	10 — 2 $\frac{3}{4}$ »	460 »

№	Мѣсяць.	Число.	Часы.	Достигнутая высота.
12	Ноября (Декабря)	24 (7)	12 ¹ / ₂ — 4 ¹ / ₄ дня	890 метр.
13	Декабря (Января 1901)	28 (10)	2 ¹ / ₆ — 5 »	560 »
14	»	29 (11)	2 — 3 ¹ / ₂ »	325 »
15	»	30 (12)	2 — 3 »	380 »

Большинство подъемовъ въ октябрѣ, ноябрѣ и декабрѣ ограничивались очень небольшими высотами, въ виду того, что на этихъ высотахъ были обыкновенно облака, попадавъ въ которыя змѣи покрывались настолько большимъ слоемъ изморози, что не могли держаться въ воздухѣ. Для записи наблюдений служилъ тройной самонициуцій приборъ (баротермо-гигрографъ), устроенный по плану В. В. Кузнецова. Змѣи употреблялись какъ обычные метеорологическіе съ прямоугольными коробками, такъ и полукруглые, предложенные В. В. Кузнецовымъ. Обработка полученныхъ результатовъ была мною поручена старшему наблюдателю Константиновской Обсерваторіи С. И. Савинову.

Магнитныя наблюдёнія производились по тѣмъ же приборамъ и въ томъ же объемѣ, какъ и въ прошломъ году.

Въ первой половинѣ года, до 15 іюня н. ст., производились еще два раза въ мѣсяць, ежечасныя, упомянутыя въ предшествующемъ отчетѣ, наблюдёнія по вариационнымъ приборамъ, согласно инструкціи, данной Шпицбергенской Экспедиціи.

Постройка павильона для абсолютныхъ магнитныхъ наблюдёній почти закончена; стѣны снаружи выкрашены, а внутри отштукатурены, вставлены окна, двери, а также стекла въ рамы и т. д. Дальнѣйшій ходъ работъ пришлось задержать вслѣдствіе того, что, въ видахъ удовлетворенія требованію поддерживать въ залѣ постоянную температуру, строительная комиссія, на основаніи совѣщаній съ архитекторами гг. Марфельдомъ и Бахомъ, признала необходимымъ отказаться отъ первоначально проектированнаго отопленія помощью большого калорифера и приступить къ устройству другого, а именно водяного отопленія. Заказъ необходимыхъ мѣдныхъ трубъ, мѣднаго котла и т. д. могъ быть исполненъ только зимою, и потому постройка можетъ быть окончена только въ наступающее лѣто.

Каменная пристройка къ каменному зданію закончена; заказанные новые керосиновый двигатель и динамомашинна уже готовы; потому можно надѣяться на скорое дѣйствіе ихъ въ новомъ нашемъ помѣщеніи для машинъ.

Двѣ деревянныя пристройки къ большому жилому дому были къ концу лѣтняго сезона также закончены. Благодаря этому освободились запасныя комнаты, которыя были приспособлены подъ квартиру одному изъ младшихъ наблюдателей, и могли съ конца года снова служить своему первоначальному назначенію: помѣщенію постороннихъ лицъ, пріѣзжающихъ къ намъ для разныхъ научныхъ работъ.

Ремонтныхъ работъ въ отчетномъ году было также много, а именно: заново были отремонтированы квартиры старшаго наблюдателя, трехъ младшихъ наблюдателей въ нижнемъ этажѣ большого жилого дома, затѣмъ квартиры механика и его помощника во вто-

ромъ этажъ малаго жилого дома; квартиры сторожей въ нижнемъ этажѣ этого дома были заново выбѣлены. Капитальному ремонту подвергся также ледникъ возлѣ жилого дома. Наконецъ, заборъ вокругъ участка Обсерваторіи съ восточной стороны былъ цѣликомъ, а съ сѣверной на половину замѣненъ новымъ.

Въ отчетномъ году большое число лицъ занималось въ Обсерваторіи провѣркою магнитныхъ приборовъ и ознакомленіемъ съ магнитными и метеорологическими наблюденіями. Гг. Зебергъ и Кохъ, которые прибыли для ознакомленія съ магнитными наблюденіями и для опредѣленія постоянныхъ теодолита Юрьевской Обсерваторіи 15 декабря предшествующаго года, пробыли у насъ до 11 января отчетнаго года.

Отъ 5 до 17 февраля жюстировалъ и провѣрялъ магнитный теодолитъ Тифлисской Обсерваторіи ея директоръ С. В. Гласекъ.

Съ 22 февраля по 9 марта работалъ въ Обсерваторіи завѣдующій метеорологическою частью Ташкентской Астрономической и Физической Обсерваторіи Яковъ Пареевичъ Гультияевъ для опредѣленія постоянныхъ магнитнаго теодолита Ташкентской Обсерваторіи.

Съ 10 марта по 10 апрѣля членъ русской полярной экспедиціи барона Толя, лейтенантъ А. В. Колчакъ ознакомился съ производствомъ магнитныхъ наблюдений и опредѣлялъ постоянныя магнитнаго теодолита экспедиціи.

1 апрѣля профессоръ Э. Е. Лейстъ опредѣлялъ постоянныя магнитнаго теодолита.

Съ 3 по 17 апрѣля участникъ Шницбергеновской Экспедиціи А. М. Шенрокъ, передъ отправленіемъ въ экспедицію, опредѣлялъ постоянныя путевыхъ магнитныхъ приборовъ экспедиціи.

Съ 18 апрѣля по 11 мая членъ русской полярной экспедиціи барона Толя Ф. Г. Зебергъ ознакомился съ установкою однонитнаго магнитометра для наблюденія варіаций склоненія и изслѣдовалъ соотвѣтствующій приборъ экспедиціи.

Въ теченіе одного мѣсяца, съ 1 по 31 августа, назначенный завѣдующимъ отдѣленіемъ штормовыхъ предостереженій Иркутской Обсерваторіи И. И. Манухинъ ознакомился со службою нашей Обсерваторіи.

Съ 1 по 5 октября А. М. Шенрокъ, послѣ возвращенія своего изъ экспедиціи на о. Шницбергенъ, провѣрялъ магнитные приборы, по которымъ онъ тамъ производилъ свои наблюденія.

18 декабря прибылъ въ Обсерваторію завѣдывавшій магнитною и метеорологическою обсерваторіею Шницбергеновской экспедиціи А. Р. Бейеръ для провѣрки употреблявшихся на станціи магнитныхъ приборовъ. Онъ оставался у насъ до конца января 1901 г.

28 декабря прибылъ въ Обсерваторію А. де Кервенъ (A. de Quervain), ассистентъ динамической Обсерваторіи Тейссеренъ-де-Бора (Teisserenc-de-Bort), въ Траппѣ близъ Парижа, и оставался до первыхъ чиселъ января 1901 г. Цѣль пребыванія его заключалась въ изслѣдованіи верхнихъ слоевъ атмосферы помощью шаровъ-зондовъ, которые онъ пускалъ изъ воздухоплавательнаго парка.

Не смотря на то, что запасныя комнаты только къ концу года освободились, большинство изъ вышеупомянутыхъ лицъ удалось пристроить въ Обсерваторіи, благодаря тому, что служащіе въ Обсерваторіи любезно уступали часть своего очень скромнаго помѣщенія пріѣзжимъ.

Различныя данныя по метеорологіи и земному магнетизму были доставлены слѣдующимъ лицамъ:

Въ январѣ доктору Пуняцу въ Павловскѣ сообщены наблюденія различныхъ метеорологическихъ элементовъ за время съ 1895 по 1899 гг.

Въ концѣ февраля Директору Парижскаго Центрального Метеорологическаго Учрежденія Э. Маскару были доставлены копіи съ 9-ти фотографическихъ кривыхъ магнитографа.

Въ февралѣ санитарному врачу въ г. Царскомъ Селѣ В. П. Соколову и старшему врачу Л. Г. 1-го стрѣлковаго Его Величества батальона С. К. Прутенскому посланы были просимыя ими среднія величины многихъ метеорологическихъ элементовъ за 1899 г.

Въ маѣ профессору Э. Е. Лейсту сообщены величины горизонтальнаго напряженія и склоненія, за время провѣрки его прибора 1 апрѣля отчетнаго года.

Въ іюлѣ издателю журнала «Terrestrial magnetism» Л. Бауеру (L. A. Bauer) въ Вашингтонѣ сообщенъ рядъ величинъ магнитныхъ элементовъ во время производства имъ въ октябрѣ 1899 года сравненій между показаніями магнитныхъ приборовъ, употребляемыхъ въ Вашингтонѣ, и показаніями приборовъ Константиновской Обсерваторіи.

Въ октябрѣ отправлены профессору Биркеланду (Kг. Birckeland) въ Христіанію копіи съ 20 кривыхъ магнитографа.

Въ мартѣ, апрѣлѣ и маѣ опредѣлялись въ Константиновской Обсерваторіи постоянныя магнитнаго теодолита, принадлежащаго Тифлисской Обсерваторіи.

30 января нѣкоторые изъ членовъ Перваго Метеорологическаго Съѣзда: А. И. Воейковъ, Я. П. Гультяевъ, А. В. Клоссовскій, В. А. Михельсонъ, В. А. Поггенполь, Б. И. Срезневскій, Б. В. Станкевичъ, В. А. Ульянинъ и М. А. Шястовскій осматривали Обсерваторію.

Кромѣ того Обсерваторію посѣтила группа офицеровъ воздухоплавательнаго парка (22 іюня) и группа участниковъ состоявшагося въ Павловскѣ съѣзда учителей и учительницъ народныхъ училищъ С.-Петербуржскаго уѣзда (13 августа).

Сверхъ упомянутыхъ выше лицъ Обсерваторію посѣтилъ изъ специалистовъ по метеорологіи, 13 іюня, директоръ центрального метеорологическаго учрежденія Японіи Кіѳо Накамура (Kijowo Nakamura), и кромѣ того около 200 лицъ интересовавшихся метеорологіею, земнымъ магнетизмомъ и вообще нашимъ учрежденіемъ.

ХІІ. Тифлисская Физическая Обсерваторія.

Г. Директоръ Тифлисской Физической Обсерваторіи С. В. Гласекъ доставилъ мнѣ слѣдующій отчетъ, для представленія его Императорской Академіи Наукъ.

Высочайше утвержденнымъ 24 мая 1899 г. мнѣніемъ Государственнаго Совѣта разрѣшено: отпускать изъ средствъ Государственнаго Казначейства, начиная съ 1900 г., въ дополненіе къ ассигнуемымъ нынѣ на содержаніе Тифлисской Физической Обсерваторіи суммамъ, по одной тысячѣ двѣсти рублей въ годъ, для веденія и обработки фотографическихъ записей магнитографа.

Высочайше утвержденнымъ 6 марта 1900 г. мнѣніемъ Государственнаго Совѣта разрѣшено, согласно ходатайству Сейсмической Комиссіи при Императорской Академіи Наукъ: отпускать изъ средствъ Государственнаго Казначейства, начиная съ 1900 года, въ дополненіе къ ассигнуемымъ нынѣ на содержаніе Тифлисской Физической Обсерваторіи суммамъ, по одной тысячѣ четыреста рублей въ годъ для веденія и обработки сейсмическихъ наблюдений, на расходы же по приспособленію помѣщенія отпустить въ 1900 г. единовременно 300 рублей.

І. Администрація и матеріальная часть.

Въ теченіе отчетнаго года произошли слѣдующія переменны въ личномъ составѣ Обсерваторіи:

21 февраля оставилъ службу, состоявшій по вольному найму, вычислитель М. Н. Давидовъ. На его мѣсто съ того-же числа поступилъ тоже по вольному найму В. Θ. Бердзеновъ, подучавшійся наблюденьямъ и вычисленьямъ съ 1 февраля.

20 марта оставилъ службу, состоявшій по вольному найму, вычислитель И. З. Кецховели. На его мѣсто съ 20 апрѣля поступилъ тоже по вольному найму З. П. Евтихievъ, занимавшійся бесплатно съ 3 апрѣля въ Обсерваторіи.

Съ 1 іюля поступила на службу въ Обсерваторію по вольному найму, окончившая гимназію, Н. Н. Мошкина, подучавшаяся съ 17 іюня вычисленьямъ и производству наблюдений.

Изъ чиновъ Обсерваторіи директоръ ѣздилъ въ январѣ мѣсяцѣ въ Петербургъ на первый метеорологическій съездъ при Императорской Академіи Наукъ и занимался вслѣдъ за тѣмъ въ теченіе 10 дней въ Константиновской Обсерваторіи въ Павловскѣ, работая совмѣстно съ завѣдующимъ Обсерваторіею г. Дубинскимъ, надъ окончательной юстировкой магнитнаго теодолита, предназначеннаго для Тифлисской Физической Обсерваторіи. Пользуясь своимъ пребываніемъ въ Петербургѣ, директоръ Тифлисской Физической Обсерваторіи съѣздилъ на одинъ день въ Юрьевъ, гдѣ проф. Левицкій любезно

познакомиль его съ установкой и дѣйствіемъ горизонтальнаго маятника Цельнера при Астрономической Обсерваторіи. Кромѣ этого, директоромъ была совершена поѣздка для ревизіи метеорологическихъ станцій съ 26 іюня по 5 сентября. Въ теченіе этого времени онъ осмотрѣлъ станціи въ Пятигорскѣ, Кисловодскѣ, Ессентукахъ и Желѣзноводскѣ и, кромѣ этого, станціи, не принадлежащія къ Кавказской сѣти, въ Ростовѣ на Дону, на Перебойномъ Островѣ, въ Таганрогѣ, Персіановкѣ, Константиновской, Мариуполѣ, Херсонѣ (училище и опытное поле), Аккерманѣ, Бердянскѣ, Геніческѣ, Николаевѣ, Очаковѣ и Бугазѣ.

Канцелярія и библіотека. Дѣла канцеляріи велъ старшій наблюдатель И. В. Фигуровскій, причемъ въ качествѣ письмоводителя ему помогала Э. Ю. Проценко.

По официальнымъ журналамъ въ отчетномъ году значится 4585 номеровъ входящихъ бумагъ, посылокъ и пакетовъ и 7014 номеровъ исходящихъ; въ эти числа не вошли ежедневно отправляемые и получаемыя телеграммы о погодѣ изъ 18-ти станцій на Кавказѣ. Для облегченія и ускоренія письмоводства, сильно увеличившагося за послѣдніе годы, для канцеляріи пріобрѣтена въ концѣ іюля, пишущая машина Ремингтона съ табуляторомъ и мимеографомъ для печатанія циркуляровъ и снятія копій.

Телефонъ, связанный съ общей городской телефонной сѣтью, которымъ Обсерваторія обзавелась въ серединѣ года, значительно облегчилъ ея сношенія съ правительственными, общественными и частными учрежденіями.

Библіотекой завѣдывалъ помощникъ директора Р. Θ. Ассафрей; она увеличилась въ отчетномъ году на 272 тома, карты и брошюры, изъ которыхъ 55 пріобрѣтены покупкою, а остальные получены Обсерваторіею въ обмѣнъ за свои изданія. Для сохраненія журналовъ сдѣланы новый шкафъ съ полками и перегородками. Г-жа А. Н. Мошкина, какъ и въ прошломъ году, подъ руководствомъ г. Ассафрея, занималась въ библіотекѣ до конца января по два дня въ недѣлю, начиная же съ 1 февраля только по одному дню въ недѣлю.

Надежда, высказанная мною въ прошлогоднемъ отчетѣ относительно карточнаго каталога, оправдалась, и я могу съ особеннымъ удовольствіемъ отмѣтить, что г-жа А. Н. Мошкина окончила къ концу отчетнаго года оба карточные каталога. Намѣченная программа библіотечной дѣятельности въ будущемъ году, будетъ состоять въ томъ, чтобы пополнить наши карточные каталоги всѣми отдѣльными трудами, которые публикуются въ сборникахъ, періодическихъ изданіяхъ и изданіяхъ ученыхъ обществъ. Этотъ большой трудъ будетъ распределенъ систематически; я поручилъ эту работу г-жѣ Мошкиной, занимавшейся въ библіотекѣ столь успѣшно.

Инструменты и механическая мастерская. Въ 1900 году пріобрѣтено различныхъ инструментовъ 58 и получено изъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи 6 волосныхъ гигрометровъ взамѣнъ испорченныхъ. Пріобрѣтены слѣдующіе инструменты:

Термографъ Ришара большого тина	1
Гигрографъ » » » 	1

Барометровъ чашечныхъ	2
Анероидъ	1
Психрометрическихъ термометровъ	7
Минимумъ-термометровъ	4
Максимумъ- »	2
Волосной гигрометръ	1
Дождемѣровъ	10
Ниферовыхъ защитъ	5
Дождемѣрныхъ стакановъ	3
Флюгеровъ	2
Психрометрическихъ клѣтокъ	3
Почвенныхъ термометровъ въ эбонит. трубкахъ . .	4
Итого	46

Изъ имѣющагося запаса Обсерваторіи отпущено бесплатно 43 различныхъ прибора и принадлежностей къ приборамъ Кавказскимъ метеорологическимъ станціямъ, а именно отпущены слѣдующіе приборы:

Барометровъ чашечныхъ	2
Анероидъ	1
Психрометрическихъ термометровъ	6
Минимумъ-термометровъ	2
Максимумъ-термометръ	1
Волосныхъ гигрометровъ	6
Флюгеровъ	2
Дождемѣровъ	11
Ниферовыхъ защитъ	5
Психрометрическихъ клѣтокъ	4
Дождемѣрныхъ стакановъ	3
Итого	43

Механическая мастерская исполняла текущія работы по исправленію испорченныхъ инструментовъ Кавказскихъ станцій, по содержанію въ порядкѣ самоишущихъ и другихъ приборовъ Обсерваторіи, по ремонту электрическихъ проводовъ и гальваническихъ элементовъ, по упаковкѣ инструментовъ, предназначенныхъ для отправки на метеорологическія станціи.

Кромѣ этого, установлены механикомъ термографъ и гигрографъ Ришара и сдѣланы къ нимъ особенныя приспособленія для производства мѣтокъ въ опредѣленные часы. Всѣ желѣзныя части нашего барографа Вильда-Гаслера были замѣнены латунными. Эту боль-

шую и трудную работу исполнилъ г. Вейсъ весьма тщательно и удачно. Трубка барографа и другія части были вновь вычищены и съ крайней тщательностью наполнены ртутью помощью нашего прибора Вейнгольда. Механикомъ Вейсомъ былъ сдѣланъ фрикціонный валикъ для регистрирующей части сейсмографа Ребёръ-Элерта и тѣмъ самымъ улучшено значительно движеніе чувствительной бумаги. Для этого же прибора былъ сдѣланъ особенный инструментъ для прокалыванія дырокъ въ чувствительной бумагѣ, и мы можемъ теперь, благодаря этому, мѣнять бумагу всякій второй день безъ ея потери. Устроены и установлены шкафы для станціоннаго и нормальныхъ барометровъ, и послѣдніе перенесены въ центральную залу. Устроены особенный шкафчикъ для защиты часовъ сейсмографа, и сдѣлана тщательно особая складная рама для просушки лентъ сейсмографа послѣ проявленія и промывки. Сдѣланъ особый приборъ для навертыванія бумаги сейсмографа на его валики, который позволяетъ совершить перемѣну бумаги быстрѣе обыкновеннаго. Кромѣ этого, г. Вейсъ занимался изготовленіемъ воздушныхъ змѣевъ и сдѣлалъ малую ручную лебедку для проволоки. Какъ и въ прежніе годы, механикъ исполнялъ при этомъ обязанности смотрителя зданій.

Состояніе и ремонтъ зданій. Изъ болѣе крупныхъ работъ по ремонту зданій слѣдуетъ отмѣтить крышу главнаго жилого зданія, которую пришлось вновь перекрыть, сохраняя старую черепицу. Въ теченіе лѣта перекрыта только половина крыши, а остальная часть отложена до слѣдующаго года. Нашъ навильонъ для абсолютныхъ магнитныхъ наблюденій, о плачевномъ состояніи котораго я уже имѣлъ неоднократно случай заявлять въ годичныхъ отчетахъ, пришелъ, со временемъ, еще въ худшее состояніе. Въ отчетномъ году, лѣтомъ, пришлось снять во многихъ мѣстахъ сгнившую обшивку, подъ которой оказалось много совсѣмъ гнилыхъ балокъ. На сколько это было возможно, безъ опасности для всей постройки, гнилыя балки были замѣнены новыми; во многихъ, однако, случаяхъ пришлось ограничиться отрѣзаніемъ отъ балокъ гнилыхъ частей и замѣной таковыхъ изъ свѣжаго матеріала, что, конечно, вредно вліяетъ на прочность всего зданія. Негодная обшивка замѣнена новой, и навильонъ выкрашенъ бѣлой краской снаружи. Хотя послѣ этого ремонта навильонъ простоятъ еще нѣкоторое время, но непригодность его для точныхъ абсолютныхъ магнитныхъ измѣреній, на которую я указывалъ уже въ отчетѣ за 1897 годъ, остается неизмѣнной. Кругомъ нашей площадки съ почвенными термометрами пришлось сдѣлать новую деревянную ограду, взамѣнъ старой, приходившей въ совершенную ветхость. Новая ограда выкрашена бѣлой краской. Уже давно чувствовался въ нашихъ нормальныхъ часахъ тотъ недостатокъ, что они подвержены слишкомъ большой годичной температурной амплитудѣ, не смотря на то, что помѣщены въ особой закрытой нишѣ въ центральномъ залѣ Обсерваторіи. Причиной этому слѣдуетъ считать тонкую стѣнку, которая образовалась именно вслѣдствіе устройства ниши въ толстыхъ стѣнахъ зала. За этой стѣнкой находится неотопливаемый корридоръ, въ которомъ зимою температура сильно понижается, лѣтомъ же повышение температуры достигаетъ значительныхъ размѣровъ. Для предохраненія нормальныхъ часовъ отъ этого вреднаго вліянія, осенью, въ корридорѣ выведена вторая стѣна; причемъ

оставлено воздушное пространство между нею и старой стѣпой. Въ этотъ промежутокъ между двухъ стѣнъ вводится зимою, черезъ отверстіе внизу, теплый согрѣтый воздухъ изъ центральной залы, имѣющій выходъ черезъ другое отверстіе, подъ потолкомъ, наружу. Лѣтомъ это паружное отверстіе закрывается.

Произведенъ полный ремонтъ помѣщенія для канцеляріи, кабинета помощника директора, смежной съ нимъ комнаты для вычислителей и передней. Кромѣ этого, произведено нѣсколько мелкихъ работъ въ квартирѣ помощника директора и передней главнаго подъѣзда.

II. Дѣятельность учрежденія какъ магнитной, метеорологической и сейсмической Обсерваторіи.

Опасность, которой подвержено учрежденіе какъ *магнитная* Обсерваторія и о которой подробно упомянуто въ отчетѣ за прошлый 1899 годъ, продолжаетъ все еще угрожать нашимъ магнитнымъ наблюденіямъ. Во время моего пребыванія въ Петербургѣ, въ январѣ мѣсяцѣ, я, по порученію комиссіи, представилъ нѣкоторыя данныя и соображенія, которыя выяснили, что необходимо перенести за городъ магнитную часть Обсерваторіи. Вслѣдъ за тѣмъ, были мною высланы изъ Тифлиса г-ну Директору Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, академику Рыкачеву, предварительная смѣта и эскизы всѣхъ зданій предполагаемой загородной магнитной Обсерваторіи. Къ сожалѣнію, вѣроятно по причинѣ политическихъ осложненій на дальнемъ востокѣ, до сихъ поръ не послѣдовало разрѣшенія кредитовъ на необходимыя постройки. Неопредѣленное положеніе этого вопроса не дозволяло мнѣ войти въ какіе либо окончательные переговоры съ владѣльцами земельныхъ участковъ, намѣченныхъ для будущаго мѣстонахожденія Обсерваторіи. Нѣкоторые изъ этихъ участковъ уже проданы; замедленіе же въ покупкѣ земли подъ Обсерваторію влечетъ за собою, несомнѣнно, денежныя потери, такъ какъ въ окрестности Тифлиса цѣна на землю съ каждымъ годомъ сильно увеличивается. Между тѣмъ, замедленіе въ переговорахъ города съ заграничными обществами относительно постройки трамвая и неожиданныя осложненія отодвинули начало дѣйствія трамвая на столько впередъ, что была полная возможность закончить своевременно всѣ постройки Магнитной Обсерваторіи и произвести необходимыя одновременныя наблюденія при нормальномъ, ничѣмъ ненарушаемомъ, состояніи земного магнетизма. Это тѣмъ прискорбнѣе, ибо единственное спасеніе нашихъ магнитныхъ наблюденій отъ гибели состоитъ только въ перенесеніи таковыхъ за городъ. Въ послѣднее время появилось въ печати сообщеніе, что французскому ученому Муру удалось достигнуть довольно утѣшительныхъ результатовъ по охраненію магнитныхъ наблюденій отъ вліяній электрическаго трамвая, помощью чрезвычайно сильныхъ демпферовъ, при соответственныхъ размѣрахъ магнитовъ. Допустивъ, что этотъ пріемъ дастъ, дѣйствительно, возможность сохранить вѣрный годичный и средній суточный ходъ магнитной стрѣлки, нужно полагать, что это достижимо только, жертвуя всѣми особыми деталями ея движенія въ теченіе сутокъ. Если просматривать, на примѣръ, кривыя магнитографа за дни съ магнитными бурями, то

между ними легко найти кривыя, обнаруживающія поразительное сходство съ кривыми, искаженными искусственными земными токами, происходящими отъ электрическаго трамвая. Если же въ послѣднихъ это своеобразное движеніе стрѣлки уничтожается приѣмомъ г. Мура, то нѣтъ причины полагать, что оно останется въ полной силѣ при настоящей магнитной бурѣ, характеръ которой близко подходитъ къ явленіямъ, вызываемымъ электрическимъ трамваемъ. О, такъ называемыхъ, микромагнитныхъ явленіяхъ, періодъ которыхъ еще короче, и говорить нечего. Но если-бы даже и примириться съ приѣмомъ г. Мура относительно варіаціонныхъ приборовъ, то все-таки онъ непригоденъ для абсолютныхъ магнитныхъ наблюдений. Во первыхъ, опредѣленіе абсолютнаго наклоненія производится теперь вовсе безъ магнитной стрѣлки, если не считать гальванометра, опредѣленіе-же абсолютнаго горизонтальнаго напряженія, хотя и производится помощью магнитовъ, можетъ быть только искажено всякими посторонними приѣмами, представляя изъ себя измѣреніе извѣстной, господствующей въ данный моментъ, силы, а не отклоненія магнитной стрѣлки относительно условной постоянной площади.

Я позволилъ себѣ привести эти соображенія, руководствуясь той мыслью, что, не смотря на разнаго рода попытки оградить магнитныя обсерваторіи отъ пагубной дѣятельности трамваевъ, единственнымъ вѣрнымъ средствомъ является перенесеніе обсерваторіи за черту вліянія трамвая. Въ заключеніе прибавлю, что прошлое Тифлисской Физической Обсерваторіи, какъ магнитнаго учрежденія, весьма знаменательно; она дала многолѣтній рядъ безпрерывныхъ магнитныхъ наблюдений, отличающихся своей точностью, и снабжена теперь, благодаря содѣйствію г-на Директора Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, отличными самопишущими магнитными приборами, и прекращеніе ея магнитныхъ наблюдений, какъ разъ теперь, можетъ повлечь за собою потери для науки, размѣры которыхъ легко предвидѣть, если вспомнить, что Обсерваторія лежитъ на широтѣ $41^{\circ} 43'$, т. е. именно въ чертѣ, составляющей границу двухъ областей, съ діаметрально противоположными магнитными свойствами, въ чертѣ, подверженной, по всей вѣроятности, самымъ сложнымъ вліяніямъ какъ магнитнымъ, такъ и электрическимъ, которыя въ самое послѣднее время вызвали такую оживленную дѣятельность ученыхъ.

Постоянныя ежечасныя магнитныя и метеорологическія наблюденія производились и обрабатывались подъ непосредственнымъ руководствомъ помощника директора Р. О. Ассафрея, которому былъ также порученъ надзоръ за печатаніемъ этихъ наблюдений. Въ отчетномъ году были окончены печатаніемъ наблюденія за 1898 г. Вычисленіемъ наблюдений и чтеніемъ корректуръ занимались гг. Е. А. Ильинъ и П. А. Бровкинъ цѣлый годъ, И. З. Кецховели до 20 марта, П. А. Петерсенъ, начиная съ 3 февраля, З. П. Евтихievъ съ 3 апрѣля.

Въ производствѣ ежечасныхъ наблюдений, кромѣ этихъ лицъ, принимали участіе Н. Домбровскій и І. Джугашвили цѣлый годъ, М. Давидовъ до 20 февраля и В. О. Бердзеновъ, начиная съ 21 февраля. Всѣ перечисленные господа принимали участіе въ проявленіи кривыхъ магнитографа и сейсмографа.

Кромѣ самонишущихъ приборовъ, дѣйствовавшихъ уже въ прежніе годы, дѣйствовали регулярно магнитографъ Эдельмана и сейсмографъ Ребѣрь-Элерта. Маятникъ Ребѣрь-Элерта, начавшій дѣйствовать регулярно съ 23 января, отмѣтилъ въ отчетномъ году 123 близкихъ и дальнихъ землетрясеній. Въ началѣ іюля были пріобрѣтены и установлены въ сѣверной пристройкѣ изъ жалюзи термографъ и гигрографъ Ришара, большого типа, съ суточнымъ оборотомъ барабановъ. Такимъ образомъ, Обсерваторія подошла весьма близко къ давно желанной цѣли — прекращенія ежечасныхъ наблюдений, замѣняя ихъ самопишущими приборами. Единственнымъ препятствіемъ къ этой реорганизаціи служитъ только нашъ анемографъ Гаслера, который по устарѣлой своей конструкціи не отвѣчаетъ нынѣшнимъ требованіямъ науки. По этому поводу, пользуясь моимъ пребываніемъ въ Петербургѣ, я заказалъ новый анемографъ измѣненнаго типа Ришара (типъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи), изготовленіе котораго, съ разрѣшенія г. Директора Главной Физической Обсерваторіи, взялъ на себя г. механикъ Рорданцъ. Я твердо надѣюсь, что реорганизація нашихъ наблюдений будетъ осуществлена въ будущемъ году.

Въ виду этихъ преобразованій, необходимо было перенести нашъ барографъ въ другое помѣщеніе, такъ какъ комната, въ которой онъ стоялъ, неотопливаема и имѣетъ громадную температурную суточную и годичную амплитуду. Намѣченное новое мѣсто для барографа (ниша въ центральномъ залѣ, гдѣ находятся магнитные варіаціонные приборы Купфера), вызвало необходимость устраненія всѣхъ желѣзныхъ его частей. Эту работу выполнилъ; какъ упомянуто выше, механикъ Вейсъ очень аккуратно, и можно сказать, что нашъ барографъ поставленъ во всѣхъ отношеніяхъ безукоризненно.

Ранѣе, чѣмъ приступить къ прекращенію ежечасныхъ наблюдений, нужно удостовѣриться въ правильномъ дѣйствіи всѣхъ самопишущихъ приборовъ. Для обработки записей этихъ приборовъ, въ помощь нашему личному составу, была приглашена 20 іюня г-жа Н. Н. Мошкина; ей было поручено измѣреніе кривыхъ магнитографа, термографа и гигрографа. Окончательная обработка этихъ приборовъ (а также обработка барографа) была распределена на нѣсколько лицъ, и я могу сказать, что этотъ громадный трудъ въ настоящее время почти законченъ и проконтролированъ; онъ далъ самые утѣшительные результаты.

Абсолютныя магнитныя измѣренія производились поочередно гг. Ассафреемъ и Фигуровскимъ, по тѣмъ же приборамъ какъ и въ 1899 году.

Опредѣленіе времени дѣлалось исключительно г. Ассафреемъ.

На время своей поѣздки въ Петербургъ директоръ Обсерваторіи бралъ съ собою карманный хронометръ Hauth № 45, такъ какъ температурная компенсація хронометра нуждалась въ серіозной регулировкѣ. Одновременно былъ тоже взятъ въ Петербургъ нормальный термометръ Geissler № 9 для его вторичной провѣрки съ нормальнымъ термометромъ Николаевской Обсерваторіи.

Для метеорологическихъ станцій и частныхъ лицъ провѣрены въ Обсерваторіи:

12 анероидовъ

6 ртутныхъ барометровъ.

Для топографическаго отдѣла Генеральнаго Штаба провѣрено два термометра, принадлежащіе къ маятнику Стернека.

Для Военно-Медицинской Лабораторіи приведены въ порядок и жюстированы два спектроскопа.

Полковникъ Гедеоновъ изъ Генеральнаго Штаба работалъ лѣтомъ болѣе продолжительное время надъ маятникомъ Стернека, въ отведенной для этихъ цѣлей особой комнатѣ при физическомъ кабинетѣ, причѣмъ мастерская Обсерваторіи оказывала ему нужную помощь.

27 октября с. г. удостоилъ своимъ посѣщеніемъ Обсерваторію Августѣйшій Президентъ Императорской Академіи Наукъ Его Императорское Высочество Великій Князь Константинъ Константиновичъ.

28 апрѣля посѣтили Обсерваторію Помощникъ Главнначальствующаго Гражданскою частью на Кавказѣ, генералъ Фрезе, г. Понечитель Кавказскаго Учебнаго Округа т. с. Яновскій, профессора Мушкетовъ и Левицкій и члены распорядительнаго комитета Кавказскаго Отдѣла Императорскаго Географическаго Общества.

21 февраля посѣтилъ Обсерваторію г. Тифлисскаго Губернаторъ, полковникъ Свѣчинъ.

III. Изданіе Ежемѣсячнаго Бюллетеня Тифлисской Физической Обсерваторіи.

Продолженіе изданія Бюллетеня въ отчетномъ году стоило Обсерваторіи большихъ денежныхъ затратъ и усиленнаго напряженія рабочихъ ея силъ, такъ какъ всѣ денежные субсидіи, на которыя Бюллетень до сихъ поръ издавался, прекратились, за исключеніемъ 300 руб. отъ Императорскаго Кавказскаго Общества Сельскаго Хозяйства, не смотря на одобрительный отзывъ, котораго удостоилъ наше изданіе Первый Метеорологическій Съѣздъ. По этимъ причинамъ, не было возможности предпринять какія-либо улучшенія или расширеніе Бюллетеня, и нужно было довольствоваться тѣми размѣрами, въ которыхъ Бюллетень издавался въ прошломъ году.

Вычисленіемъ и провѣркой наблюденій для печатанія въ ежемѣсячномъ Бюллетенѣ, составленіемъ таблицъ и чтеніемъ корректуръ, подъ руководствомъ И. В. Фигуровскаго, занимался въ теченіе всего года Н. А. Домбровскій и отчасти гг. В. Джугашвили и В. О. Бердзеновъ; въ чтеніи корректуръ участвовала г-жа Э. Ю. Проценко.

Въ Бюллетенѣ ежемѣсячно печатались, среднимъ числомъ для 51 станціи, средняя температура по декадамъ и за мѣсяць, максимальныя и минимальныя температуры, время ихъ наступленія, а также число морозныхъ дней. Затѣмъ, среднимъ числомъ для 157 станціи, печатались полностью ежедневныя наблюденія надъ количествомъ осадковъ, съ обозначеніемъ ихъ вида; кромѣ того, давалось число дней съ осадками, снѣгомъ и градомъ, а также максимумъ осадковъ и день, на который онъ приходился.

Краткій пояснительный текстъ къ цифровымъ даннымъ съ обзоромъ погоды на Кав-

казъ и свѣдѣніями о выдающихся метеорологическихъ и сейсмическихъ явленіяхъ дополняли все изданіе. Каждый номеръ снабжался, сверхъ того, наглядной картой осадковъ, съ кривыми отклоненій средней мѣсячной температуры отъ нормальной. Въ лѣтніе мѣсяцы печатались также статистическія свѣдѣнія объ урожаѣ, въ видѣ прибавленій къ Бюллетеню.

Число станцій, наблюденія которыхъ печатались въ Бюллетенѣ, показываетъ слѣдующая таблица:

1900 г.	Температура.	Осадки.	Статистика урожая.
Январь	48	162	
Февраль	52	165	
Мартъ	51	175	
Апрѣль	54	153	77
Май	55	163	71
Іюнь	50	157	69
Іюль	50	148	68
Августъ	49	154	65
Сентябрь	50	151	} 61
Октябрь	50	154	
Ноябрь	48	144	
Декабрь	51	156	
Среднее	51	157	68

Ежемѣсячный Бюллетень выходилъ въ концѣ каждого мѣсяца и разсылался бесплатно въ количествѣ 683 экземпляровъ по Кавказу, 78 экземпляровъ по Россіи и 1 экземпляръ за границу.

Для Ежемѣсячнаго Бюллетеня Николаевской Главной Физической Обсерваторіи составлялись выводы изъ наблюденій для 3 станцій надъ всѣми элементами и для 20-ти станцій на Сѣверномъ Кавказѣ надъ осадками.

IV. Завѣдываніе Кавказскими метеорологическими станціями.

Непосредственный надзоръ за работами по проверкѣ и вычисленію наблюденій всѣхъ Кавказскихъ метеорологическихъ станцій порученъ старшему наблюдателю Фигуровскому. Вычисленіемъ станціонныхъ наблюденій занимались: І. В. Джугашвили и А. Н. Мошкина въ теченіе всего года; до 20 февраля М. Н. Давидовъ и съ 21 февраля до конца года В. О. Бердзеновъ; до 2 февраля П. А. Петерсенъ.

По болѣзни, А. Н. Мошкина не занималась въ разное время 26 дней.

Въ отчетномъ году открыли или возобновили свою дѣятельность слѣдующія станціи:

Станціи II разряда 1 класса.

1. Кутаисъ (сельско-хозяйственная школа), Кутаисской губ.
2. Кондоли, Тифлисской губ.
3. Тифлисъ (Сололаки) Тифлисской губ.
4. Ахалкалаки » »
5. Энзели, Персія.

Станціи II разряда 2 класса.

1. Тамань, Кубанской обл.

Изъ вновь открытыхъ въ 1900 г. станцій *Кутаисъ* (сельскохозяйственная школа) устроена на средства Метеорологическаго Бюро Министерства Земледѣлія; *Кондоли* — на средства Кавказскаго Филоксернаго Комитета; *Тифлисъ* (Сололаки) — на средства Тифлисской 3-ей женской гимназіи; *Тамань* — на средства городского училища; *Ахалкалаки* — на средства городского училища и Тифлисской Физической Обсерваторіи; *Энзели* — на средства Тифлисской Физической Обсерваторіи.

Кромѣ этого, Тифлисской Физической Обсерваторіей или черезъ ея посредство въ 1900 г. снабжены инструментами, въ объемѣ станцій II разряда, еще слѣдующія станціи, не приславшія въ отчетномъ году своихъ наблюдений:

II разряда 1 класса.

1. Большой Караклисъ, Эриванской губ.
2. Кизляръ, Терской обл.
3. Тифлисъ (Ботаническій садъ II), Тифлисской губ.
4. Чолашъ, Кутаисской губ.

II разряда 2 класса.

1. Лагодехи, Тифлисской губ.

Къ 1 января 1900 г. прекратили наблюденія или въ теченіе 1900 г. не доставили своихъ наблюдений слѣдующія станціи II разряда:

1 класса.

1. Нальчикъ, Терской обл.

2 класса.

1. Петровскъ, Ставропольской губ.
2. Ботлихъ, Дагестанской обл.
3. Касумъ-Кентъ, » »
4. Тирзиси, » »

Слѣдовательно, число станцій II разряда въ 1900 г. увеличилось на 1 противъ 1899 г.

Всѣхъ дѣйствовавшихъ въ 1900 г. станцій II разряда въ Кавказской сѣти было 87, а именно 43 станціи II разряда 1 класса и 44 станціи II разряда 2 и 3 класса. Перечень этихъ станцій помѣщенъ въ приложеніи II.

Станціи III разряда.

Наблюденія Кавказскихъ станцій III разряда надъ грозами и снѣжнымъ покровомъ и такія-же наблюденія станцій II разряда до 1900 года высылались непосредственно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію, гдѣ и обрабатывались, а затѣмъ хранились въ ея архивѣ. Подобная постановка дѣла представляла много неудобствъ и, между прочимъ, лишала Тифлисскую Физическую Обсерваторію и мѣстныхъ интересующихся лицъ возможности своевременно использовать матеріалъ, представляемый означенными наблюдениями. Въ виду этого, по соглашенію Николаевской Главной Физической Обсерваторіи съ Тифлисской Физической Обсерваторіей, первая съ 1 января 1900 г. передала въ вѣдѣніе Тифлисской Физической Обсерваторіи всѣ имѣвшіяся на Кавказѣ грозовыя и снѣгомѣрныя станціи и своевременно разослала циркулярное предложеніе о высылкѣ съ января 1900 г. всѣми остальными станціями Кавказской сѣти какъ II разряда (за исключеніемъ приморскихъ станцій), такъ и дождемѣрными, грозовыхъ и снѣгомѣрныхъ наблюдений непосредственно въ Тифлисскую Физическую Обсерваторію. Такимъ образомъ, съ отчетнаго года сосредоточиваются въ Тифлисской Физической Обсерваторіи не только дождемѣрныя наблюденія Кавказскихъ станцій III разряда, но и грозовыя и снѣгомѣрныя, которыя обрабатываются въ Обсерваторіи и хранятся въ ея архивѣ.

Въ отчетномъ году открыты или возобновили свою дѣятельность слѣдующія станціи:

Станціи III разряда.

1. Новонижестеблевская, Кубанской обл.
2. Даховская, » »
3. Передовая, » »
4. Благодарное, Ставропольской губ.
5. Грозный II, Терской обл.
6. Магометанское, » »
7. Цебельда, Кутаисской губ.
8. Чхалта, » »
9. Корейсубанскій питомникъ, Кутаисской губ.
10. Агаяни, Тифлисской губ.
11. Ксанка, » »
12. Ванкъ, Елисаветпольской губ.

13. Тазакентъ, Эриванской губ.
14. Киврахъ, » »
15. Оморъ, Карсской обл.

Изъ вновь открытыхъ станцій *Новонижестеблевская* устроена на средства станичнаго училища; *Цебелда* и *Чхалта* — на средства паслѣдниковъ лѣсопромышленника Максимова; *Агаяни*, *Корейсубанскій питомникъ* и *Тазакентъ* — на средства Министерства Земледѣлія; *Ксанка* — на средства Управленія Закавказской жел. дор.; *Даховская*, *Передовая*, *Благодарное*, *Магометанское*, *Банкъ* и *Киврахъ* — на средства Тифлисской Физической Обсерваторіи.

Кромѣ того, въ отчетномъ году, черезъ посредство Обсерваторіи, снабжена дождемѣрными приборами ст. *Каневская*, Кубанской обл., не приславшая въ теченіе года своихъ наблюденій.

Къ 1 января 1900 г. прекратили наблюденія или въ теченіе 1900 года не доставили таковыхъ слѣдующія станціи:

Станціи III разряда.

1. Майкопъ II, Кубанской обл.
2. Новоелисаветскій поселокъ, Кубанской обл.
3. Ахты, Дагестанской обл.
4. Арданучъ, Кутаисской губ.
5. Сухумъ-Кале, » »
6. Текляти, » »
7. Душетъ, Тифлисской губ.
8. Шуловеры, » »
9. Геокчай, Бакинской губ.
10. Ардаганъ, Карсской обл.
11. Бардусъ, » »
12. Камарлу, Эриванской губ.

Число дѣйствовавшихъ дождемѣрныхъ станцій III разряда увеличилось, слѣдовательно, въ 1900 г. на 3 станціи.

Изъ станцій сѣти Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, доставлявшихъ ранѣе дождемѣрныя наблюденія въ Тифлисскую Физическую Обсерваторію, ст. *Баку* (Байловъ мысъ) въ отчетномъ году ихъ не доставила.

Такимъ образомъ, въ 1900 г. дѣйствовали 130 дождемѣрныхъ станцій III разряда.

Сверхъ того, еще дѣйствовали 23 станціи, наблюдавшія только снѣжный покровъ или, кромѣ этого, и грозы.

Подробныя наблюденія надъ грозами за 1900 г. были получены отъ 80 станцій II и

III разрядовъ, а наблюденія надъ снѣжнымъ покровомъ — отъ 144 станцій II и III разрядовъ.

Распредѣленіе по губерніямъ какъ дождемѣрныхъ, такъ и грозовыхъ и снѣгомѣрныхъ станцій дано въ I части Лѣтописей Николаевской Главной Физической Обсерваторіи за 1900 годъ.

Въ концѣ октября 1900 г. закончена обработка наблюденій станцій II разряда за 1899 г. Наблюденія 5 станцій за 1899 г. напечатаны полностью во II томѣ Лѣтописей Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Въ ноябрѣ отчетнаго года приступлено къ вычисленію и провѣркѣ наблюденій станцій II-го разряда за 1900 г.

Въ маѣ отчетнаго года закончена обработка наблюденій Кавказскихъ станцій надъ температурою на поверхности и на различныхъ глубинахъ почвы, надъ испареніемъ воды въ тѣни и надъ продолжительностью солнечнаго сіянія за 1899 годъ.

Всего за 1899 годъ поступило:

Съ 17 станцій наблюденія надъ температурою на поверхности почвы,
 » 10 » » » » почвы на различныхъ глубинахъ,
 » 9 » » » испареніемъ воды въ тѣни,
 » 11 » записи гелиографа.

Въ отчетномъ-же году приступлено къ обработкѣ чрезвычайныхъ наблюденій за 1900 г.

Всего за 1900 г. пока поступило:

Съ 17 станцій наблюденія надъ температурою поверхности почвы,
 » 15 » » » » почвы на разныхъ глубинахъ,
 » 12 » » » испареніемъ воды въ тѣни,
 » 12 » записи гелиографа.

Обработка наблюденій Кавказскихъ дождемѣрныхъ станцій за 1899 г. окончена въ маѣ мѣсяцѣ отчетнаго года. Мѣсячные и годовые выводы изъ нихъ напечатаны въ I томѣ Лѣтописей Николаевской Главной Физической Обсерваторіи. Въ этомъ-же году приступлено къ обработкѣ Кавказскихъ дождемѣрныхъ станцій за 1900 годъ.

Списокъ станцій, на которыя въ 1900 г. Тифлисскою Физическою Обсерваторіею разосланы инструменты (на ея средства).

- 1) Большой Караклисъ, II разряда. Чашечный барометръ № 480. Психрометрическая клѣтка № 15. Флюгеръ № 39 ф. Дождемѣры № 118 и 118* съ защитою.
- 2) Вознесенская, II разряда. Психрометрическая клѣтка № 18.

- 3) Караязы, II разряда. Волосной гигрометр № 16990, взаѣнъ испорченнаго.
- 4) Карсъ, II разряда. Минимальный термометръ № 15736 (5161).
- 5) Кизляръ, II разряда. Психрометрическая клѣтка № 19 ф. Психрометрическіе термометры № 16164 (5224) и 16165 (5224*). Волосной гигрометр № 17001 (2061). Дождемѣры № 129 и 129* съ защитою. Дождемѣрный стаканъ № 16626.
- 6) Сухумъ (Горская школа), II разряда. Волосной гигрометр № 16992 (155), взаѣнъ испорченнаго.
- 7) Тквибули, II разряда. Волосной гигрометр № 16999 (2011), взаѣнъ испорченнаго.
- 8) Чіатуры, II разряда. Волосной гигрометр № 16882 (227), взаѣнъ испорченнаго.
- 9) Чолашь, II разряда. Анероидъ № 14310 (Naudet 1018). Психрометрическая клѣтка № 21. Психрометрическіе термометры № 16171 (5228) и 16172 (5228*). Волосной гигрометр № 17002 (2258). Максимальный термометръ № 16308 (5384). Минимальный термометръ № 15719 (5120). Флюгеръ № 38 ф. Дождемѣры № 131 и 131* съ защитою. Дождемѣрный стаканъ № 16637.
- 10) Хой, II разряда. Чашечный барометръ № 1056. Психрометрическіе термометры № 16166 (5225) и 16167 (5225*).
- 11) Шелкозаводская, II разряда. Дождемѣръ № 40* Т. Ф. О.
- 12) Передовая, III разряда. Дождемѣры № 130 и 130* съ защитою. Дождемѣрный стаканъ № 16629.
- 13) Уманская, III разряда. Дождемѣры № 13 и 13* Т. Ф. О.

V. Дѣятельность Обсерваторіи для практики. Справки. Изданія.

Изъ выданныхъ различнымъ учрежденіямъ и лицамъ въ отчетномъ году справокъ мы упомянемъ слѣдующія.

- 1) Бакинскому Техническому Комитету — О лѣтней температурѣ верхнихъ слоевъ почвы за 1898 и 1899 гг. въ Тифлисѣ.
- 2) Кубанскому Городовому Врачу А. Центнеру — Наблюденія въ Абастуманѣ, Боржомѣ и во всей Бакинской губерніи за 1894, 1898 и 1899 гг.
- 3) Инженеру гидравлику 7 воднаго участка на Кавказѣ — Склоненіе магнитной стрѣлки въ Душетѣ, Телавѣ и Сягнахѣ за время съ 1 (14) іюня по 1 (14) октября 1900 г.
- 4) Директору Абастуманскихъ минеральныхъ водъ — Наибольшая и наименьшая меридіональная высота солнца въ Абастуманѣ.
- 5) Директору Кавказскихъ минеральныхъ водъ — Свѣдѣнія объ атмосферныхъ осадкахъ за послѣднія 10 лѣтъ станцій Желѣзноводскъ и Пятигорскъ.

6) Начальнику Службы Подвижного Состава и Тяги А. Вартенбургу — Вѣтеръ въ Тифлисѣ 13 іюня, между 12 и 3 часами дня.

7) Маркшейдеру Кавказскаго Горнаго Управленія, горному инженеру Брайану. — Среднее магнитное склоненіе за августъ для с. Дунта.

8) Начальнику Коммерческаго отдѣла Управленія Закавказскихъ желѣзныхъ дорогъ. — Среднее повышеніе и пониженіе температуры за 1899 г. въ Баку, Гори и Батумѣ (Зеленый Мысъ).

9) Бакинской Городской Управѣ. — Метеорологическія наблюденія въ Бакинской губ. и Дагестанской области за 1898 и 1899 гг.

10) Кавказскому Окружному Инженерному Управленію. — Наименьшая температура въ Ахалкалакахъ и Эривани за все время наблюденій.

11) Старшему Врачу 1-го Кавказскаго Сапернаго батальона Глико. — Метеорологическія данныя за 1899 г. для Тифлиса.

12) Старшему Врачу Кавказской Гренадерской Артиллерійской бригады Величкину. — Тоже.

13) Штабсъ-Капитану 4 Кавказской бригады Занковскому. — Температура воздуха за ноябрь и декабрь 1899 г. и январь 1900 г. въ Тифлисѣ.

14) Горному Инженеру Альберту Шамоену. — Среднія и крайнія температуры въ Тифлисѣ за десять лѣтъ.

15) Горному Инженеру Казасъ. — Магнитное склоненіе для ст. Закавказской желѣзной дороги Таусъ за мартъ 1900 г.

16) Доктору Артемьеву. — Метеорологическія данныя Тифлиса съ 1892 по 1899 гг.

17) Оберъ-Офицеру для порученій при Штабѣ Кавказскаго военнаго округа Капитану Е. Ф. Эльснеру. — Метеорологическія данныя по Бакинской губерніи.

18) Агроному С. Н. Тимофееву. — Метеорологическія данныя Тифлисской Обсерваторіи 1898 и 1899 г.

Тифлисская Физическая Обсерваторія разослала въ отчетномъ году разнымъ учрежденіямъ, ученымъ Обществамъ и отдѣльнымъ лицамъ слѣдующія изданія, въ обмѣнъ на доставленныя ей наблюденія и печатныя изданія:

1) Ежемѣсячный Бюллетень Тифлисской Физической Обсерваторіи за 1900 г.

2) Наблюденія Тифлисской Физической Обсерваторіи за 1897 г.

Слѣдующіе оттиски изъ Лѣтописей Николаевской Главной Физической Обсерваторіи разосланы по станціямъ Кавказской Сѣти:

1) Ежемѣсячные и годовые выводы изъ наблюденій станцій II разряда за 1898 г. въ Россійской Имперіи.

2) Наблюденія надъ температурою на поверхности земли, температурою почвы на разныхъ глубинахъ, испареніемъ воды въ тѣни и продолжительностью солнечнаго сіянія въ 1898 г. на станціяхъ II разряда въ Россійской Имперіи.

- 3) Наблюденія надъ осадками за 1898 г.
- 4) Наблюденія надъ грозами за 1898 г.
- 5) Наблюденія надъ снѣжнымъ покровомъ зимой 1897—1898 г.
- 6) Наблюденія надъ вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ въ 1898 г.
- 7) Алфавитный списокъ станцій.

ХІІ. Екатеринбургская Обсерваторія.

Г. Директоръ Екатеринбургской Обсерваторіи, Г. О. Абельсъ, доставилъ мнѣ слѣдующій отчетъ за 1900 годъ, для представленія Императорской Академіи Наукъ.

Новый штатъ Обсерваторіи. Отчетный, 1900-й, годъ на всегда останется памятнымъ въ исторіи Екатеринбургской Обсерваторіи, потому что по Высочайше утвержденному, 6 декабря 1899 г., мнѣнію Государственнаго Совѣта значительно былъ увеличенъ кругъ дѣятельности Обсерваторіи и, согласно съ этимъ, ея штатъ.

Расширеніе дѣятельности Обсерваторіи состояло въ слѣдующемъ:

Во-первыхъ, въ томъ, что ей вмѣнено въ обязанность завѣдывать всѣми метеорологическими станціями Западной Сибири и Пермской губерніи. Для этой цѣли предвидѣно было устройство отдѣленія, состоящаго изъ завѣдующаго и трехъ вычислителей. Кроме того, даны суммы на содержаніе станцій и ремонтъ инструментовъ и на поѣздки для ревизіи станцій.

Во вторыхъ, предполагается по новому штату устройство еще другого отдѣленія, на которое возлагается предупрежденіе о метеляхъ. Личный составъ этого отдѣленія состоитъ изъ завѣдующаго и адъюнкта.

Кроме того, были увеличены также и средства самой Обсерваторіи назначеніемъ прибавки къ жалованью наблюдателей и къ квартирнымъ деньгамъ директора и его помощника, а также и увеличеніемъ суммъ, предназначенныхъ на ученія и на хозяйственныя потребности и, наконецъ, назначеніемъ не имѣвшейся раньше суммы для ремонта зданій. Всего Обсерваторіи по новому штату ежегодно отпускается 21126 рублей, вмѣсто прежнихъ 8000 руб.

Наконецъ, еще была отпущена сумма въ 2270 руб. въ распоряженіе директора на нужды метеорологическихъ станцій, устроенныхъ по линіи Сибирской желѣзной дороги.

Постройки. Прежде, чѣмъ было возможно приступить къ исполненію возложенныхъ на Обсерваторію новыхъ обязанностей, нужно было увеличить ея помѣщеніе, которое и при прежнихъ занятіяхъ было слишкомъ тѣснымъ. Согласно смѣты, составленной прежнимъ Екатеринбургскимъ городскимъ архитекторомъ, А. Чирковскимъ, и утвержденной Пермскимъ Губернскимъ Правленіемъ, по протоколу отъ 23 іюля 1897 г. за № 236, на этотъ предметъ, т. е. на увеличеніе главнаго нашего зданія пристройкой къ нему и на устройство службъ, состоящихъ изъ кладовой, сарая и погреба, отпущено было казною 8739 руб.

95 коп. Кроме того, были даны 4022 руб. 20 коп. на устройство забора вокруг обсерваторскаго участка.

На торгахъ, состоявшихся въ началѣ апрѣля мѣсяца, согласно требованію закона, и утвержденнымъ въ послѣдствіи г. Министромъ Народнаго Просвѣщенія, исполненіе предложенныхъ работъ принялъ на себя подрядчикъ П. Ф. Китаевъ за цѣну въ 12386 руб. 50 коп. Работы по постройкамъ начались еще въ апрѣлѣ, подъ надзоромъ городского архитектора Ю. О. Дютеля, и были почти окончены въ ноябрѣ, такъ что мы могли занять новыя комнаты съ половины этого мѣсяца, когда первоначально бывшая въ нихъ, понятнымъ образомъ, большая сырость нѣсколько уменьшилась. Окончательный же пріемъ въ казну новыхъ построекъ, изъ за нѣкоторыхъ недодѣлокъ, былъ отложенъ до лѣта 1901 г. Такъ, на примѣръ, полы не были окрашены, а только загрунтованы, въ виду того, что можно было предвидѣть, что они въ теченіе зимы разсохнутся и поэтому весною должны будутъ быть сколочены.

Пристройкой къ нашему главному зданію прибавилось три комнаты, предназначенныя для канцелярскихъ работъ, кроме передней у вновь устроеннаго второго входа въ зданіе. Подъ этими помѣщеніями, находящимися на одномъ уровнѣ съ прежнимъ помѣщеніемъ Обсерваторіи, былъ устроенъ нижній каменный этажъ, благодаря тому обстоятельству, что почва здѣсь имѣетъ довольно большой уклонъ, и поэтому для устройства его пришлось выкопать, сравнительно, лишь немного грунта. Здѣсь устроены двѣ небольшія комнаты для сторожей Обсерваторіи и одна комната, предназначенная для мастерской. Лѣстница соединяетъ оба этажа, и рядомъ съ ней устроены какъ наверху, такъ и внизу сортиры.

Кромѣ упомянутыхъ работъ, предвидѣнныхъ въ смѣтѣ, были исполнены еще разныя другія строительныя работы, а именно:

Такъ какъ единственная имѣвшаяся дорога, ведущая къ Обсерваторіи по ея роцѣ, была проложена на восточной ея сторонѣ, т. е. на сторонѣ какъ разъ противоположной городу, и это неудобство должно было чувствоваться, въ особенности, съ тѣхъ поръ, какъ наша роца огорожена заборомъ, то была устроена другая подъѣздная дорога, которая ведетъ по косогору холма къ сѣверной части забора. Матеріаломъ для устройства этой дороги служилъ грунтъ, камни и земля, выкопанные при упомянутыхъ выше постройкахъ.

Крышу надъ старою частью нашего главнаго зданія пришлось передѣлать, по слѣдующей причинѣ: она имѣла съ трехъ сторонъ скатъ, частью направленный въ средину, а дождевая вода стекала съ крыши съ четвертой, открытой стороны. Эта четвертая сторона, однако, загородилась упомянутой выше новою постройкою, такъ что дождевая вода не имѣла бы никакого стока. Поэтому и было необходимо передѣлать крышу такимъ образомъ, чтобы копейкъ ея приходился по срединѣ зданія, и дождевая вода стекала по сторонамъ.

У новаго сарая, для обезпеченія его въ зимнее время отъ снѣжныхъ заносовъ, была забрана также и передняя его сторона, между тѣмъ, какъ по смѣтѣ предполагалось оставить ее открытой.

Другое отступленіе отъ смѣты состояло въ томъ, что полъ въ мастерской былъ сдѣланъ каменный, а не деревянный, какъ предполагалось по смѣтѣ, съ тою цѣлью, чтобы въ этомъ помѣщеніи было возможно работать также при огнѣ, не опасаясь пожара.

Далѣе по смѣтѣ предполагались простыя отхожія мѣста, съ выдвижнымъ ящикомъ. Вслѣдствіе же замѣчанія г. архитектора Императорской Академіи Наукъ, что при такомъ устройствѣ по всему зданію будетъ распространяться зловоніе, были устроены ватеръ-клозеты съ выгребной ямой.

Такъ какъ рабочіе, при началѣ работъ, выкопали болѣе грунта, чѣмъ требовалось по смѣтѣ, то не дорого стоило устроить еще одно, непредвидѣнное въ смѣтѣ, небольшое темное помѣщеніе въ подвальномъ этажѣ для кладовой.

Изъ помѣщенія прежняго отхожаго мѣста устроили, хотя и небольшую, фотографическую комнату. При этомъ, такъ какъ помѣщеніе это приходится подъ холодной лѣстницей, ведущей на башню, нижнюю сторону лѣстницы обили кошмой и оштукатурили ее.

Когда во время работъ по пристройкѣ къ главному зданію вскрыли обшивку нашей башни, то оказалось, что нѣсколько балокъ сруба, на которомъ выстроена башня, въ 2-хъ углахъ сильно подгнили, вслѣдствіе чего необходимо было ихъ замѣнить новыми. Этой послѣдней работой руководилъ г. инженеръ И. О. Ижицкій-Германъ, такъ какъ завѣдывавшій другими работами г. городской архитекторъ не желалъ взять на себя отвѣтственность за означенную работу, въ виду ея трудности. Кромѣ исправленія сгнившихъ частей, башня была обшита заново тесомъ.

Наконецъ, пришлось еще исправить поврежденія, причиненныя Обсерваторіи ураганомъ, который 15/2 іюня отчетнаго года, при грозѣ и градѣ, разразился надъ южною частью города Екатеринбурга, гдѣ находится Обсерваторія, и достигъ скорости около 80 метровъ въ секунду, хотя онъ продолжался лишь минуты двѣ. Ураганомъ, между прочимъ, была сорвана часть крыши дома магнитометровъ и совершенно разрушена, до основанія, будка, выстроенная на площади за городскою чертою для производства абсолютныхъ магнитныхъ наблюденій, причемъ части ея, т. е. доски и брусья, были разбросаны на разстояніи болѣе полуверсты. О силѣ урагана можно судить еще и по тому обстоятельству, что въ нашей рошѣ имъ были сломаны или вырваны съ корнями 80 сосенъ, и что незадолго передъ тѣмъ выстроенный крѣпкій заборъ отъ напора вѣтра мѣстами наклонился. Около 30 стеколъ въ окнахъ нашихъ зданій были разбиты градомъ или выдавлены вѣтромъ. Приборы Обсерваторіи, къ счастью, отъ урагана не пострадали, за исключеніемъ стараго флюгера, который былъ сброшенъ съ своего мѣста.

Приведенныя сверхсмѣтныя работы, съ причисленіемъ къ нимъ еще нѣкоторыхъ другихъ плотничныхъ работъ, какъ то: устройство перилъ у подъездной дороги, устройство двойныхъ выходныхъ дверей и нѣкоторыхъ полокъ и другія мелочныя работы, стоили всего 1764 руб.

Личный составъ. Въ началѣ года составъ служащихъ былъ тотъ-же, что и въ предыдущемъ году, а именно: директоромъ Обсерваторіи состоялъ Г. Абельсъ, его помощни-

комъ П. Мюллеръ и наблюдателями А. Коровинъ, А. Мазенинъ, Н. Изможеровъ, В. Морозовъ и А. Шаньгинъ.

На новыя должности завѣдывающихъ отдѣленіями сѣти станцій и предупрежденій о метеляхъ были опредѣлены слѣдующія лица: на первую должность былъ назначенъ бывшій наблюдатель Константиновской Обсерваторіи въ г. Павловскѣ Сергѣй Яковлевичъ Ганнотъ, который, бывши вначалѣ прикомандированъ къ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, пріѣхалъ въ Обсерваторію въ концѣ августа мѣсяца. Назначенный на вторую должность Артуръ Робертовичъ Бейеръ завѣдывалъ метеорологическими и магнитными наблюденіями, ведеными на Шницбергенѣ во время зимовки русско-шведской градусной экспедиціи 1899—1900 гг. Вернувшись съ экспедиціи, въ сентябрѣ 1900 г., г. Бейеръ занимался собраннымъ на Шницбергенѣ научнымъ матеріаломъ, а затѣмъ также и подготовленіями къ новой его должности, для каковой цѣли онъ, числившись на службѣ Екатеринбургской Обсерваторіи съ 1 октября, былъ прикомандированъ къ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи. Въ Екатеринбургъ г. Бейеръ пріѣхалъ въ февралѣ 1901 г.

Другіе новыя служащіе Обсерваторіи были приглашены, по вольному найму, по мѣрѣ увеличенія ея работъ: въ февралѣ принятъ былъ Г. А. Вершининъ, который уже служилъ въ обсерваторіи наблюдателемъ съ половины 1894 г. по ноябрь 1895 г. и долженъ былъ оставить эту службу для отбытія воинской повинности; въ апрѣлѣ И. А. Паршаковъ, въ іюлѣ Н. Л. Пироговская, въ августѣ Э. Р. Эрдманъ, въ ноябрѣ, адъюнктомъ, В. Д. Балакинъ и въ декабрѣ Л. Д. Веселова.

Наконецъ, въ ноябрѣ былъ нанятъ еще одинъ дворникъ. Нижній служительскій персоналъ съ этого времени состоялъ изъ одного разсыльнаго, двухъ дворниковъ и одного ночного караульнаго.

Въ маѣ г. Изможеровъ пользовался отпускомъ на одну недѣлю. Кромѣ того, временно отсутствовалъ изъ Обсерваторіи еще г. Мюллеръ, командированный для ревизіи метеорологическихъ станцій Западной Сибири. Вслѣдствіе поздняго прибытія заказанныхъ въ С.-Петербургѣ инструментовъ, г. Мюллеръ могъ выѣхать только 15 августа н. ст. и, захворавъ въ пути, долженъ былъ вернуться уже 3 октября, не окончивъ возложеннаго на него порученія. По выздоровленіи, г. Мюллеръ снова выѣхалъ на ревизію станцій 23 октября и вернулся 2 ноября.

Канцелярія. Канцелярскими дѣлами занимался, подъ руководствомъ директора Обсерваторіи, по прежнему, наблюдатель А. Коровинъ. При возрастаніи дѣлъ, ему былъ данъ съ марта мѣсяца въ помощники г. Вершининъ, а съ августа мѣсяца г. Вершинина замѣнила Э. Р. Эрдманъ. Входящихъ нумеровъ въ отчетномъ году записано 1588, а исходящихъ 2031, т. е. почти въ три раза больше, чѣмъ въ предыдущіе годы. Сюда, по прежнему, не вошли отсылаемые ежедневно въ Ник. Гл. Физ. Обсерваторіи телеграммы о погодѣ, а также не записывались въ журналъ входящихъ и исходящихъ бумагъ всѣ письма и таблицы наблюденій, получаемыя чрезъ Уральское Общество Любителей Естествознанія отъ нашей Пермской сѣти метеорологическихъ станцій. Такихъ таблицъ было около 2500.

Пріобрѣтенія. Благодаря увеличеннымъ съ настоящаго года средствамъ Обсерваторіи, да нѣкоторымъ единовременно отпущеннымъ суммамъ (500 руб. на меблировку новой пристройки къ главному корпусу, 3000 рублей на устройство новыхъ метеорологическихъ станцій), и еще благодаря сбереженіямъ отъ штатныхъ суммъ, въ особенности остаткамъ отъ жалованья личнаго состава, удалось довольно значительно увеличить имущество Обсерваторіи покупкою мебели, книгъ и разныхъ приборовъ.

Мебели, въ томъ числѣ 16 шкафовъ, 2 большихъ и 4 обыкновенныхъ стола для занятій, 1 диванъ, 1½ дюжины стульевъ, куплено всего на сумму 1153 руб.

Книгъ и картъ куплено 35 названій въ 40 томахъ, стоимостью въ 211 руб. 8 коп. Кроме того, Обсерваторія получила въ даръ 117 названій въ томъ-же числѣ томовъ. На переплетъ израсходовано 20 руб. 59 коп.

Изъ купленныхъ инструментовъ здѣсь слѣдуетъ упомянуть слѣдующіе:

1) Токарный станокъ съ принадлежностями, стоившій съ пересылкою изъ Петербурга 700 руб.

2) Два фотографическихъ аппарата, изъ которыхъ одинъ для пластинокъ въ 13 × 18 см., другой для пластинокъ въ 9 × 12 см., стоившіе съ принадлежностями 393 руб.

3) Земляной буръ, предназначенный для установки почвенныхъ термометровъ (140 руб.).

4) Копировальный приборъ «Неосиклостилъ» (105 руб.).

5) Магнитометръ Тибергъ-Талена (125 руб.).

6) Электроскопъ Экспера (ок. 45 руб.).

7) Трое стѣнныхъ обыкновенныхъ часовъ (52 р. 20 к.).

8) Двѣ серіи почвенныхъ термометровъ въ эбонитовыхъ оправкахъ (317 руб.).

9) Солнечные часы Флеше (42 руб.).

10) Нефоскопъ Финемана (50 руб.).

11) Аппаратъ Вейнгольда съ принадлежностями (45 руб.).

12) Гелиографъ Величко (25 руб.).

Затѣмъ заказанъ на счетъ смѣты отчетнаго года¹⁾ еще слѣдующій приборъ, который Обсерваторіею еще не полученъ:

Индукціонный инклинаторъ (ок. 700 руб.).

Наконецъ, куплены еще слѣдующіе метеорологическіе приборы:

14 ртутныхъ барометровъ,
64 психрометрическихъ термометра,
14 клѣтокъ съ вентиляторами,
27 минимумъ-термометровъ,
22 максимумъ-термометра,

1) Распоряженіе остатками отъ суммъ 1900 г. Пермскою Казенною Палатою мнѣ было продолжено, на основаніи поданнаго именнаго списка кредиторовъ казны.

20 волосныхъ гигрометровъ,
 10 анероидовъ,
 12 флюгеровъ,
 18 термометровъ для поверхности земли,
 3 термометра для барометра,
 51 пара дождемѣровъ¹⁾,
 51 измѣрительный стаканъ,
 16 ручныхъ фонарей.

Всего изъ суммъ, отпущенныхъ на 1900 г., приобрѣтено имущества, подлежащаго внесению въ шнуровыя книги, на 7850 руб. Кроме того, еще куплено разныхъ мелкихъ вещей, какъ то: разныхъ письменныхъ принадлежностей, столовыхъ лампъ, нанильниковъ, половинокъ и т. д., которыя записывались не въ шнуровую, а въ простую книгу, на сумму 380 руб.

Наблюдения и научныя работы Обсерваторіи. О постоянныхъ наблюденияхъ Обсерваторіи представленъ особый подробный отчетъ, который будетъ напечатанъ въ Лѣтописяхъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи. Объ этихъ нормальныхъ наблюденияхъ поэтому здѣсь и не будемъ говорить. Сверхъ того, Обсерваторіею произведены еще слѣдующія наблюдения и работы.

Наблюдения надъ суточнымъ ходомъ температуры въ песокѣ и надъ количествомъ находящейся въ немъ влаги были возобновлены съ 1 іюня и продолжались правильно до 30 сентября.

По требованію г. директора М. А. Рыкачева, была установлена въ августѣ отчетнаго года вторая серія почвенныхъ термометровъ, въ эбонитовыхъ оправахъ, для наблюдений надъ температурою почвы на разныхъ глубинахъ подъ естественной поверхностью земли. Эти термометры были установлены г. Морозовымъ со всею тщательностью при помощи земляного бура. Рядомъ съ термометрами былъ устроенъ мостикъ, стоя на которомъ, наблюдатель дѣлаетъ отсчеты, чтобы лѣтомъ трава, а зимою снѣгъ имъ не утаптывались. Верхняя доска мостика можетъ быть, при помощи устроеннаго противовѣса, легко поставлена на ребро, чтобы земля подъ ней не была ею защищена отъ осадковъ.

Однако, я долженъ замѣтить, что производимыя по этимъ термометрамъ наблюдения, по двумъ причинамъ, не будутъ со всею строгостью сравнимы съ наблюдениями другой, наблюдающей у насъ, серіи таковыхъ термометровъ, т. е. что разности въ ихъ показаніяхъ, вѣроятно, не будутъ зависѣть отъ одного только состоянія поверхности земли, вліяніе которой на температуру почвы желали изслѣдовать (у старой серіи термометровъ снѣгъ, зимою, сметывается, и трава, лѣтомъ, затаптывается). Эти причины слѣ-

1) Эти дождемѣры изготовлены по образцу приборовъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи нашимъ наблюдателемъ В. Морозовымъ, который, сверхъ своихъ обязанностей какъ наблюдатель, исполнялъ также, за небольшое вознагражденіе, роль механика Обсерваторіи.

дующія: во первыхъ, почва въ обоихъ мѣстахъ оказалась неоднородной, а именно у старой серіи она состоитъ, начиная съ поверхности, почти изъ сплошного камня (змѣвика), у новыхъ же термометровъ верхній слой почвы состоитъ, до глубины около 20 см., изъ земли; затѣмъ слѣдуютъ до глубины отъ 37 до 60 см. глина и песокъ, къ которымъ примѣшаны мелкіе камни, и, наконецъ, щебень и крупныя камни или сплошная скала. Другая причина заключается въ томъ, что почва у новыхъ термометровъ лишь метра на 4 отъ нихъ достаточно ровная, затѣмъ же къ сѣверу и югу она немного возвышается. Подробности объ этихъ неровностяхъ, опредѣленныхъ нивелировкой, будутъ сообщены, когда результаты наблюденій будутъ предложены для нанечатанія.

Международныя магнитныя наблюденія, которыя должны были дѣлаться по два раза въ мѣсяць, одновременно съ такими же наблюденіями Шведской и Русской экспедиціи на Шницбергенѣ, продолжались до 16 іюня нов. ст. отчетнаго года. При этомъ, однако, я, къ сожалѣнію, долженъ упомянуть, что срочныя наблюденія, пришедшіяся на мѣсяцы февраль по апрѣль и на 2 мая, по недоразумѣнію были сдѣланы днемъ позже, чѣмъ бы слѣдовало. Впрочемъ, магниты все время были такъ спокойны, что пропущенныя ежечасныя наблюденія, которыя должны были дѣлаться, въ срочные дни, въ 2 минуты 33 секунды послѣ каждаго полного часа по мѣстному времени, съ достаточною точностью можно замѣнить нашими постоянными, ежечасными же, наблюденіями, которыя дѣлаются въ 10 минутъ послѣ каждаго полного часа по мѣстному времени.

По прежнему, продолжались также и наблюденія надъ глубиною снѣжнаго покрова, а также и ежечасныя отсчеты по термометру, положенному на поверхность снѣга.

Также продолжались сравнительныя наблюденія по дождемѣрамъ, установленнымъ въ разныхъ, болѣе или менѣе открытыхъ для вѣтра, мѣстахъ.

Начатая же въ предыдущіе годы обработка нѣкоторыхъ наблюденій, о которой упомянуто было въ прежнихъ отчетахъ, въ отчетномъ году не могла быть продолжена, такъ какъ всѣ силы Обсерваторіи вполне были заняты новыми возложенными на нее работами.

Справки. Изъ справокъ, выданныхъ Обсерваторіею въ отчетномъ году, приводимъ слѣдующія:

1) Е. Н. Ершову, довѣренному торговаго дома бр. Каменскихъ: о состояніи погоды въ Екатеринбургѣ за 29 и 30 іюня и 1, 2 и 3 іюля 1898 г. (ст. ст.).

2) Екатеринбургскому мѣстному Лазарету: выводы изъ наблюденій Обсерваторіи за 1899 г.

3) А. Новиковой: о состояніи погоды въ Екатеринбургѣ за 20—22 октября 1899 г.

4) Судебному Слѣдователю 5-го уч. Верхотурскаго уѣзда: о состояніи погоды въ Екатеринбургѣ ночью на 27 января 1900 г. (ст. ст.).

5) Управленію Верхъ-Исетскихъ заводовъ: о повторяемости вѣтровъ въ Богословскѣ, Нижнемъ-Тагилѣ, Благодаткѣ, Висимо-Шайтанскѣ и Екатеринбургѣ.

6) Профессору Ф. Капустину въ Томскѣ: ежечасныя магнитныя наблюденія 3-хъ элементовъ 5, 11, 20 и 28 августа и 2 и 6 сентября 1899 г. (нов. ст.).

7) Управленію Березовскаго золотопромышленнаго Товарищества: свѣдѣнія о состояніи погоды въ Екатеринбургѣ съ мая по сентябрь 1900 г. (ст. ст.).

8) Ученому Хранителю Геологическаго Музея Императорской Академіи Наукъ, И. Толмачеву: наблюденія надъ давленіемъ, температурой и абсолютной влажностью воздуха въ Ачинскѣ и Маріинскѣ за 24—29 іюня и 1, 4—6, 8, 16, 23, 24, 26, 29 и 30 іюля 1900 г. (ст. ст.).

9) Профессору Б. И. Срезневскому сообщались ежемѣсячно выводы изъ наблюдений Обсерваторіи.

10) Редакціи издаваемаго въ Екатеринбургѣ еженедѣльнаго журнала «Уральское Горное Обзоріе» сообщались, для напечатанія, такіе же выводы изъ наблюдений Обсерваторіи, какъ и въ прошломъ году.

11) Г. астрономъ Блокъ провѣрялъ у насъ свои хронометры и барометры.

12) Наконецъ, какъ и въ прежніе годы, были частыя справки по телефону со стороны телеграфной конторы относительно магнитныхъ возмущеній, а со стороны разныхъ другихъ учреждений и частныхъ лицъ о времени.

Завѣдываніе сѣтью метеорологическихъ станцій.

По вышеизложеннымъ причинамъ, Обсерваторія не съ начала отчетнаго года могла принять на себя завѣдываніе всѣми метеорологическими станціями порученной ей сѣти, а въ первое полугодіе должна была ограничиться завѣдываніемъ тѣхъ только станцій, которыя уже въ прошломъ году присылали ей свои наблюденія. Эти станціи были слѣдующія: Кизель, Чусовская, Бисеръ, Челябинскъ, Курганъ, Петропавловскъ, Татарская, Чулымъ, Правая Обь, Маріинскъ, Ачинскъ и, кромѣ того, сѣть станцій третьяго разряда, устроенная Уральскимъ Обществомъ Любителей Естествознанія въ Пермской губерніи.

Въ іюль мѣсяцѣ Николаевская Главная Физическая Обсерваторія, а, по ея предложенію, также и Екатеринбургская Обсерваторія циркулярно извѣстили всѣхъ гг. наблюдателей переданной Екатеринбургской Обсерваторіи сѣти, чтобы они въ будущемъ ей высылали свои наблюденія. Въ то же время Николаевскою Главною Физическою Обсерваторіею высланы намъ всѣ наблюденія, которыя поступили къ ней до тѣхъ поръ изъ нашего района за отчетный годъ. Всѣ эти наблюденія были еще не провѣрены. Правильная ихъ провѣрка и обработка могла быть начата лишь въ концѣ августа, по пріѣздѣ С. Я. Ганнота, назначеннаго, какъ уже выше сказано, завѣдывающимъ отдѣленіемъ сѣти станцій.

Личный составъ отдѣленія. Подъ руководствомъ г. Ганнота занимались въ этомъ отдѣленіи гг. Мазейнъ, Изможеровъ, Пироговская, Веселова (съ декабря). Кромѣ того, работалъ въ отдѣленіи адъюнктъ отдѣленія предупрежденій о метеляхъ г. Балакинъ (съ ноябля); наконецъ, бѣольшая часть времени директора Обсерваторіи уходила на совѣщанія по обработкѣ наблюдений и перепискѣ съ гг. наблюдателями.

Районъ съѣти Екатеринбургской Обсерваторіи. Прежде, чѣмъ говорить о числѣ наблюдательныхъ пунктовъ, не лишнимъ будетъ привести данныя о величинѣ и населенности района, въ которомъ Екатеринбургская Обсерваторія должна завѣдывать метеорологическою службою.

	Пространство въ квадр. верст.	Число жителей.
Пермская губернія	290169	3003208
Тобольская »	1219230	1438484
Томская »	744577	1929092
Акмолинская область . . .	512222	678957
Семипалатинская » . . .	405819	685197
Тургайская » . . .	376503	453123
Итого	3548520	8188061

Число станцій. Николаевскою Главною Физическою Обсерваторіею намъ было передано слѣдующее число станцій:

Станцій II разряда 1 класса	53
» II » 2 »	17
» III » —	136.

Изъ этого числа, однако, въ отчетномъ году не дѣйствовали или, по крайней мѣрѣ, не высылали своихъ наблюдений слѣдующіе пункты:

Станціи II разряда.

Кунгуръ	Больше-Никольскій пріискъ
Грязновскій кордонъ	Иргизъ
Шадринская ферма	Щученская (1)
Песчанское	Атбасаръ.
Сысертскій зав.	

Станціи III разряда.

Воскресенскій рудникъ	Елпачиха
Тулпанъ	Томскъ (2)
Слудка	Тогуръ
Очерскій зав.	Суджанка
Кпачевская	Осиновые колки

Кузнецкъ (2)	Чумлякъ
Кольюнъ	Чашинское
Кобезень	Красноярскій поселокъ
Онгудай (2)	Тугулымское
Кустанай	Усть-Ламенская
Медвѣжья	Мѣхонское
Муромцево	Аромашевское
Пѣтухово	Рыбинское
Туринскъ	Ивановское.

Въ отчетномъ году начали дѣйствовать слѣдующія, отчасти устроенныя Екатеринбургскою Обсерваторіею, новыя станціи¹⁾:

Станціи II разряда.

Каинскъ, ст. ж. д.	Кизеловскій зав.
Тайга ²⁾ » » »	Оханская ферма.

Станціи III разряда.

Кушмангортъ	Пьяноярскій поселокъ
Омскъ (2)	Меньшиково
Кривощеково	Утятское
Обь	Экибазъ-Тузскія каменноугольныя копи.
Сорокино	

Станціи въ Тайгѣ и Каинскѣ были устроены на средства, отпущенныя для той цѣли Комитетомъ Сибирской ж. д. На средства Комитета же были прибрѣтены по 10 барографовъ и термографовъ и 3 набора почвенныхъ термометровъ для метеорологическихъ станцій названной желѣзной дороги.

Такимъ образомъ, въ 1900 г. дѣйствовали:

50 станцій II разряда 1 класса,
37 станцій II разряда 2 и 3 класса.

Перечень станцій II разряда, входившихъ въ 1900 г. въ составъ сѣти Екатеринбургской Обсерваторіи, помѣщенъ въ приложеніи III.

1) Съ нѣкоторыми другими пунктами велись переговоры объ устройствѣ новыхъ станцій, или о преобразованіи станцій низшихъ классовъ въ станціи 1 класса. О результатѣ этихъ переговоровъ будетъ сообщено, когда въ этихъ пунктахъ начнется производство наблюдений.

2) Въ Тайгу приборы были доставлены Иркутскою Обсерваторіею. За то Екатеринбургская Обсерваторія въ 1901 г. уступила Иркутской Обсерваторіи полный комплектъ приборовъ для устройства, по указанію Управленія Сибирской ж. д., новой метеорологической станціи II разряда 1 класса въ Нижнеудинскѣ.

Число дождемерныхъ станцій (III разряда), дѣйствовавшихъ въ 1900 году, равняется 105. Сверхъ того, еще дѣйствовали 38 станцій, наблюдавшихъ только снѣжный покровъ и грозы.

Подробныя наблюденія надъ грозами за 1900 г. были получены отъ 151 станцій II и III разрядовъ, а наблюденія надъ снѣжнымъ покровомъ отъ 186 станцій II и III разрядовъ.

Распределение по губерніямъ какъ дождемерныхъ, такъ и грозovýchъ и снѣгомѣрныхъ станцій дано въ I части Лѣтописей Николаевской Главной Физической Обсерваторіи за 1900 г.

Изъ наблюдателей станцій I класса 26 получали вознагражденіе за свои труды изъ суммъ, предоставленныхъ для той цѣли въ распоряженіе директора Екатеринбургской Обсерваторіи. Въ томъ числѣ были 10 станцій, для которыхъ жалованье ассигновано Комитетомъ Сибирской ж. д. Здѣсь я долженъ еще замѣтить, что въ отчетномъ году не всѣ деньги, назначенныя на вознагражденія, были израсходованы, а часть ихъ была оставлена въ резервѣ для нѣкоторыхъ, намѣченныхъ уже, пунктовъ, въ которыхъ, однако, пока еще не удалось устроить метеорологическихъ станцій.

Въ слѣдующемъ спискѣ поименованы станція, которымъ Екатеринбургская Обсерваторія выслала въ отчетномъ году инструменты:

Списокъ станцій, на которыя въ 1900 г. Екатеринбургской Обсерваторіей разсланы инструменты.

- 1) Курганъ, II разряда. Минимумъ-термометръ № 1036 (Ф. О. М.). Волосной гигрометръ № 270/18800. Максимумъ-термометръ № 5080/15469. Термометръ для поверхности земли № 5752/19207.
- 2) Татарская, II разряда. Измѣрительный стаканъ, термометръ для поверхности земли № 4672/14665 и такой-же термометръ № 4631/14636.
- 3) Ачинскъ (I), II разряда. Измѣрительный стаканъ № 17837.
- 4) Правая Обь, II разряда. Измѣрительный стаканъ № 17833.
- 5) Челябинскъ, II разряда. Максимумъ-термометръ № 5081/15470 и такой-же термометръ № 5400/16324.
- 6) Калачинская, III разряда. Измѣрительный стаканъ № 17834. Дождемеры №№ 38 и 38* съ защитою.
- 7) Петропавловскъ, II разряда. Измѣрительный стаканъ № 17835. Психрометрическій термометръ № 5621/17499. Максимумъ-термометръ № 5074/15463. Минимумъ-термометръ № 5540/17199. Волосной гигрометръ № 274/18804.
- 8) Тайга, II разряда. Измѣрительный стаканъ № 17836.
- 9) Семіарская, III разряда. Дождемеры №№ 2 и 2* съ защитою.
- 10) Такмыкское, III разряда. Дождемеръ «малый».

- 11) Нарымъ, II разряда. Ртутный барометръ № 601. Ручной фонарь. Измѣрительный стаканъ № 17846. Волосной гигрометръ № 271/18801.
- 12) Акмолинскъ, II разряда. Максимумъ-термометръ № 5391/16315.
- 13) Павлодаръ, II разряда. Ртутный барометръ № 602. Анероидъ № 1097 (Ф. О. М.). Психрометрическіе термометры № 5626/17509 и 5626*/17510. Волосной гигрометръ № 253 (Ф. О. М.). Флюгеръ № 18412. Термометръ для поверхности земли № 14676 (Г. Ф. О.). Максимумъ-термометръ № 5077 (Ф. О. М.). Минимумъ-термометръ № 5578 (Ф. О. М.). Психрометрическая клѣтка съ вентиляторомъ. Ручной фонарь. Дождемѣры №№ 6 и 6* съ защитою. Измѣрительный стаканъ № 17847.
- 14) Ямышевскій поселокъ, II разряда. Ртутный барометръ № 606.
- 15) Кокчетавъ, II разряда. Ртутный барометръ № 603.
- 16) Атбасаръ, II разряда. Ртутный барометръ № 604.
- 17) Утятское, III разряда. Дождемѣры №№ 5 и 5* съ защитою. Измѣрительный стаканъ № 17842.
- 18) Тобольскъ, II разряда. Максимумъ-термометръ № 5403 (Ф. О. М.). Минимумъ-термометръ № 5577 (Ф. О. М.).
- 19) Пьяноярскій поселокъ, III разряда. Дождемѣры №№ 7 и 7* съ защитою. Измѣрительный стаканъ № 17844.
- 20) Сургутъ, II разряда. Волосной гигрометръ № 254/18119.
- 21) Тутальское, III разряда. Дождемѣры №№ 10 и 10* съ защитою. Измѣрительный стаканъ № 17838.
- 22) Тюмень, II разряда. Термометръ для поверхности земли № 4669/14662.
- 23) Чусовская, II разряда. Смоченный термометръ № 5624*/17506.
- 24) Абатское, II разряда. Дождемѣры №№ 11 и 11* съ защитою. Психрометрическая клѣтка съ вентиляторомъ. Флюгеръ № 18411. Психрометрическій термометръ № 5624/17505. Минимумъ-термометръ № 5455/17137. Ручной фонарь.
- 25) Тоуракское, II разряда. Флюгеръ № 18410.
- 26) Еланское, III разряда. Дождемѣры №№ 16 и 16* съ защитою. Измѣрительный стаканъ № 17840.
- 27) Нейво-Аланаевскій зав., III разряда. Измѣрительный стаканъ № 17845.
- 28) Оханская ферма, II разряда. Анероидъ № 212.
- 29) Каркаралинскъ, II разряда. Дождемѣры №№ 17 и 17* съ защитою. Измѣрительный стаканъ № 17841. Психрометрическая клѣтка съ вентиляторомъ. Психрометрическіе термометры №№ 5623/17503 и 5623*/17504. Волосной гигрометръ № 248/18113. Максимумъ-термометръ № 5070/15459. Минимумъ-термометръ № 5555/16851. Термометръ для поверхности земли № 4640/14645. Флюгеръ № 18409. Анероидъ № 1092/17652. Ручной фонарь.
- 30) Щученская, II разряда. Дождемѣръ № 15.
- 31) Ножовка, II разряда. Ртутный барометръ № 607. Ручной фонарь.

32) Тургай, II разряда. Минимумъ-термометръ № 5551/16847. Максимумъ-термометръ № 5087/15476. Психрометрическіе термометры №№ 6625/17507 и 5625*/17508. Психрометрическая клѣтка съ вентиляторомъ. Дождемѣры №№ 19 и 19* съ защитою. Флюгеръ съ двумя указателями силы вѣтра № 19501.

33) Чердынь, III разряда. Дождемѣры №№ 20 и 20* съ защитою.

34) Уркачь, II разряда. Волосной гигрометръ № 272/18802.

35) Экибась-Тузскія каменноугольныя копи. Дождемѣры №№ 21 и 21* съ защитою. Измѣрительный стаканъ № 17862.

36) Андреевское, III разряда. Дождемѣры №№ 22 и 22* съ защитою. Измѣрительный стаканъ № 18643.

Во время своей вышеупомянутой командировки г. Мюллеръ посѣтилъ слѣдующія 18 метеорологическихъ станцій: Челябинскъ, Курганъ, Петропавловскъ, Омскъ, Татарская, Каинскъ ж. д. станція, Каинскъ городъ, Кургатскій форпостъ, Чулымъ, Правая Обь, Тайга, Мариинскъ, Ачинскъ, Томскъ, Нарымъ, Павлодаръ, Ямышевскій поселокъ и Каркаралинскъ. Въ четырехъ изъ этихъ пунктовъ, а именно въ Каинскѣ, Нарымѣ, Павлодарѣ и Ямышевскомъ поселкѣ г. Мюллеръ установилъ выкипяченные имъ ртутные барометры; кромѣ того, имъ были собраны и установлены барографы и термографы (системы бр. Ришаръ), которыми снабжались всѣ метеорологическія станціи Сибирской ж. д. Другіе результаты ревизіи г. Мюллера будутъ сообщены во введеніи къ Лѣтописямъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи при описаніи отдѣльныхъ станцій.

XIV. Иркутская Магнитно-метеорологическая Обсерваторія.

Г. Директоръ Иркутской Магнитно-метеорологической Обсерваторіи, А. В. Вознесенскій, доставилъ мнѣ слѣдующій отчетъ за 1900 г., для представленія его Императорской Академіи Наукъ.

Въ теченіе отчетнаго года значительно измѣнились условія и размѣры дѣятельности Иркутской Обсерваторіи. Главнымъ образомъ это произошло вслѣдствіе значительнаго измѣненія штата Обсерваторіи. Новый штатъ Высочайше утвержденъ 6 декабря 1899 года. вмѣсто ассигновавшихся ранѣе на содержаніе Обсерваторіи 9000 рублей съ начала 1900 года ассигнуются на этотъ предметъ 20880 руб. Рядомъ съ увеличеніемъ бюджета Обсерваторіи расширенъ и кругъ ея дѣятельности, а именно съ 1900 года переданы въ ея завѣдываніе всѣ метеорологическія станціи Восточной Сибири въ предѣлахъ Иркутской и Енисейской губерній и Забайкальской и Якутской областей, находившіяся до того времени въ непосредственныхъ сношеніяхъ съ Николаевской Главной Физической Обсерваторіей. На Иркутскую Обсерваторію возложены заботы о поддержаніи и дальнѣйшемъ развитіи этой сѣти, объ обработкѣ наблюденій этихъ станцій, для чего устроено при Обсерваторіи

особое отдѣленіе сѣти станцій. Сверхъ того, въ виду особенно тяжелыхъ и своеобразныхъ условій производства наблюденій въ мало населенной Сибири при ея суровыхъ климатическихъ условіяхъ, Обсерваторіи назначена небольшая сумма (2400 рублей въ годъ) для вознагражденія наблюдателей. Предполагалось, что указанной суммы будетъ достаточно для вознагражденія наблюдателей 20 основныхъ станцій ежегодно. Наконецъ, при Обсерваторіи по новому штату учреждается и другое новое отдѣленіе — штормовыхъ предостереженій. Задачей этому отдѣленію поставлено организовать предостереженія о буряхъ на озерѣ Байкалѣ и предостереженія о метеляхъ по линіямъ желѣзныхъ дорогъ. Въ связи съ расширеніемъ круга дѣятельности и личнаго состава Обсерваторіи находится и расширение помѣщеній Обсерваторіи, рассчитанныхъ только на очень небольшое число занимающихся. Поэтому одновременно съ утвержденіемъ новаго штата были назначены 12669 руб. 34 к. на постройку новаго каменнаго павильона при Обсерваторіи. Тогда же на единовременные расходы по устройству новыхъ станцій Восточно-Сибирской сѣти отпущено Обсерваторіи 3000 р.

Далѣе въ теченіе 1900 года послѣдовало также разрѣшеніе давно возбужденнаго вопроса объ организаціи при Иркутской Обсерваторіи (одновременно съ устройствомъ такихъ же наблюденій при двухъ другихъ Обсерваторіяхъ — Ташкентской и Тифлиской) сейсмическихъ наблюденій. На этотъ предметъ Иркутской Обсерваторіи, по Высочайше утвержденному 6 марта 1900 г. мнѣнію Государственнаго Совѣта, были назначены единовременно 4436 руб. 29 коп. на постройку и 150 руб. на обзаведеніе дома для установки маятниковъ, а затѣмъ ежегодно на содержаніе этой станціи 1400 рублей.

Наконецъ, по примѣру послѣднихъ лѣтъ, состоящей подъ Высочайшимъ предѣдательствомъ Комитетъ по постройкѣ Сибирской желѣзной дороги ассигновалъ въ распоряженіе Обсерваторіи довольно большую сумму денегъ (8355 р.) для поддержанія ранѣе устроенныхъ станцій и организаціи новыхъ вдоль линіи Сибирской желѣзной дороги и около озера Байкала.

Вслѣдствіе указанныхъ расширеній дѣятельность Иркутской Обсерваторіи съ 1900 г. принимаетъ совершенно другіе размѣры. Значительно увеличиваются какъ сношенія Обсерваторіи со станціями, такъ и внутренняя ея работа. Съ 1 мая открыто при Обсерваторіи новое отдѣленіе сѣти станцій, съ 7 октября начались работы и въ отдѣленіи штормовыхъ предостереженій. Къ концу года оба отдѣленія начали дѣйствовать уже болѣе или менѣе правильно въ предѣлахъ ихъ вѣдѣнія. Но значительная часть экстренной работы выпала въ отчетномъ году на прежнихъ служащихъ, главнымъ образомъ на долю директора Обсерваторіи и его помощника. Послѣдній изъ нихъ взялъ на себя обработку всѣхъ наблюденій Обсерваторіи, въ томъ числѣ и магнитныхъ, лежавшихъ ранѣе на обязанности директора. Что же касается директора Обсерваторіи, то, кромѣ общаго руководства дѣлами Обсерваторіи и веденія всѣхъ внѣшнихъ сношеній Обсерваторіи, на немъ лежали всѣ хлопоты и отчетность по новымъ постройкамъ, а также и руководство обработкою наблюденій всѣхъ станцій, приславшихъ свои наблюденія за 1899 годъ Иркутской Обсерваторіи. Вся эта

масса экстренной работы была выполнена только путемъ крайняго напряженія силъ. Между прочимъ, усиленно далъ себя чувствовать недостатокъ въ особомъ письмоводителѣ, такъ какъ при увеличившейся (въ 5 разъ) перепискѣ и денежной отчетности (въ отчетномъ году расходовалось 55 тысячъ, вмѣсто 9 обычныхъ) становится непосильнымъ вести всю переписку при помощи одной только копистки. Такъ же точно съ увеличеніемъ работъ, исполняемыхъ директоромъ и его помощникомъ, а также съ увеличеніемъ числа самонинцихъ и другихъ приборовъ Обсерваторіи становится необходимымъ поручить особому механику какъ ухотъ за приборами, такъ и своевременное исправленіе ихъ, а также ремонтъ приборовъ, присылаемыхъ со станцій, въ томъ числѣ и наполненіе барометровъ ртутью, что до послѣдняго времени выполнялось обыкновенно директоромъ Обсерваторіи.

1. Личный составъ и Администрація.

Въ личномъ составѣ Обсерваторіи произошли слѣдующія переменны:

Сверхъ прежнихъ служащихъ, въ качествѣ завѣдующихъ отдѣленіями назначены: съ 1-го января 1900 года д-ръ филос. Бернскаго университета В. Б. Шостаковичъ для завѣдыванія отдѣленіемъ сѣти станцій, а съ 15-го іюля окончившій курсъ естественныхъ наукъ въ Московскомъ университетѣ И. И. Манухинъ, приглашенный на должность завѣдывающаго отдѣленіемъ штормовыхъ предостереженій. Оба названныя лица занимались до своего приѣзда въ Иркутскъ подготовкою къ своимъ обязанностямъ въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, г. Шостаковичъ въ теченіе 2-хъ, а г. Манухинъ въ теченіе 3-хъ мѣсяцевъ. Въ Иркутской Обсерваторіи оба названныя лица работаютъ: г. Шостаковичъ съ 17 апрѣля, а г. Манухинъ съ 7 октября. Сверхъ этихъ крупныхъ измѣненій, въ составѣ служащихъ произошли еще слѣдующія:

а) Въ производствѣ наблюденій Обсерваторіи и въ вычисленіи ихъ участвовали: г-жа А. И. Стемпковская и г-жа Е. И. Здановская, въ теченіе всего года, затѣмъ г-жа Е. А. Мокѣевская до 20 февраля, съ какого времени на ея мѣсто поступила М. О. Граженская; Е. И. Рычковская до 8 мая, на ея мѣсто поступила г-жа В. В. Васильева; наконецъ, мѣсто 5-й наблюдательницы занимали послѣдовательно Л. Г. Афанасьева до 1 марта, затѣмъ Е. О. Плѣшкова до 20 іюля и, наконецъ, В. Н. Уфтюжалинова съ 20 іюля до конца года. Г-жа Е. А. Мокѣевская съ 20 февраля работаетъ въ томъ же отдѣленіи, но въ качествѣ вычислительницы. Слѣдуетъ замѣтить, что во время поварной инфлюэнціи въ ноябрѣ и декабрѣ 1900 года для производства наблюденій привлекались вычислительницы изъ отдѣленія сѣти станцій: г-жи Иванова, Плѣшкова и Шитикова.

б) Вычисленіемъ и обработкою наблюденій станцій вдоль линіи Сибирской желѣзной дороги занимались съ 1 января до 1 мая, подъ моимъ личнымъ руководствомъ, г-жи Л. В.

Шитикова и Е. Н. Иванова, при чемъ послѣдняя временно, съ 1 по 20 марта, привлечена была къ исполненію обязанностей наблюдательницы.

в) Съ 1 мая станція Восточной Сибири въ предѣлахъ Иркутской, Енисейской губерній, Якутской и Забайкальской областей перешли въ завѣдываніе Иркутской Обсерваторіи, и съ этого же числа начало функционировать особое отдѣленіе для завѣдыванія этими станціями. Въ отдѣленіи работали, подъ руководствомъ завѣдывающаго, г-жи Л. В. Шитикова съ 1 мая до конца года, Е. Н. Иванова съ 1 мая до 12 поября, Е. О. Плѣшкова съ 20 іюля по 15 декабря, В. К. Антонова съ 20 августа до конца года, А. С. Писарева съ 20 мая по 15 іюня. Завѣдывающій отдѣленіемъ В. Б. Шостаковичъ съ 17 апрѣля по 1 мая занимался подготовительными работами.

г) Съ 7 октября началъ работать въ Обсерваторіи завѣдывающій отдѣленіемъ штормовыхъ предостереженій г-нъ И. И. Манухинъ, съ 20 ноября, подъ его руководствомъ, занимается работами въ томъ же отдѣленіи г-жа Е. Н. Иванова.

д) Капцелярскія работы, по нрежнему, въ теченіе года исполнялись г-жею Е. О. Нерике, и только на время ея мѣсячнаго отпуска приглашена была г-жа А. С. Писарева.

Въ теченіе отчетнаго года для осмотра и устройства метеорологическихъ станцій были командированы отъ Обсерваторіи:

а) директоръ Обсерваторіи, съ 6 по 12 марта, на Байкаль для осмотра временной станціи посреди озера Байкала на льду и затѣмъ для осмотра станціи въ Песчаной Бухтѣ;

б) завѣдывающій Отдѣленіемъ В. Б. Шостаковичъ, съ 11 іюля по 1 августа, для осмотра станцій въ Лиственичномъ, Голоустномъ, Песчаной Бухтѣ и на Ольхонѣ. За время этой поѣздки на ст. Песчаной Бухтѣ на мысѣ Б. Колокольня имъ была установлена особая будочка для термографа, а на Ольхонѣ установлена будка и всѣ остальные приборы.

Отпусками съ сохраненіемъ содержанія никто изъ служащихъ Обсерваторіи въ теченіе отчетнаго года не пользовался.

Отпусками безъ содержанія пользовались въ теченіе двухъ недѣль г-жи Шитикова и Иванова и въ теченіе мѣсяца г-жа Нерике.

По случаю нездоровья, уволенъ былъ для отдыха съ 24 декабря 1900 г. по 7 января 1901 года завѣдывающій Отдѣленіемъ г-нъ Манухинъ.

Осенью 1900 года эпидемія инфлюэнціи и тифа отвлекла многихъ нашихъ служащихъ отъ ихъ работъ, что, конечно, не могло не отразиться на успѣхѣ послѣднихъ. Наиболѣе тяжело былъ боленъ тифомъ помощникъ директора Р. Г. Розенталь, съ 25 октября до 8 января 1901 г. не носѣщавшій Обсерваторіи. Затѣмъ около 2-хъ недѣль хворала г-жа Антонова и Иванова, около одной недѣли А. В. Вознесенскій, Е. А. Мокѣевская, А. И. Степиковская. Вообще, инфлюэнція или другія болѣзни не пощадили ни одного изъ служащихъ въ Обсерваторіи. За время болѣзни г-на Розенталя его текуція обязанности исполнялись отчасти директоромъ Обсерваторіи, отчасти гг. И. И. Манухинимъ

и В. Б. Шостаковичемъ. Изъ нихъ послѣдній съ 2 ноябрю по 31 декабря заводилъ все приборы и смотрѣлъ за порядкомъ въ ежечасныхъ наблюденияхъ, а г. Манухинъ въ теченіе двухъ недѣль заводилъ хронометры и свѣрялъ съ ними другіе часы Обсерваторіи.

Вслѣдствіе расширенія дѣятельности Обсерваторіи, значительно увеличилась и переписка, такъ что становится чувствительною необходимостью приглашенія помощника для веденія переписки и денежной отчетности, которая до послѣдняго времени выполнялась исключительно директоромъ Обсерваторіи и переписчицей.

Въ отчетномъ году число полученныхъ пакетовъ и посылокъ дошло до 1801 №№, число же отосланныхъ до 1917 №№, въ это послѣднее число входятъ 270 писемъ и значительное число циркуляровъ и отправокъ съ бланками, приготовленныхъ отдѣленіемъ съѣти станцій. Сверхъ указаннаго, ежедневно отправлялись 2 метеорологическія телеграммы въ Николаевскую Главную Физическую и въ Ци-ка-вейскую Обсерваторіи.

По примѣру прежнихъ лѣтъ, Обсерваторія получала различныя изданія въ даръ отъ различныхъ русскихъ и иностранныхъ учреждений и лицъ; такимъ образомъ ею получено въ даръ 109 названій брошюръ, книгъ и повременныхъ изданій. Сверхъ того, 54 названія, въ томъ числѣ 20 періодическихъ изданій, на сумму 234 руб. 50 коп. были приобрѣтены покупкою за счетъ Обсерваторіи. Такимъ образомъ, бібліотека Обсерваторіи обогатилась въ отчетномъ году на 175 новыхъ изданій.

Значительно увеличился въ отчетномъ году и инвентарь приборовъ, какъ дѣйствующихъ въ Обсерваторіи, такъ и рассылаемыхъ ею на станціи. На устройство новыхъ станцій въ 1900 году было ассигновано одновременно 3000 рублей, часть этихъ денегъ была затрачена на устройство будокъ, пересылку приборовъ и пр., такъ что только 2763 р. 18 к. были затрачены на приобрѣтеніе новыхъ приборовъ для станцій. Всего приобрѣтено 35 различныхъ термометровъ, 1 гинсотермометръ, 1 аснираціонный термометръ Ассмана, 5 чашечныхъ барометровъ, 5 анероидовъ, 5 волосныхъ гигрометровъ, 10 флюгеровъ, 5 солнечныхъ часовъ, 3 барографа Ришара, 3 термографа Ришара, 14 фонарей, 6 дождемѣрныхъ стакановъ, 19 паръ малыхъ дождемѣровъ съ защитой, 11 клѣтокъ съ вентиляторами. Затѣмъ для улучшенія наличнаго запаса приборовъ Обсерваторія приобрѣтены за ея счетъ (главнымъ образомъ изъ остатковъ отъ штатныхъ назначеній 1900 года) приборы:

Анемографъ Муиро	на сумму	908 р. —
Термографъ съ электрической вентиляціей работы Фусса и волосной гигрографъ по системѣ Ришара	» »	394 » —
Фотографическій аппаратъ 13 × 18 съ объективомъ Цейса и прочими принадлежностями	» »	240 » —
Зрительная труба для отчета гальванометра	» »	69 » 34 к.
Вѣсовой эвапорометръ	» »	40 » —
20 элементовъ Мейдингера и 12 другихъ системъ	» »	57 » 60 »
Мелкіе приборы — микрометръ и пр.	» »	16 » 40 »

Заказаны 2 вариационныхъ магнитныхъ прибора Вильда-
Эдельмана и регистрирующія къ нимъ части на сумму 1700 р. —

Такимъ образомъ, общая стоимость приобретенныхъ за счетъ суммъ
1900 года приборовъ оказывается равной 3425 р. 34 к.

Наконецъ, изъ особаго назначенія въ 1400 рублей на содержаніе сейсмической станціи при Обсерваторіи, согласно указанію сейсмической комиссіи, рѣшено израсходовать 1050 р. на приобретение 3-хъ сейсмографовъ системы Омори-Грабловица для снабженія ими 3 сейсмическихъ станцій 2-го разряда, которыя предположено устроить въ районѣ завѣдыванія Иркутской Обсерваторіи.

Далѣе изъ суммъ 1900 года удалось заготовить значительную часть мебели, оказавшейся необходимою по случаю расширенія Обсерваторіи. Всего въ отчетномъ году изъ мебели приобретено 18 новыхъ предметовъ, стоимость ихъ вмѣстѣ съ ремонтомъ старой мебели достигла 495 р. 80 к. Болѣе крупныя ремонтныя работы, выполненныя въ теченіе года, слѣдующія:

- 1) Закончена конопатка жилого дома (одна стѣна этого дома была проконопачена вновь въ концѣ 1899 года), при чемъ исправлялась попутно и обшивка дома.
- 2) 6 комнатъ жилого дома оштукатурены внутри.
- 3) Въ 5 комнатахъ того же дома перестланы вновь полы, сколочены и окрашены затѣмъ масляною краскою заново.
- 4) Въ павильонѣ для абсолютныхъ магнитныхъ наблюдений перекрыта крыша, подсыпана бѣлая глина на потолокъ. Какъ крыша, такъ и стѣны павильона окрашены заново масляною краскою.
- 5) Выполнена пристройка къ главному зданію Обсерваторіи съ южной стороны для помѣщенія въ ней необходимыхъ приспособленій, отсутствовавшихъ до сихъ поръ.
- 6) Исправлена крыша и балюстрада на башнѣ Обсерваторіи, послѣ чего онѣ окрашены вновь.
- 7) Настланъ вновь тротуаръ отъ жилого дома къ Обсерваторіи.
- 8) Перенесена на новое мѣсто будка термографа.

Стоимость всѣхъ ремонтныхъ работъ, выполненныхъ въ 1900 году, опредѣляется въ 1851 р. 23 к.

Значительной затраты силъ и времени потребовали надзоръ и хозяйственныя хлопоты по постройкѣ 2-хъ новыхъ домовъ, строящихся при Обсерваторіи.

При утвержденіи новаго штата Иркутской Обсерваторіи отпущено было, между прочимъ, 12669 р. 34 к. на постройку павильона при Обсерваторіи, оказавшагося необходимымъ при расширеніи Обсерваторіи.

Планъ новой постройки выработанъ былъ въ Петербургѣ, по порученію Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, техникомъ г-мъ Гусевымъ. Согласно этому плану,

новое зданіе предположено выстроить изъ кирпича, что было весьма желательнымъ починомъ, такъ какъ при недостаткѣ воды всѣ остальные деревянныя зданія Обсерваторіи представляютъ очень большую опасность въ пожарномъ отношеніи. Въ новомъ зданіи 2 комнаты предположено отвести для занятій новаго отдѣленія съѣти станцій, 1 комнату подъ архивъ, 1 комнату для помѣщенія сторожей и 2 подъ лабораторію или мастерскую.

При окончательной провѣркѣ и утвержденіи проекта этого навильона, выполненной въ строительномъ отдѣлѣ Губернскаго Управленія, выяснилась крайняя необходимость внести въ него 2 дополненія, нѣсколько увеличившія первоначальную его стоимость, а именно, оказалось необходимымъ предохранить надежнѣе отъ паружнаго холода внутренняго помѣщенія путемъ пристройки крыльца и тамбура у двухъ входовъ этого дома. Затѣмъ, въ силу мѣстныхъ условій, необходимо было устроить помѣщеніе для хранения какъ съѣстныхъ припасовъ, такъ и прочаго имущества сторожей. Путемъ устройства особаго подвального этажа, съ перекрытіемъ его сводомъ, удалось устроить прекрасное помѣщеніе. Безъ значительнаго увеличенія стоимости постройки это оказалось возможнымъ только благодаря очень глубокому фундаменту зданія. Измѣненъ былъ также и матеріаль для покрытія крыши зданія, что повлекло за собою довольно большое увеличеніе стоимости зданія. Въмѣсто желѣза рѣшено покрыть крышу цинкомъ, такъ какъ значительная масса желѣза на зданіяхъ Обсерваторіи могла бы послужить нежелательнымъ прецедентомъ къ увеличенію массы желѣза на строящейся вблизи Обсерваторіи церкви, уже помимо того, что близкое сравнительно сосѣдство зданія съ желѣзной крышей съ главнымъ зданіемъ Обсерваторіи, гдѣ установлены варіаціонныя магнитныя приборы, могло бы дурно отразиться на нашихъ магнитныхъ наблюденіяхъ. Всѣ эти дополненія первоначальнаго проекта повели за собою увеличеніе смѣтной стоимости зданія до 13822 р. 92 к. Назначенные на отдачу постройки этого зданія торги не состоялись, вторичное назначеніе ихъ представлялось бесполезнымъ по случаю значительнаго поднятія цѣнъ на рабочія руки и матеріалы при мобилизаціи во время китайскихъ осложненій. Оставалось такимъ образомъ возвести постройку хозяйственнымъ способомъ, на что и получено надлежащее разрѣшеніе. Послѣ чего всѣ работы по постройкѣ зданія, со всѣми указанными ранѣе дополненіями, удалось сдать подрядчику И. М. Звѣреву за 11900 руб., такъ что съ уплатой надлежащаго вознагражденія за техническій надзоръ при постройкѣ гражданскому инженеру А. П. Артюшкову удалось сэкономить небольшую сумму въ 290 рублей для добавочныхъ работъ — какъ то: для планировки части двора, устройства ограды и ретиранныхъ мѣстъ около новаго зданія. Работы по постройкѣ начаты 11 іюля и затѣмъ прекращены на зиму при наступленіи морозовъ въ первыхъ числахъ октября. Ко времени пріостановки ихъ выведены всѣ стѣны, настланы потолочныя балки и черный потолокъ, затѣмъ заготовленъ матеріаль — лѣсъ, кирпичъ и цинкъ — для дальнѣйшихъ работъ. Судя по выполненнымъ работамъ (болѣе 52% всѣхъ работъ), можно съ увѣренностью предположить, что зданіе навильона будетъ совершенно закончено значительно ранѣе условленнаго срока 1 августа 1901 года. Качество ихъ вполнѣ удовлетворительно.

Вторая предпринятая въ 1900 году постройка — это зданіе для установки горизонтальных маятниковъ для сейсмическихъ наблюдений. Деньги на эту постройку въ количествѣ 4436 р. 29 к. были отпущены изъ особаго кредита, назначеннаго по Высочайшему повелѣнію на устройство сейсмическихъ наблюдений при Обсерваторіяхъ Иркутской, Ташкентской и Тифлисской. При детальномъ разсмотрѣніи первоначально предложеннаго къ постройкѣ зданія (деревяннаго) оказалось, что, не увеличивая суммы, можно значительно улучшить первоначальный проектъ путемъ устройства кирпичныхъ стѣнъ вмѣсто деревянныхъ, если только опустить зданіе до половины его высоты въ землю. Такъ какъ грунтъ на участкѣ Обсерваторіи вполне надежный и очень благопріятный для такого рода работъ (сухая, плотная, однородная глина на глубину до 12 сажень подъ поверхностью земли), то опусканіе зданія въ землю являлось настолько же желательнымъ въ экономическомъ отношеніи, насколько могло быть полезно и для сохраненія болѣе равномерной температуры въ зданіи. Поэтому при окончательной выработкѣ проекта рѣшено было оставить въ первоначальномъ видѣ всѣ внутреннія части зданія и его внутренніе размѣры съ единственнымъ измѣненіемъ — замѣной деревянныхъ стѣнъ каменными и пониженіемъ пола зданія на 1 сажень ниже поверхности земли. Такъ какъ при этомъ измѣненіи потребовалось, конечно, мѣсто для лѣстницы, которой не было въ первоначальномъ проектѣ, то оказалось необходимымъ пристроить сѣни, такъ что наружные размѣры зданія, сравнительно съ первоначальнымъ проектомъ, увеличились на 9 кв. сажень въ планѣ. Съ пониженіемъ горизонта пола зданія получилась и другая довольно значительная выгода: столбы для установки приборовъ получились значительно короче проектированныхъ прежде, а именно по первому проекту высота столба отъ его основанія до верха предполагалась 2,8 сажени, по новому же проекту при той же высотѣ поверхности прибора надъ поломъ она равняется 1,7 саж., при чемъ основаніе столба залегаетъ на той же глубинѣ отъ поверхности земли, какъ и основаніе его по первому проекту. Выгода, отсюда получающаяся, тройкая: болѣе короткій столбъ будетъ менѣе подверженъ изгибамъ и болѣе надежно и рѣзко будетъ передавать сотрясенія приборамъ, на него поставленнымъ; столбъ этотъ будетъ находиться въ гораздо болѣе благопріятныхъ температурныхъ условіяхъ, чѣмъ столбъ надземнаго зданія, проходящій черезъ слои почвъ съ самыми различными температурами, что, конечно, должно считать очень важнымъ удобствомъ, такъ какъ измѣненія столба — закручиваніе и раскручиваніе отъ различныхъ температуръ — сведутся къ минимуму; наконецъ, при значительно меньшей высотѣ столба, сравнительно съ первоначальнымъ проектомъ, явилась возможность сдѣлать этотъ столбъ не составнымъ изъ кирпича и бутоваго камня, а цѣльнымъ изъ одного куска песчаника, что опять таки полезно въ цѣляхъ болѣе совершенной передачи сотрясеній почвы сейсмическому прибору чрезъ посредство болѣе твердаго столба, а не составленнаго изъ отдѣльныхъ кусковъ. Что касается выполненія этихъ работъ, то попытка отдачи подряда на постройку зданія по первоначальному проекту съ торговъ не увѣнчалась успѣхомъ — торги признаны не состоявшимися, и вслѣдствіе возбужденнаго ходатайства, разрѣшено было произвести постройку этого зданія хозяйственнымъ способомъ, послѣ чего

тотъ же подрядчикъ И. М. Звѣревъ, который взялъ на себя постройку навильона при Обсерваторіи, согласился выстроить и зданіе для сейсмическихъ наблюдений за сумму 4200 рублей, согласно новому плану, со всѣми указанными выше измѣненіями. Такимъ образомъ и на этотъ разъ удалось выполнить работу съ значительными дополненіями и улучшеніями, не выходя изъ предѣловъ назначенной на постройку суммы (4436 р. 29 к.). Несмотря на поздній приступъ къ работѣ, 15 сентября, къ началу сильныхъ заморозковъ значительная часть каменныхъ работъ была уже закончена, стѣны были выведены до оконныхъ перемычекъ, такъ что выполнено 43% изъ всѣхъ намѣченныхъ работъ. Такимъ образомъ на весну остается только незначительная часть каменныхъ работъ, и можно вполнѣ надѣяться, что зданіе это будетъ окончено постройкою ранѣе условленнаго срока, 1-го іюля 1901 года. Вѣроятно, не ранѣе этого срока получатся въ Иркутскѣ и приборы для наблюдений, заказанные сейсмическою комиссіею въ Лондонѣ у Муиро и въ Страсбургѣ у Боша.

2. Работы Обсерваторіи по производству наблюдений. Справки.

Наблюдения самой Обсерваторіи въ отчетномъ году производились, въ общемъ, въ прежнихъ рамкахъ. Въ числѣ значительныхъ усовершенствованій въ нихъ слѣдуетъ отмѣтить:

1) Установку анемографа Муиро — благодаря этому прибору, правильно функционирующему съ февраля 1900 года, независимо отъ непосредственныхъ отчетовъ, мы получаемъ непрерывныя кривыя для направленія и силы вѣтра; до послѣдняго времени, въ качествѣ самопишущаго прибора, у насъ работалъ анемографъ Гаслера, но только для направленія вѣтра, при чемъ и эти записи очень часто были неудовлетворительны, такъ что пріобрѣтеніе прибора Муиро нельзя не отмѣтить, какъ очень большой успѣхъ.

2) Далѣе, въ абсолютныхъ магнитныхъ наблюденияхъ наклоненія слѣдуетъ отмѣтить также усовершенствованіе — всѣ абсолютныя наблюденія наклоненія 1900 года выполнены при помощи индукціоннаго инклинатора Вильда-Эдельмана, полученнаго еще осенью 1899 г. Съ начала отчетнаго года этотъ приборъ находится у насъ въ постоянномъ употребленіи, благодаря чему и замѣчается значительное улучшеніе въ достоинствѣ нашихъ наблюдений надъ магнитнымъ склоненіемъ земнаго магнетизма.

3) Наконецъ, слѣдуетъ отмѣтить еще и небольшое дополненіе въ нашихъ наблюденияхъ надъ температурою почвы — съ 21 іюня н. ст. у насъ установленъ термометръ на глубинѣ 3,8 м. подъ естественною поверхностью почвы. Этотъ термометръ помѣщенъ въ эбонитовой трубкѣ, причемъ только верхній слой почвы до глубины 1,5 метра былъ снятъ лопатою, остальная же часть отверстія, необходимаго для помѣщенія этой трубки, была сдѣлана при помощи обыкновеннаго плотничнаго бурава, пасаженнаго на желѣзную штангу достаточной длины. Въ плотной однородной глинѣ, составляющей почву на нашемъ участкѣ, каналъ достаточной глубины былъ высверленъ приблизительно въ теченіе часа; трубка термо-

метра съ трепіемъ была всунута на свое мѣсто, и уже черезъ нѣсколько дней можно было приступить къ отчетамъ этого термометра, не опасаясь неправильности его показаній вслѣдствіе насильственнаго нарушенія температуры тѣхъ слоевъ, на которые опущена трубка при вскапываніи земли.

Какъ экстренныя наблюденія Обсерваторіи, слѣдуетъ отмѣтить наблюденія въ опредѣленные дни и сроки, одновременныя съ наблюденіями русской экспедиціи на Шницбергенѣ. Наблюденія эти производились въ отчетномъ году, согласно установленной программѣ, до 1 іюля 1900 года.

Въ отчетномъ году производились также, сверхъ обычныхъ, наблюденія 3 раза въ сутки по вентиляціонному психрометру Ассмана на высотѣ 3,3 метра, то-есть на той-же высотѣ, на какой производится наши обычныя наблюденія температуры и влажности воздуха въ будкѣ общепринятой для Россіи конструкціи. Результаты этихъ сравнительныхъ наблюденій, продолжавшихся у насъ 3 года, не дали какихъ-нибудь особенно рѣзкихъ различій въ мѣсячныхъ среднихъ какъ температуры, такъ и влажности, хотя они же показали, что въ отдѣльныхъ случаяхъ разница температуръ въ будкѣ и по термометру Ассмана можетъ доходить до $1,5^{\circ}$, какъ зимою, при снѣжномъ покровѣ, такъ и лѣтомъ, причемъ термометръ въ будкѣ всякій разъ запаздываетъ относительно аспираціоннаго термометра. Особенно велики эти разницы при сравнительно ясномъ небѣ съ отдѣльными облаками, періодически закрывающими солнце.

Наконецъ, слѣдуетъ упомянуть еще, что Обсерваторія оказала содѣйствіе при вывѣркѣ магнитныхъ приборовъ двумъ лицамъ — ассистенту по кафедрѣ физики Томскаго университета г-ну Смирнову и межевому инженеру г-ну Орлову, участнику Русской Полярной Экспедиціи. Первый изъ нихъ на страстной и пасхальной недѣлѣ занимался свѣркою походнаго магнитнаго теодолита Вильда-Эдельмана, принадлежащаго университету, для опредѣленія постоянныхъ величинъ этого прибора, въ виду предстоявшаго лѣтомъ 1900 года путешествія по Оби и Енисею съ цѣлью магнитныхъ опредѣленій. Г-ну Орлову также пришлось поработать въ Обсерваторіи для опредѣленія поправокъ 2-хъ буссолей работы Довера, а также и для ознакомленія съ инклинаторомъ Пистора и Мартинса и опредѣленія поправокъ стрѣлокъ этого прибора. Два первые прибора были получены имъ изъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, послѣдній же выданъ ему въ временное пользованіе Иркутскою Обсерваторіей.

Различнымъ учрежденіямъ и лицамъ Обсерваторіею были провѣрены: барометровъ 14, анероидовъ 7, гипсометрическихъ термометровъ 8, термометровъ при 0° 29, волосныхъ гигрометровъ 6, компасъ 1, намагничено стрѣлокъ для компасовъ 16.

Затѣмъ въ теченіе отчетнаго года были выданы различнымъ учрежденіямъ и лицамъ справки:

1) Г. Иркутскому Губернатору различныя сопоставленія о числѣ штилей, сильныхъ и свѣжихъ вѣтровъ въ Иркутскѣ за апрѣль и май 1895—1899 гг.

2) Врачу дисциплинарной роты г-ну Безсонову выводы изъ Иркутскихъ наблюдений за 1899 годъ.

3) Ассистенту по физикѣ Томскаго университета г. Смирнову нормальныя положенія и отсчеты магнитныхъ приборовъ въ мартѣ 1900 года.

4) Податному Инспектору въ г. Иркутскѣ среднія и крайнія мѣсячныя температуры и свѣдѣнія объ осадкахъ въ Иркутскѣ съ ноября 1899 по мартъ 1900 года.

5) Городскому технику г. Юховецкому свѣдѣнія о температурѣ воздуха и почвы въ Иркутскѣ весной за 1894—1898 года.

6) Управленію изысканій вдоль линіи Кругобайкальской желѣзной дороги подробныя свѣдѣнія о температурѣ, вѣтрахъ и осадкахъ станцій вдоль линіи изысканій, а также свѣдѣнія о температурѣ почвы изъ наблюдений въ Иркутскѣ.

7) Г-жѣ М. П. Вознесенской свѣдѣнія о температурѣ воздуха весною 1900 года.

8) Г-ну В. П. Врадю свѣдѣнія о температурѣ воздуха и почвы въ Иркутскѣ съ 8 марта по 28 апрѣля 1900 года.

9) Наблюдателю станціи въ Усольѣ выводы изъ Иркутскихъ наблюдений 1897—1899 годовъ.

10) Въ Иркутскій статистическій комитетъ замѣтка о климатѣ Иркутской губерніи.

11) Въ редакцію Иркутскихъ Губернскихъ Вѣдомостей: еженедѣльно — бюллетени о погодѣ въ Иркутскѣ за недѣлю; мѣсячныя обзоры погоды въ Иркутской и Енисейской губерніяхъ и въ Забайкальской области за январь—сентябрь 1900 года.

12) Полковнику геодезисту г-ну Н. О. Щеткину свѣдѣнія о барометрическомъ давленіи въ Баргузинѣ осенью 1900 года для барометрическаго опредѣленія высоты г. Баргузина.

13) Д-ру П. Н. Коновалову въ Красноярскѣ коніи ноябрьскихъ и декабрьскихъ наблюдений въ Красноярскѣ за 1899 годъ.

14) Горному инженеру В. А. Вознесенскому свѣдѣнія изъ наблюдений станціи около Байкала за послѣдніе годы.

15) Мировому судѣ 2-го участка города Иркутска свѣдѣнія о температурѣ воздуха въ Иркутскѣ въ ночь съ 29 на 30 апрѣля 1900 года.

16) Профессору Томскаго университета О. И. Канустину отсчеты магнитныхъ варіаціонныхъ приборовъ въ Иркутскѣ въ 1899 году во время путевыхъ наблюдений въ окрестностяхъ г. Томска.

17) Начальнику гидрографической экспедиціи на озеро Байкаль подполковнику О. К. Дрижешко свѣдѣнія о склоненіи магнитной стрѣлки въ южной части озера Байкала по послѣднимъ опредѣленіямъ.

18) Часовому мастеру Г. И. Мультке ежемѣсячно сообщались поправки хронометра.

3. Работы Обсерваторіи по устройству и обработкѣ наблюденій метеорологическихъ станцій въ районѣ Иркутской Обсерваторіи.

До 1 мая 1900 года заботы Обсерваторіи въ отношеніи станцій ограничивались только станціями, расположенными вдоль линіи Сибирской желѣзной дороги и около озера Байкала. Такихъ станцій 1-го класса 2-го разряда насчитывалось къ началу 1900 года 15, сверхъ того, въ 1900 году дѣйствовала съ 25 января по 7 апрѣля новаго стиля временная станція на льду озера Байкала между Лиственничнымъ и Мысовой.

До 1 мая всѣ работы по обработкѣ наблюденій этихъ станцій производились подъ моимъ личнымъ руководствомъ вычислительницами г-жами Л. В. Шитиковой и Е. Н. Ивановой, при чемъ послѣдняя въ теченіе 3-хъ недѣль, съ 1 по 20 марта, была временно отвлечена отъ этихъ работъ для занятій въ Обсерваторіи въ качествѣ наблюдательницы. За это время съ 1 января по 1 мая подводились къ концу вычисленія наблюденій станцій вдоль линіи желѣзной дороги за 1899 годъ, въ томъ числѣ и обработка самопишущихъ приборовъ для нѣкоторыхъ изъ этихъ станцій.

Съ приѣздомъ завѣдывающаго отдѣленіемъ сѣти станцій В. Б. Шостаковича (17 апрѣля) начались сперва подготовительныя работы по приему въ вѣдѣніе Обсерваторіи всѣхъ подвѣдомственныхъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи станцій въ губерніяхъ Енисейской и Иркутской и областяхъ Забайкальской и Якутской. Съ 1 мая отдѣленіе это начало уже правильно функционировать, при чемъ въ работахъ его принимали участіе, кромѣ завѣдывающаго г-на Шостаковича, г-жи Шитикова, Иванова, Писарева, Плѣшкова и Антонова. Въ теченіе отчетнаго года отдѣленіемъ выполнены слѣдующія работы:

1) Обсерваторія вступила въ сношенія со всѣми станціями, находившимися въ завѣдываніи Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, въ районѣ Иркутской и Енисейской губерній, Забайкальской и Якутской областей. На всѣхъ этихъ станціяхъ была проверена наличность приборовъ, а также собраны свѣдѣнія о поправкахъ приборовъ для каждой станціи, и эти данныя сравнены съ тѣми подробными свѣдѣніями, которыя были получены завѣдывающимъ отдѣленіемъ, въ бытность его въ Петербургѣ, изъ отдѣленій станцій II и III разряда Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

2) Затѣмъ весь полученный за 1900 годъ наблюдательный матеріалъ обрабатывался въ отдѣленіи.

3) Сверхъ обычныхъ работъ, была сдѣлана попытка къ составленію ежемѣсячныхъ обзоровъ погоды для южной части завѣдуемаго района; такіе обзоры были составлены въ отдѣленіи за январь—сентябрь 1900 года и отпечатаны въ Иркутскихъ Губернскихъ Вѣдомостяхъ.

4) Наконецъ, осенью 1900 года были разосланы значительному числу лицъ и учреждений Восточной Сибири опросные бланки для собиранія болѣе подробныхъ свѣдѣній о

вскрытія и замерзанія водъ въ Восточной Сибири. Завѣдывающимъ отдѣленіемъ въ связи съ послѣдней работой предпринята обработка всѣхъ данныхъ о вскрытіи и замерзаніи водъ въ Восточной Сибири, накопившихся до настоящаго времени.

5) Подъ руководствомъ завѣдующаго отдѣленіемъ подготовлялись къ занятію должности наблюдателя слѣдующія лица: М. В. Калашниковъ (наблюдатель ст. Ольхонъ) въ теченіе мѣсяца, В. О. Добротинъ (наблюдатель на В. Мишихѣ), М. Бабниковъ (на Туркинскомъ маякѣ) и А. Еремичъ (на Б. Ушканьемъ маякѣ) — каждый въ теченіе 2-хъ недѣль.

Въ цифровыхъ данныхъ работы Отдѣленія выразились слѣдующимъ образомъ:

а) Провѣрено и сличено съ сосѣдними станціями 357 ежемѣсячныхъ таблицъ, остается за 1900 годъ непровѣренныхъ 147 таблицъ.

б) Записей самонизирующихъ приборовъ провѣрено 27 таблицъ.

в) Наблюденія надъ осадками, снѣжнымъ покровомъ и грозами провѣрены и записаны въ журналы (для всѣхъ станцій помѣсячно на одномъ листѣ).

г) Наблюденія надъ вскрытіемъ и замерзаніемъ рѣкъ 1899—1900 года просмотрѣны и выписаны на карточки.

д) Завѣдующимъ Отдѣленіемъ написано 271 письмо, не считая различныхъ циркуляровъ и посылокъ, разосланныхъ на станціи.

Заботы Обсерваторіи о расширеніи Восточно-Сибирской сѣти метеорологическихъ станцій въ отчетномъ году сводятся къ слѣдующему:

1) На средства, ассигнованныя въ 1900 году состоящимъ подъ Высочайшимъ предсѣдательствомъ Комитетомъ по постройкѣ Сибирской желѣзной дороги, содержались:

а) ранѣе устроенныя станціи: 1 временная станція посреди озера Байкала на льду, 12 станцій вдоль линіи желѣзной дороги въ Красноярскѣ, Канскѣ, Тулунѣ, Заларяхѣ, Лиственничномъ, Мысовой, Кабанскѣ, Стрѣтенскѣ, Петровскомъ заводѣ, Верхнеудинскѣ, Читѣ, Нерчинскѣ и 5 станцій около озера Байкала вглубь линіи дороги: въ В. Мишихѣ, Голоустномъ, Душкачанѣ, Култукѣ и Баргузинѣ;

б) вновь устроенныя въ 1900 году 3 станціи: въ Песчаной Бухтѣ, Ольхонѣ и Могзонѣ.

Всего 20 станцій.

Ассигнованныя въ 1900 году средства на устройство 3-хъ новыхъ станцій (въ Хилокѣ, Чиндантѣ и Нагоданѣ) удалось использовать только отчасти, по слѣдующимъ причинамъ: влѣдствіе Китайскихъ осложненій, предложенія объ устройствѣ указанныхъ станцій на строящейся Ононъ-Китайской вѣтви и на станціи Хилокъ не оправдались. Къ концу года удалось устроить только станцію въ Борзѣ (вмѣсто Нагодана), переговоры же относительно устройства станціи Ононъ (вмѣсто Чинданта) не закончены. На станціи Хилокъ тоже только къ концу года закончены удовлетворительно всѣ переговоры. Взамѣнъ памѣченныхъ, однако, Обсерваторіи удалось прибавить еще 2 новыя, очень интересныя станціи на Байкалѣ, а именно на Б. Ушканьемъ островѣ и при Туркинскомъ маякѣ. Возникновеніемъ обѣихъ

этихъ станціи Обсерваторія обязана особенному интересу къ этому дѣлу, высказываемому г. начальникомъ Байкальской гидрографической экспедиціи О. К. Дриженко. При совмѣстномъ участіи экспедиціи и Обсерваторіи является возможность лучше обставить маячныхъ смотрителей въ такихъ уединенныхъ пунктахъ какъ, напр., Ушкаій островъ, расположенный въ 15 верстахъ отъ ближайшихъ береговыхъ пунктовъ, посрединѣ озера, Байкала и необитаемый никѣмъ, кромѣ смотрителя вновь устроеннаго маяка. Наблюденія на этомъ небольшомъ островѣ будутъ имѣть высокій интересъ въ виду чисто «морского» положенія станціи.

Не могу не отмѣтить также существенной помощи со стороны г-на начальника той же экспедиціи, оказанной при установкѣ будокъ на ст. Ольхонѣ и въ Песчаной Бухтѣ. Въ первомъ случаѣ термометрическую будку пришлось помѣстить на голой скалѣ, вслѣдствіе чего пришлось укрѣплять ее противъ «сармы» (особенно сильнаго вѣтра, имѣющаго характеръ боры) особенно прочно желѣзными болтами, ввѣщенными въ скалу. Во второмъ случаѣ пришлось также употребить скальные работы для установки особой на 2 желѣзныхъ столбахъ клѣтки для помѣщенія термографа на высотѣ 115 метровъ надъ уровнемъ Байкала на верху остроконечной скалы. Эта работа, а также и устройство особой площадки и лѣстницы отъ маячной пристройки къ указанной будкѣ могли быть выполнены только благодаря существенной помощи г-на Дриженко. Будочка наверху скалы установлена еще въ августѣ, но приборъ въ ней дѣйствуетъ правильно только съ октября.

Съ устройствомъ станціи на Ольхонѣ (въ августѣ 1900 г.) мы получили возможность ближе ознакомиться съ характеромъ страшнаго по своей силѣ и продолжительности NW вѣтра (сармы), дующаго въ Ольхонскихъ воротахъ. Осенью 1900 года станція эта выдержала тяжелую пробу, такъ какъ ей пришлось вынести нѣсколько разъ очень сильную сарму. Поставленная наверху скалистаго гребня, на высотѣ 17 метровъ надъ уровнемъ озера, будка не разъ покрывалась толстымъ слоемъ льда вмѣстѣ съ находившимися въ ней приборами, такъ что термометры и гигрометръ приходилось освобождать отъ ледяной корки. Брызги воды летѣли, по словамъ наблюдателя, во время сильной сармы 8 ноября н. ст. на 4 метра выше будки, т. е. на высоту до 20 метровъ, и обледенѣвали затѣмъ на различныхъ предметахъ. Вслѣдствіе этихъ особенностей, приходится подумать о болѣе прочномъ прикрѣпленіи крыши и стѣнъ будки (онѣ были попорчены 8 ноября) и о защитѣ приборовъ отъ льда. Не лишнимъ считаю отмѣтить очень интересный фактъ, что сарма 8 ноября имѣла мѣсто одновременно съ очень сильными, по большей части NW вѣтрами, достигавшими силы бури почти на всемъ Байкалѣ.

Во время этой бури ледоколы не могли попасть въ свои гавани, много другихъ бѣдъ также имѣло мѣсто. На основаніи этого факта я осмѣливаюсь высказать предположеніе, что усиленіе сармы идетъ одновременно съ непогодой въ южной части Байкала, такъ что сарма не имѣетъ характера чисто мѣстнаго вѣтра и ея появленіе можетъ быть предсказано сравнительно легко.

Что касается временной станціи на льду озера Байкала, то въ отчетномъ году наблю-

денія были повторены по прежней программѣ тѣмъ же опытнымъ наблюдателемъ г. Д. И. Коссовичемъ. Станція была устроена 13 (25) января и прекратила свою дѣятельность 25 марта (7 апрѣля).

Слѣдуетъ отмѣтить здѣсь, что для регулярнаго дѣйствія этой станціи требовалось извѣстное самоотверженіе, такъ какъ пребываніе въ теченіе 2-хъ зимнихъ мѣсяцевъ во временномъ домикѣ на льду озера представляло массу невзгодъ и непріятностей.

Наконецъ, считаю долгомъ упомянуть и о пожарѣ, постигшемъ новую станцію въ Песчаной Бухтѣ. Домъ при маякѣ, смотрительница котораго состоитъ въ то же время и наблюдательницей на нашей станціи, сгорѣлъ до основанія 28 ноября. Положеніе наблюдательницы, лишившейся во время этого пожара всего своего имущества, ухудшилось еще тѣмъ обстоятельствомъ, что кромѣ очень небольшой бурятской хижинны, находившейся на берегу въ той же Бухтѣ, не имѣется никакого другого жилья на протяженіи 35 верстѣ, при чемъ и это ближайшее селеніе (Голоустное) совершенно недоступно, по отсутствію хотя бы тропы вдоль берега во время ледостава, когда именно и случился пожаръ. Такимъ образомъ, наблюдательница со своимъ мужемъ должна была прожить до ледостава¹⁾ безъ имущества и верхняго платья въ бурятской юртѣ, вмѣстѣ съ семействомъ бурята въ числѣ 8 человѣкъ, на пространствѣ 4 квадр. сажень. При этихъ тяжелыхъ условіяхъ наблюдательница Г. Г. Малиновская исполняла свои обязанности съ аккуратностью, достойной всякой похвалы, и даже во время пожара болѣе заботилась о спасеніи казеннаго имущества, чѣмъ о своихъ собственныхъ вещахъ; такъ, напримѣръ, ею въ цѣлости и безупречно вынесены ртутный барометръ и прочіе приборы.

2) Благодаря назначенію особыхъ средствъ на ежегодное содержаніе (2400 руб.) Восточно-Сибирскихъ станцій и одновременныхъ (3000 р.) на устройство новыхъ станцій, удалось въ отчетномъ году устроить сравнительно много новыхъ станцій; такимъ образомъ, на средства Иркутской Обсерваторіи были оборудованы 6 новыхъ станцій 1-го класса 2-го разряда: Монды, Тунка, Троицкое, Илимскъ, Нижне-Колымскъ, Вилюйскъ, и пополнены запасы 33 другихъ станцій, ранѣе устроенныхъ, при чемъ на эти станціи разосланы различные приборы, согласно приложенному ниже списку. Изъ числа станцій 2-го класса 2-го разряда вновь устроены на средства Обсерваторіи 2 станціи: въ Сунтарѣ и селѣ Кежемскомъ. Наконецъ, станцій 3-го разряда устроено за счетъ Обсерваторіи: 6 уже открытыхъ и 7 еще не приславшихъ свои наблюденія Обсерваторіи. Въ послѣднее число входитъ 5 дождемѣрныхъ станцій, устраиваемыхъ Амурскимъ округомъ путей сообщенія въ верховьяхъ Амура и его пригоковъ, при пособіи (дождемѣрами) со стороны Иркутской Обсерваторіи. 3 изъ этихъ станцій: Горбица, Покровское и Чернышево уже дѣйствуютъ, 2 же остальные пока еще не открыты. Затѣмъ сюда же слѣдуетъ отнести 5 новыхъ дожде-

1) Временное помѣщеніе — баракъ изъ двойного ряда досокъ выстроены въ Песчаной Бухтѣ вновь къ 12 января 1901 года.

мѣрныхъ станцій, устраиваемыхъ Обществомъ для изученія Амурскаго края въ Уссурийскомъ краѣ. 5 паръ дождемѣровъ для этихъ станцій уже высланы Обсерваторіею названному Обществу, по приглашенію Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, хотя этотъ край и не входитъ въ районъ, назначенный для завѣдыванія Обсерваторіи.

3) Далѣе слѣдуетъ отмѣтить участіе Русской Полярной Экспедиціи въ организаціи наблюдений на 3-хъ станціяхъ Якутской области на сѣверной окраинѣ нашего района. Экспедиціей были приобрѣтены 3 запаса приборовъ для снабженія станцій въ Усть-Янскѣ, Верхоянскѣ и Русскомъ Устьѣ; на средства той же Экспедиціи содержались въ отчетномъ году эти станціи, а также были устроены будки для наблюдений, гдѣ ихъ не было, и расширены или устроены вновь жилые дома въ Верхоянскѣ и Усть-Янскѣ. Программа наблюдений на этихъ станціяхъ отчасти расширена, особенно въ Верхоянскѣ, гдѣ устроены даже ежечасныя наблюденья. Этотъ громаднй трудъ былъ взятъ на себя на два года добровольно тремя лицами гг. Абрамовичемъ, Басовымъ и Иваницкимъ за очень небольшое вознагражденіе по 30 р. въ мѣсяць каждому. Въ тяжелыхъ условіяхъ жизни на крайнемъ сѣверѣ и обыкновенныя наблюденья по 3 раза въ сутки представляютъ уже значительный и часто тяжелый трудъ, ежечасныя же аккуратныя наблюденья, въ болѣе мягкомъ климатѣ производимыя обыкновенно не менѣе какъ 5 наблюдателями, являются уже гигантскимъ трудомъ. Нельзя поэтому не отмѣтить, какъ особенно выдающійся самоотверженный подвигъ, трудъ указанныхъ 3 лицъ, взявшихъ на себя утомительную и очень тяжелую работу ежечасныхъ наблюдений въ Верхоянскѣ въ виду научной пользы такихъ наблюдений. Въ Верхоянскѣ, сверхъ обычнаго снабженія станцій 2-го разряда 1-го класса, посланы были еще 3 самонищущихъ прибора Рижара, изъ нихъ дѣйствуетъ, къ сожалѣнію, непрерывно одинъ только барографъ, такъ какъ оба остальные прибора, находящіеся въ будкѣ, остановились еще въ октябрѣ при первыхъ сильныхъ морозахъ. Очевидно, они будутъ дѣйствовать только въ теплое время года. Въ Русскомъ Устьѣ наблюденья производятся по обычной программѣ станцій 2-го разряда 1-го класса, такъ же точно, какъ и въ Усть-янскѣ, гдѣ такая станція открыта вновь въ половинѣ 1900 года.

Слѣдуетъ отмѣтить, что, вслѣдствіе очень неудобнаго сообщенія съ указанными станціями, новые приборы были получены въ Верхоянскѣ только въ половинѣ года, въ Усть-Янскѣ и Русское Устье они попали только къ концу года, такъ что на 2 послѣднихъ станціяхъ временно производились наблюденья по приборамъ, доставленнымъ независимо отъ Русской Полярной Экспедиціи. Наблюдателемъ въ Усть-Янскѣ вызвался быть сначала г. Шурановскій, по полученіи приборовъ отказавшійся, однако, отъ производства наблюдений; вслѣдствіе трудности сношеній съ Усть-Янскомъ, только съ половины года удалось замѣстить г. Шурановскаго другимъ, болѣе подходящимъ лицомъ, г. Бѣловымъ, который, опять таки въ виду научной пользы, предложилъ проѣхать по Ягѣ отъ Верхоянска въ Усть-Янскъ для того, чтобы взять на себя затѣмъ производство наблюдений въ послѣднемъ пунктѣ.

Изъ отпущенныхъ на содержаніе этихъ 3-хъ станцій средствъ часть затрачена на устройство будокъ для наблюдений, постройку дома для наблюдателя въ Усть-Янскѣ и пристройку одной дежурной комнаты въ имѣющемся при станціи въ Верхоянскѣ домѣ. Затѣмъ часть ихъ ассигнована на доставку приборовъ отъ Иркутска до мѣстъ назначенія; по послѣдней статьѣ придется уплатить только г. Санникову за доставку приборовъ отъ Булуна на Ленѣ до Усть-Янска и Русскаго Устья. Всѣ остальные расходы по доставкѣ приборовъ отъ Иркутска до Якутска и до Булуна принялъ на себя бесплатно извѣстный Иркутскій торговый домъ А. И. Громовой. Слѣдуетъ также указать, что при многочисленныхъ сношеніяхъ своихъ по поводу этихъ станцій съ г-мъ Якутскимъ Губернаторомъ, д. с. с. В. Н. Скрипичинымъ, Обсерваторія встрѣчала всякій разъ самое сочувственное отношеніе и возможно полное исполненіе всѣхъ ея ходатайствъ. Сверхъ нисѣмленныхъ сношеній съ наблюдателями 3-хъ указанныхъ станцій, Обсерваторія воспользовалась, согласно указанію Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, проѣздомъ черезъ Иркутскъ члена Экспедиціи, межевого инженера Н. М. Орлова, и просила его доставить на всѣ 3 перечисленныя выше станціи ртутные барометры. Г. Орловъ имѣетъ въ своемъ распоряженіи 4 гипсометрическихъ термометра (2 изъ нихъ даны ему Иркутской Обсерваторіей) съ кнпятильникомъ, а также одинъ лишній ртутный барометръ сверхъ 3-хъ, предназначенныхъ на станціи, такъ что имѣетъ возможность наполнить барометры на мѣстахъ и затѣмъ надежно провѣрить ихъ. Если обстоятельства не помѣшаютъ ему, и онъ установитъ на мѣстѣ эти 3 барометра — это будетъ очень замѣтнымъ для научной метеорологіи фактомъ, такъ какъ ни одна изъ 3 указанныхъ, очень важныхъ, станцій до сихъ поръ не имѣла безупречнаго прибора для опредѣленія давленія воздуха.

4) Благодаря сношеніямъ Обсерваторія, въ 1900 году изъ числа прервавшихъ въ послѣднее время свою дѣятельность возобновили ее вновь, по почину Обсерваторіи, слѣдующія станціи: 2-го разряда 1-го класса 7 станцій: Туруханскъ, Усолье, Петровскій заводъ, Олекминскъ, Николаевскій заводъ, Тихоно-Задонскій пріискъ и Нерчинскъ. Последняя станція, собственно говоря, только начала свои наблюдения въ 1900 году, устроена она разѣе. 3-го разряда 2 станцій: Кутуликъ и Горхонъ.

5) Слѣдуетъ также отмѣтить, что въ теченіе отчетнаго года изъ станцій Восточной Сибири прекратили свою дѣятельность слѣдующія станціи: 2-го разряда 1-го класса: Усть-Кутъ. 3-го разряда: Зима, Киранъ, Торскій Улусъ и, быть можетъ, только временно Унды и Горхонъ.

Такимъ образомъ, всѣ измѣненія на станціяхъ Восточно-Сибирской сѣти сводятся къ слѣдующему:

А. Станцій 2-го разряда 1-го класса:

Открыто новыхъ.	Возобновлено старыхъ.	Расширено изъ ст. низ. разр.
1. Борзя	1. Николаевскій заводъ	1. Вялойскъ
2. Б. Ушканій маякъ	2. Олекминскъ	2. Илимскъ
3. Нерчинскъ	3. Петровскій заводъ	3. Троицкое

Открыто новыхъ.	Возобновлено старыхъ.
4. Нижне-Колымскъ	4. Тихоно-Задонскій приискъ
5. Могзонъ	5. Туруханскъ
6. Моңды	6. Усолъе.
7. Ольхонъ	
8. Тунка	
9. Туркинскій маякъ	
10. Усть-Янскъ.	

Всего 19 станцій; вслѣдствіе закрытія 1 станціи въ Усть-Кутѣ, число прибывшихъ станцій 2-го разряда 1-го класса слѣдуетъ считать 18.

В. Станцій 2-го разряда 2-го класса:

Прибыло вновь 2 станціи: Кежма и Сунтаръ.
Прекращены наблюденія въ Горячинскомъ.

В. Станцій 3-го разряда:

Прибыло новыхъ.	Закрыто временно.	Закрыто окончательно.
1. Бейское	1. Горхонъ	1. Зима
2. Горбица	2. Унды.	2. Киранъ
3. Горхонъ		3. Торскій Улусъ.
4. Кутуликъ		
5. Покровское		
6. Харбатовское		
7. Черняево		
8. Шимки.		

За исключеніемъ окончательно закрытыхъ, прибыло 5 станцій 3-го разряда.

Въ отчетномъ году въ Иркутскую Обсерваторію доставлялись наблюденія

съ 33 станцій II разряда 1 класса,
» 23 » II » 2 и 3 класса.

Перечень этихъ станцій помѣщенъ въ приложеніи IV.

Число дождемѣрныхъ станцій (III разряда), дѣйствовавшихъ въ 1900 году, равняется 23. Сверхъ того, дѣйствовали еще 3 станціи, наблюдавшія только спѣжный покровъ и грозы.

Подробныя наблюденія надъ грозами за 1900 г. были получены отъ 43 станціи II и III разрядовъ, а наблюденія надъ снѣжнымъ покровомъ отъ 45 станціи II и III разрядовъ.

Распределеніе по губерніямъ какъ дождемѣрныхъ, такъ и грозовыхъ и снѣгомѣрныхъ станціи дано въ I части Лѣтописей Николаевской Главной Физической Обсерваторіи за 1900 г.

Снабженіе приборами станцій Восточной Сибири въ 1900 году.

Въ отчетномъ 1900 году на станціи Восточно-Сибирской метеорологической сѣти были разосланы слѣдующіе приборы:

Въ Душкачанъ — Карманные часы № 51. Минимальный термометръ № 5507/17167. Волосной гигрометръ № 239/17581.

Въ Усолъе — Пара дождемѣровъ съ защитой и стаканъ № 53.

Въ Монды — Анероидъ № 4104. Два психрометрическихъ термометра №№ 4428, 513. Психрометрическая клѣтка. Минимальный термометръ № 4783/14343. Гигрометръ № 3995. Флюгеръ съ указателемъ силы вѣтра. Два фонаря.

Въ Стрѣтенскъ, Управленію водными путями Амурскаго Бассейна. 5 паръ дождемѣровъ.

Въ Кежемское — Психрометрический термометръ № 513.

Въ Тулунъ — Почвенные термометры за №№ 4640, 4641, 3939. Барографъ Ришара № 17760. Термографъ Ришара № 16932. Психрометрический термометръ № 5206.

Въ Усть-Янскъ — Два максимальныхъ термометра №№ 5290 и 5298. Термометръ для поверхности почвы № 4688. Два минимальныхъ термометра №№ 5439 и 5122/15720. Солнечные часы. Карманные часы. Ручной фонарь. Чашечный барометръ № 560.

Въ Грановское — Измѣрительный стаканъ.

Въ Верхоянскъ — Психрометрическая клѣтка съ вентиляторомъ. Два психрометрическихъ термометра №№ 16134, 16135. Волосной гигрометръ № 107/15617. Спиртовой термометръ № 16782. Два минимальныхъ термометра №№ 15723 и 15733. Два максимальныхъ термометра №№ 16227 и 16257. Ртутный термометръ для поверхности земли № 14702. Флюгеръ съ двумя указателями силы вѣтра № 16906. Пара дождемѣровъ со складной воронкой №№ 16510, 16511. Измѣрительный стаканъ. Анероидъ № 16440. Солнечные часы № 13717. Карманные часы. Фонарь. Термографъ Ришара № 16858/28479. Гигрографъ Ришара № 16856/27998. Барографъ Ришара № 16861/28398. Ртутный чашечный барометръ № 561.

Въ Харбатовское — Два большихъ дождемѣра съ защитой. Измѣрительный стаканъ.

На Тихоно-Задонскій пріискъ — Ртутный барометръ № 853.

Въ Красноярскъ — Карманные часы № 32592.

Въ Хоготъ — Два дождемѣра съ защитой №№ 1, 2.

Въ Киренскъ — Два дождемѣра съ защитой №№ 3, 4. Барографъ № 17659/29054.

Въ Казачинское — Психрометрический термометръ № 16128.

Въ Трояцкое — Дождемѣръ. Анероидъ № 154/19091. Гигрометръ № 2285/19053. Минимальный термометръ № 5583/17226. Психрометрический термометръ № 5670/18445. Психрометрический термометръ № 5670/18446. Флюгеръ № 18419. Разборная клѣтка съ вентиляторомъ.

Въ Ольхонъ — Чашечный барометръ № 853. Термографъ Ришара № 17665. Барографъ Ришара № 16930 Б. Волосной гигрометръ № 17056. Солнечные часы № 17629. Максимальный термометръ № 15757/5182. Стѣнные часы. Фонарь. Пара большихъ дождемѣровъ съ защитой и стаканомъ. Психрометрические термометры №№ 4427 и 3577. Флюгеръ. Гигрометръ № 307.

Въ Песчаную бухту — Часы стѣнные. Фонарь. Термографъ Ришара № 16942.

Въ Лиственичное — Защита для дождемѣровъ. Психрометрический термометръ № 16200/5242. Психрометрический термометръ № 16201/5242. Минимальный термометръ № 15764/5189. Максимальный термометръ № 16276/5348.

Въ Баргузинъ — Ртутный барометръ № 538. Солнечные часы № 17628. Волосной гигрометръ № 17582. Максимальный термометръ № 16270. Минимальный термометръ № 15737. Барографъ № 17658. Термографъ № 16932.

Въ Минусинскъ — Фонарь. Барографъ Ришара № 19084/29954. Термографъ Ришара № 27834.

Въ Нерчинскій заводъ — Минимальный термометръ № 4998/15708.

Въ Бейское — Пара дождемѣровъ съ защитою №№ 7 и 8.

Въ Вилюйскъ — Психрометрический термометръ № 16198/5241. Психрометрический термометръ № 16199/5241. Минимальный термометръ № 15761/5186. Максимальный термометръ № 16275/5347. Волосной гигрометръ № 17053/228. Анероидъ Нодэ № 16923/1062. Разборная психрометрическая клѣтка. Фонарь.

Въ Читу — Волосной гигрометръ № 18124/259.

Въ Петровскій заводъ — Волосной гигрометръ №№ 18127/262. Пара дождемѣровъ со стаканомъ.

Въ Залари — Максимальный термометръ № 5091.

Въ Олекминскъ — Пара дождемѣровъ съ защитой. Волосной гигрометръ № 261. Минимальный термометръ № 5581/17275. Анероидъ Нодэ № 1102/18086.

Въ Тушкѣ — Флюгеръ № 18413. Разборная клѣтка съ вентиляторомъ. Солнечные часы № 92/17642. Минимальный термометръ № 3232/8389. Максимальный термометръ № 5090. Два психрометрическихъ термометра №№ 16192 и 16193. Анероидъ № 16920/1059. Фонарь. Дождемѣры съ защитой и стаканомъ №№ 9, 10.

На Б. Ушканій островъ — Психрометрический термометръ № 5668/18441. Толуоловый термометръ № 2380/5649. Пара дождемѣровъ №№ 16962 и 16963. Измѣрительный

стаканъ. Флюгеръ № 17103. Часы стѣнные. Фонарь. Карманный компасъ. Анероидъ № 1105/18089. Станокъ для термометра.

На Туркнискій маякъ — Пара дождемѣровъ съ защитой. Измѣрительный стаканъ. Стѣнные часы. Флюгеръ № 18914. Психрометрический термометръ № 5668. Толуоловый термометръ № 2050/5089. Анероидъ № 1103/18087. Деревянная клѣтка для термометровъ.

Въ Могзонь — Клѣтка съ вентиляторомъ. Фонарь. Психрометрический термометръ № 16196. Психрометрический термометръ № 16197. Минимальный термометръ № 15752. Максимальный термометръ № 16274. Волосной гигрометръ № 17583. Анероидъ № 16921.

Въ Стрѣтенскъ — Термографъ Ришара № 16941.

Въ Троицкосавскъ — Измѣрительный стаканъ для осадковъ.

Въ Верхнюю Мишиху — Пара дождемѣровъ съ защитой №№ 15, 16.

Въ Шямки — Пара дождемѣровъ со складной защитой №№ 17, 18. Измѣрительный стаканъ.

Въ Илимскъ — Разборная клѣтка съ вентиляторомъ. Флюгеръ № 18415. Волосной гигрометръ № 18871/389. Психрометрический термометръ № 16188/5236. Психрометрический термометръ № 16189/5236. Минимальный термометръ № 15735/5160. Максимальный термометръ № 16268/5339. Анероидъ № 16919/1058. Фонарь.

Въ Нижне-Колымскъ — Разборная клѣтка съ вентиляторомъ. Психрометрический термометръ № 16194/5239. Психрометрический термометръ № 16195/5239. Минимальный термометръ № 15750/5175. Максимальный термометръ № 16271/5342. Анероидъ № 16922/1061. Гигрометръ № 17580/238. Фонарь.

Въ Борзю — Психрометрическая клѣтка съ вентиляторомъ. Фонарь. Анероидъ № 16924. Психрометрический термометръ № 5669. Психрометрический термометръ № 5669. Минимальный термометръ № 5585. Максимальный термометръ № 5404.

Въ Русское Устье — Психрометрическая клѣтка съ вентиляторомъ. Психрометрический термометръ № 16152. Психрометрический термометръ № 16153. Волосной гигрометръ № 16469/2135. Спиртовой термометръ, пров. до $-60^{\circ}0$ № 16784. Минимальный термометръ № 15731. Минимальный термометръ № 15741. Максимальный термометръ № 16253. Максимальный термометръ № 16260. Ртутный термометръ № 14728. Флюгеръ съ 2-мя указателями силы вѣтра № 16897. Пара дождемѣровъ со складной воронкой №№ 16152, 16153. Анероидъ № 16441. Чашечный ртутный барометръ № 562.

Въ Владивостокъ — 5 паръ малыхъ дождемѣровъ съ защитами и стаканами.

4. Организація штормовыхъ предостереженій при Обсерваторіи.

Работы Обсерваторіи въ этомъ Отдѣленіи начались только съ пріѣздомъ 7 октября И. И. Манухина, назначеннаго завѣдующимъ отдѣленіемъ штормовыхъ предостереженій. До 20 ноябрю г. Манухинъ работалъ въ отдѣленіи одинъ, съ указаннаго числа ему помогаетъ въ работахъ вычислительница г-жа Е. Н. Иванова.

Такъ какъ работы по синоптической метеорологіи до сихъ поръ въ Восточной Сибири не производились, то намъ пришлось начать это дѣло совершенно заново и выполнить довольно много подготовительныхъ работъ, прежде чѣмъ удастся подойти къ предсказанію погоды на практикѣ. При первомъ же знакомствѣ съ этимъ дѣломъ приходится столкнуться съ значительными, чисто мѣстными, затрудненіями, а именно:

1) Крайняя скудость и неудовлетворительное состояніе телеграфныхъ линій въ Восточной Сибири. Обсерваторія лежитъ на телеграфной магистральной, ведущей изъ Европы на Востокъ Азіи. Правильное полученіе депешъ даже по этой основной линіи далеко не всегда возможно, какъ въ этомъ Обсерваторія не разъ убѣждалась на опытѣ. Тѣмъ хуже обставлены боковыя линіи телеграфа, идущія обыкновенно по тайгѣ и сильно страдающія при каждомъ пожарѣ. Между тѣмъ, и такихъ линій крайне мало: на протяженіи 4000 верстъ, изъ Томска до Великаго Океана, на сѣверъ отъ магистральной идутъ только двѣ линіи — отъ Красноярска до Енисейска и отъ Иркутска до Олекминска; на югъ: отъ Томска на Барнаулъ, отъ Красноярска до Минусинска, отъ Верхнеудинска до Урги и отъ Хабаровска до Владивостока. Всѣхъ этихъ линій крайне недостаточно для сколько нибудь споснаго обзора погоды въ Восточной Сибири.

2) Слабая населенность Сибири и Монголіи дѣлаетъ очень затруднительнымъ устройство новыхъ станцій тамъ, гдѣ это было бы особенно желательно, такъ, на примѣръ, Обсерваторія не имѣетъ возможности (и, вѣроятно, очень долго не будетъ имѣть ея и впредь) устроить станцію къ югу отъ линіи Иркутскъ-Минусинскъ. Громадныя незаселенныя почти пустыни С. З. Монголіи надолго останутся внѣ Европейской культуры. Такимъ образомъ, не говоря уже о прочемъ, положеніе Иркутской Обсерваторіи на южной окраинѣ метеорологической сѣти не можетъ считаться благопріятнымъ для организація предсказаній погоды на Байкалѣ.

3) При небольшой сравнительно ширинѣ Байкала и высокихъ берегахъ этого озера вѣтры на немъ имѣютъ такъ часто мѣстный характеръ, въ зависимости отъ расположенія горныхъ долинъ и ущелій. Вѣтра, очень сильныя на одномъ берегу, не будутъ чувствительны на другомъ. Такимъ образомъ, при практическихъ предсказаніяхъ необходимо крайне точно формулировать ихъ и давать различныя предсказанія для различныхъ уголковъ озера, такъ какъ иначе легко можно дискредитировать это дѣло въ глазахъ практиковъ. Это послѣднее обстоятельство тѣмъ возможнѣе, что при небольшомъ поперечникѣ озера капи-

такъ почти всякаго судна при неопредѣленной погодѣ скорѣе рискнетъ безпкойнымъ переходомъ въ теченіе 5—6 часовъ, чѣмъ будетъ ожидать осуществленія на дѣлѣ предсказанія погоды, стоя въ гавани. Нѣсколькихъ удачныхъ переходовъ при такихъ обстоятельствахъ было бы совершенно достаточно для скептическаго, если не болѣе, отношенія публики и заинтересованныхъ лицъ къ нашему новому дѣлу.

Вотъ основныя особенности и невыгоды нашего положенія въ этомъ дѣлѣ. Насколько удастся преодолѣть ихъ, покажетъ будущее. Во всякомъ случаѣ, ихъ вполне достаточно для того, чтобы отнестись къ нашимъ предварительнымъ работамъ съ особенною осмотрительностью и не спѣшить съ практическими предсказаніями ранѣе полученія полной увѣренности въ ихъ надежности. Въ виду всего этого, Обсерваторія и не поднимала пока вопроса о разрѣшеніи ей полученія депешъ съ окружающихъ ее станцій. Для предварительнаго изученія какъ путей циклоновъ и антициклоновъ въ Восточной Сибири, такъ и сопровождающихъ перемѣщеніе ихъ особенностей погоды, за неимѣніемъ текущаго телеграфнаго матеріала, пришлось довольствоваться исключительно матеріаломъ, опубликованнымъ въ Лѣтописяхъ и бюллетеняхъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи за прежніе годы. Изъ этихъ источниковъ были выбраны наблюденія Азіатскихъ и отчасти Европейскихъ станцій, приведенныя въ Лѣтописяхъ полностью, и на основаніи этихъ наблюденій, подлежащимъ образомъ приведенныхъ, вычерчивались синоптическія карты для нѣсколькихъ избранныхъ случаевъ.

Такимъ образомъ, къ концу года была получена 31 карта, при чемъ для части разсмотрѣнныхъ случаевъ можно было прослѣдить и пути циклоновъ, проходившихъ по Сибири. До полученія этихъ картъ пришлось еще ранѣе выполнить довольно много подготовительныхъ работъ, занявшихъ у г. Манухина время до начала декабря. А именно имъ пересмотрѣны были всѣ данныя о высотахъ 58 Восточно-Сибирскихъ станцій, при чемъ для каждой изъ станцій составлены записки о способѣ опредѣленія высоты съ критическими замѣтками относительно принятой высоты, и въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ это оказалось необходимымъ, опредѣлена эта высота по повѣйшимъ даннымъ. Къ сожалѣнію, отсутствіе свѣдѣній о результатахъ повѣйшихъ связочныхъ нивелировокъ между желѣзнодорожной нивелировкой и такой же Географическаго Общества заставляетъ насъ отсрочить пока окончательные выводы высотъ по повѣйшимъ даннымъ. Для составленія синоптическихъ картъ высоты станцій взяты отчасти изъ Лѣтописей, отчасти же на основаніи полученныхъ г. Манухинымъ данныхъ.

Далѣе для приведенія къ уровню моря барометрическихъ данныхъ были вычислены таблицы приведенія барометра для 30 станцій на основаніи таблицъ Анго, помещенныхъ въ изданіи международныхъ метеорологическихъ таблицъ.

Для выводовъ сколько нибудь основательныхъ намъ придется, прежде пристуна къ практическому предсказанію погоды, составить синоптическія карты погоды, по крайней мѣрѣ, за 2—3 года, затѣмъ систематизировать ихъ и на основаніи изученія матеріала, полученнаго такимъ образомъ, выработать уже рядъ правилъ, которымъ слѣдуютъ измѣненія погоды около Байкала въ зависимости отъ перемѣщенія центровъ областей высокаго и низ-

каго давленія. Этими предварительными работами и должно заняться отдѣленіе штормовыхъ предостереженій при Иркутской Обсерваторіи въ теченіе ближайшихъ лѣтъ.

Слѣдуетъ упомянуть, что одновременно съ разрѣшеніемъ полученія метеорологическихъ депешъ со станцій непременно придется позаботиться и о быстрой передачѣ депешъ съ Иркутской телеграфной станціи въ Обсерваторію. При разстояніи между этими учрежденіями въ 2 версты посылка туда депешъ съ разсылнымъ прямо невозможна, и о своевременномъ полученіи депешъ не можетъ быть и рѣчи. Такъ что необходимо будетъ озаботиться постановкою особаго телеграфнаго аппарата въ Обсерваторіи, а быть можетъ и особаго лица для пріема депешъ.

ЗАКЛЮЧЕНІЕ.

Здѣсь мы упомянемъ объ участіи Обсерваторіи или ея представителей въ экспедиціяхъ, комиссіяхъ, конгрессахъ и на Парижской выставкѣ.

Мы уже упоминали въ прошлогоднемъ отчетѣ объ участіи Обсерваторіи въ экспедиціи, снаряженной Академіею Наукъ на Шпицбергенъ для градуснаго измѣренія. На долю Обсерваторіи досталась организація магнитныхъ и метеорологическихъ наблюденій. Въ мѣстѣ высадки и зимовки экспедиціи (въ Горнзундѣ) была устроена первоклассная магнитная и метеорологическая обсерваторія. Послѣ отъѣзда оттуда, осенью 1899 г., моего помощника Э. В. Штеллинга, завѣдующимъ обсерваторіею остался младшій наблюдатель Константиновской Обсерваторіи А. Р. Бейеръ. Подъ его надзоромъ 5 обученныхъ матросовъ-наблюдателей вели непрерывно ежечасныя метеорологическія и магнитныя варіаціонныя наблюденія. Вначалѣ, когда не всѣ матросы были подготовлены, а также когда нѣкоторыхъ наблюдателей брали для экспедицій, въ наблюденіяхъ этихъ принимали участіе, кромѣ г. Бейера, гг. А. А. Бунге, Е. К. Ганъ и А. С. Васильевъ. Абсолютныя магнитныя опредѣленія производились еженедѣльно А. Р. Бейеромъ, при чемъ отсчеты по магнитометрамъ производили докторъ А. А. Бунге, Е. К. Ганъ и матросы-наблюдатели. Весною и на все лѣто 1900 г., сверхъ того, были командированы на Шпицбергенъ: мой помощникъ Э. В. Штеллингъ и А. М. Шенрокъ, первый — для опредѣленія всѣхъ постоянныхъ и поправокъ инструментовъ и для уборки приборовъ, а также для содѣйствія г-ну Бейеру по завѣдыванію и производству наблюденій на лѣтнее время; второй — для производства походными инструментами абсолютныхъ магнитныхъ опредѣленій, на сколько передвиженіе геодезической партіи это позволяло. Экспедиція благополучно вернулась въ сентябрѣ; она привезла богатѣйшій матеріаль магнитныхъ и метеорологическихъ наблюденій, а также наблюденій надъ сѣверными сіяніями. Ежечасныя наблюденія метеорологическія велись съ 1 сентября 1899 г. до 6 сентября 1900 г., ежечасныя магнитныя съ 14 сентября 1899 г. до 7 сентября 1900 г. Магнитографъ дѣйствовалъ съ 10 сентября 1899 г. до

7 сентября 1900 г. Инструменты были сняты только накануне ухода судна. Не только во все время пребывания экспедиции на островѣ, но и во все время 4-хъ переходовъ изъ Тромзе на Шпицбергенъ и обратно въ 1899 и въ 1900 гг. велись также подробные метеорологическіе дневники, включая опредѣленія температуры и удѣльнаго вѣса морской воды.

Изъ числа чрезвычайныхъ наблюденій заслуживаютъ особаго вниманія:

1) наблюденія, произведенныя по условленной со Шведами программѣ надъ формою и движеніями сѣверныхъ сіяній, съ панесеніемъ на звѣздныя карты очертаній наиболее замѣчательныхъ изъ нихъ; фотографіи сѣверныхъ сіяній и ихъ спектровъ¹⁾;

2) наблюденія надъ напряженіемъ солнечныхъ лучей при различныхъ высотахъ солнца съ полудня до полупочи;

3) фотограмметрическія измѣренія высотъ облаковъ;

4) дополнительныя наблюденія помощью самонищущихъ инструментовъ, установленныхъ на горѣ Савича, въ свѣтлое время года;

5) наблюденія надъ приливами и отливами въ теченіе двухъ лѣтнихъ мѣсяцевъ;

6) записи самопишущихъ приборовъ, запущенныхъ на змѣяхъ на высоту около 1 версты.

Не смотря на неблагопріятныя обстоятельства, А. М. Шенроку все же удалось лѣтомъ 1900 г. произвести абсолютныя магнитныя опредѣленія у Кейльгау (Keilhau) и на Валесхедъ (Whaleshad) и во время вынужденной стоянки у мѣста зимовки въ 4-хъ пунктахъ въ окрестностяхъ станціи.

Обсерваторія принимала въ отчетномъ году также дѣятельное участіе въ снаряженіи Русской Полярной Экспедиціи, отправившейся въ іюнь 1900 г., подъ начальствомъ барона Толя, къ Ново-Сибирскимъ островамъ. Въ программѣ этой экспедиціи, выработанной Высочайше учрежденною Комиссіею при Академіи Наукъ, значительное вниманіе удѣлено магнитнымъ и метеорологическимъ наблюденіямъ. Метеорологическія наблюденія будутъ производиться во время плаванія туда и обратно на шкунѣ «Заря»; затѣмъ, во время зимовокъ, на временныхъ обсерваторіяхъ и на экскурсіяхъ; наконецъ, на время дѣйствія экспедиціи должны быть расширены наблюденія на трехъ станціяхъ на сѣверо-востокѣ Сибири: въ Верхоянскѣ, Усть-Янскѣ и Русскомъ Устьѣ, для того, чтобы лучше выяснитъ положеніе зимняго полюса холода. Наконецъ, дополнительная экспедиція, подъ начальствомъ Волосовича, которая отправилась къ Новой Сибири черезъ Сибирь, должна также въ мѣстахъ остановокъ производить метеорологическія наблюденія. Магнитныя наблюденія, помощью походныхъ инструментовъ, должны производиться на мѣстахъ зимовокъ, и по возможности, на другихъ мѣстахъ остановокъ «Заря»; въ мѣстахъ зимовокъ, сверхъ того, предположены наблюденія надъ перемѣнами магнитнаго склоненія. На Обсерваторію возложены были заботы о снабженіи экспедиціи и упомянутыхъ станцій инструментами для всѣхъ этихъ

1) Независимо отъ этой программы, членъ экспедиціи Сикора произвелъ обширный рядъ наблюденій надъ сѣверными сіяніями и снялъ съ нихъ и со спектровъ замѣчательныя фотографіи.

наблюдений и ознакомления членовъ экспедиціи съ наблюденіями. Наконецъ, ею же были организованы упомянутыя наблюденія Сибирскихъ станцій по расширенной программѣ, съ самопишущими приборами въ Верхоянскѣ. Она могла достигнуть этого, лишь благодаря принятому въ этомъ дѣлѣ горячему участию г-мъ Иркутскимъ Генераль-Губернаторомъ, Якутскимъ Губернаторомъ и директоромъ Иркутской Обсерваторіи; особенно много хлопотъ выпало на долю послѣдняго.

Для спаряженія Русской Полярной Экспедиціи и для руководства ея дѣйствіями была учреждена, съ Высочайшаго соизволенія, особая Комиссія, въ составъ которой и я былъ назначенъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ, я по прежнему, принималъ участіе въ засѣданіяхъ учрежденной съ Высочайшаго соизволенія Шницбергенской Комиссіи подъ предѣдательствомъ Августѣйшаго Президента Его Императорскаго Высочества Великаго Князя Константина Константиновича. Наконецъ, по приглашенію г-на предѣдателя, я принималъ также участіе въ Комиссіи, образованной при Министерствѣ Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ, для обсужденія вопроса о принятіи Русскимъ Правительствомъ рѣшеній международной Стокгольмской конференціи 1899 г. по изученію сѣверныхъ морей.

Съ разрѣшенія Августѣйшаго Президента, Обсерваторія принимала участіе на всемирной Парижской выставкѣ. Для этой цѣли на средства, отпущенныя Высочайше утвержденною Комиссіею по устройству русскаго отдѣла, былъ построенъ на площади Инвалидовъ особый павильонъ, въ которомъ выставлены были образцы магнитныхъ и метеорологическихъ инструментовъ, дѣйствующихъ въ нашихъ Обсерваторіяхъ Константиновской и Николаевской, а также и принятые у насъ инструменты для станцій 2 и 3 разрядовъ, планы и виды и фотографіи инструментовъ Обсерваторій Тифлисской, Екатеринбургской и Иркутской, альбомъ фотографій нашихъ станцій 2-го разряда и ученые труды Обсерваторіи. Наконецъ, нашею мастерскою и механикомъ Рорданцемъ были выставлены нѣкоторые новые самопишущіе приборы, какъ-то большой омбро-атмографъ, малый самопишущій дождемѣръ системы Рорданца, легкіе самопишущіе приборы изъ алюминія для подъема на змѣяхъ: баро-термо-гигрографъ и анемографъ и проч. Для установки приборовъ были командированы въ Парижъ, въ концѣ марта, мой помощникъ Э. В. Штеллингъ и механикъ К. К. Рорданць. Затѣмъ, для обезпеченія сохранности инструментовъ и для того, чтобы давать посѣтителямъ объясненія, на все время выставки въ Парижѣ находился представитель Обсерваторіи. Въ виду того, что я никого изъ завѣдующихъ отдѣленіями или физиковъ не могъ отпустить изъ Обсерваторіи на столь продолжительное время, были командированы послѣдовательно одинъ за другимъ, послѣ Э. В. Штеллинга, І. А. Керсновскій, затѣмъ В. Х. Дубинскій, І. Б. Шукевичъ, С. И. Савиновъ и Б. А. Керсновскій. Объясненія давались ежедневно, кромѣ понедѣльника, отъ 11 до 12 и отъ 2 до 5 часовъ дня. Будучи командированъ въ Парижъ, для другихъ цѣлей, я имѣлъ случай убѣдиться, что вся программа выставки выполнена успѣшно, и что служба объясненій поставлена надлежащимъ образомъ. Посѣтителей было немного, но были именно тѣ, для которыхъ выставка устраивалась: академики, профессора, ученые по нашей спеціальности изъ

всѣхъ странъ. Многимъ изъ нихъ едва ли удастся побывать въ Петербургѣ и Павловскѣ, а потому имъ интересно было познакомиться въ Парижѣ, какъ поставлено у насъ дѣло. Съ другой стороны, Обсерваторія безъ всякихъ затратъ съ своей стороны могла предоставить возможность многимъ изъ своихъ служащихъ познакомиться со всѣмъ, что было новаго по ихъ специальности на выставкѣ. Механикъ Рорданцъ, командированный вторично въ Парижъ, для уборки инструментовъ, воспользовался этимъ случаемъ, чтобы посѣтить нѣкоторыя мастерскія и ближе ознакомиться съ ихъ специальностями. Заслуги Обсерваторіи были оцѣнены экспертными комиссіями: Обсерваторія получила три высшихъ награды за научную свою дѣятельность вообще, за точные приборы и по классу географіи и космографіи за Климатологическій Атласъ Россійской Имперіи, который былъ выставленъ съ пояснительнымъ французскимъ текстомъ. Сверхъ того, механикъ Рорданцъ получилъ золотую медаль за изготовленные имъ инструменты. Считаю своимъ долгомъ здѣсь засвидѣтельствовать отъ имени Обсерваторіи благодарность профессору Эдельману изъ Мюнхена и его сыну; первый согласился выставить рядъ своихъ магнитныхъ приборовъ въ нашемъ павильонѣ, какъ образцы тѣхъ, которыми мы пользуемся въ Константиновской Обсерваторіи, такъ какъ своихъ мы, конечно, не могли послать, а приобрести новые было бы для насъ слишкомъ дорого; второй пріѣхалъ нарочно въ Парижъ, чтобы установить эти приборы въ нашемъ павильонѣ.

Въ Парижъ я былъ командированъ съ разрѣшенія Августѣйшаго Президента два раза: въ первый разъ въ іюнѣ, по приглашенію г. Министра Финансовъ, для того, чтобы принять участіе въ международныхъ экспертныхъ комиссіяхъ; второй разъ, по приглашенію Бюро Конгрессовъ, для участія въ двухъ Конгрессахъ, Физическомъ и Метеорологическомъ. Конгрессъ Физиковъ, подъ предсѣдательствомъ Корню, былъ открытъ 6 августа и продолжался до 12. Почетнымъ Предсѣдателемъ былъ избранъ лордъ Кельвинъ. Кромѣ общихъ собраній, я принималъ участіе въ первой секціи, въ программу которой входили мѣры и вѣсы, единицы мѣръ и вопросы по общей физикѣ. Конгрессъ удостоилъ меня избраніемъ въ почетные предсѣдатели этой секціи. Въ этой секціи, какъ и въ другихъ, помимо докладовъ, представленныхъ по инициативѣ самихъ докладчиковъ, былъ изготовленъ, по приглашенію организационнаго Бюро, специально для Конгресса, цѣлый рядъ докладовъ по каждой отрасли физики наиболѣе выдающимися учеными. Такимъ образомъ, 3 тома вышедшихъ трудовъ Конгресса отражаютъ современное состояніе науки и составляютъ хорошій памятникъ перваго международнаго Конгресса физиковъ. Не перечисляя всѣхъ интересныхъ докладовъ и всего новаго, что намъ было показано, я упомяну только о томъ сильномъ впечатлѣніи, которое произвелъ на меня осмотръ физическихъ кабинетовъ и лабораторій Сорбонскаго Университета; я былъ пораженъ богатствомъ средствъ, какими обставлено здѣсь дѣло преподаванія физики. Каждый профессоръ имѣетъ свой физическій кабинетъ, свою мастерскую, своего механика; дороговизна приборовъ, если они нужны для обнаруженія явленій въ большихъ размѣрахъ или для опытовъ и изслѣдованій, повидимому, не стѣсняетъ профессора. Ассистенты и избранные слушатели помогаютъ ему вести опыты.

Такая постановка дѣла у насъ, несомнѣнно, могла бы способствовать развитію физическихъ наукъ въ Россіи и способствовать подготовкѣ физиковъ; безъ сомнѣнія, такая мѣра окупила бы затраты на этотъ предметъ. Труды Конгресса уже отпечатаны, а потому я не вхожу въ дальнѣйшія подробности о немъ.

Международный Метеорологическій Конгрессъ былъ открытъ 10 и закрытъ 15 сентября новаго стilia. Одновременно были созваны международныя комиссіи: магнитная (предсѣдатель Рюкеръ), воздухоплавательная (предсѣдатель Гергезель), облачная (предсѣдатель Гильдебрандсонъ), актиметрическая (предсѣдатель Віоль) и комиссія телеграфныхъ сообщеній о погодѣ (предсѣдатель Пернтеръ). Президентомъ Конгресса избранъ Э. Маскаръ, директоръ Центрального Метеорологическаго Бюро въ Парижѣ, Вице-президентами гг. Монъ изъ Христіаніи, Рюкеръ изъ Лондона и я. Общія собранія происходили ежедневно съ 3 до 6 часовъ, засѣданія комиссій съ 9 до 11 часовъ утра и съ 1 до 3 часовъ дня. Выдающійся интересъ представляли доклады объ изслѣдованіи верхнихъ слоевъ атмосферы; очевидно, на этотъ предметъ направлены главныя силы метеорологовъ всѣхъ странъ. Не довольствуясь наблюденіями на днѣ воздушнаго океана, метеорологи стараются проникнуть во всѣ его слои до возможно большей высоты. Горныя станціи лишь отчасти и для весьма ограниченныхъ мѣстностей удовлетворяютъ этой цѣли, опѣ все же даютъ измѣренія вблизи земной, хотя и приподнятой поверхности; слѣдовательно, общія условія свободной атмосферы здѣсь нарушены. Для достиженія цѣли, пускаютъ воздушныя шары съ наблюдателями и приборами, но уже не случайно и одиночно какъ прежде, а систематично, въ условленные международные дни, одновременно изъ разныхъ странъ. Для добычи свѣдѣній изъ еще бѣльшихъ высотъ, куда не можетъ достигнуть человекъ, пускаются шары-зонды съ самопишущими приборами. Наконецъ, для болѣе частыхъ и всестороннихъ изслѣдованій слоевъ атмосферы, ближайшихъ къ земной поверхности, пускаютъ летучіе змѣи съ самопишущими приборами, которые удается запускать до высоты 3, 4, а иногда и до 5 тысячъ метровъ. Въ послѣднее время было нѣсколько попытокъ получать непрерывныя наблюденія на разныхъ высотахъ атмосферы помощью привязныхъ воздушныхъ шаровъ, которымъ придавали форму летучаго змѣя для болѣе остойчивости и для удержанія постоянства ихъ высоты. Профессоръ Асманъ, директоръ воздухоплавательной метеорологической Обсерваторіи въ Берлинѣ, представилъ Конгрессу только что роскошно изданный имъ и г. Берсопомъ трудъ, посвященный обработкѣ результатовъ наблюденій на воздушныхъ шарахъ; кромѣ сводки наблюденій, произведенныхъ въ разныхъ странахъ, даны подробныя наблюденія 75 поднятій, произведенныхъ въ Германіи съ 1888 до 1899 г., главнымъ образомъ на личныя средства Императора Вильгельма, который живо интересуется этимъ дѣломъ и пожертвовалъ на означенный предметъ свыше 100000 марокъ. Для дальнѣйшихъ изслѣдованій въ 1899 г. учреждена воздухоплавательная Обсерваторія, какъ отдѣленіе Пруссакаго Метеорологическаго Института. На устройство Обсерваторіи отпущено около 75000 марокъ и на участіе Обсерваторіи въ международныхъ наблюденіяхъ въ текущемъ году почти 20000 марокъ. Здѣсь дѣлаются наблюденія въ верхнихъ слояхъ атмосферы

помощью всѣхъ упомянутыхъ способовъ, т. е. помощью шаровъ съ наблюдателями, шаровъ-зондовъ, летучихъ змѣевъ и привязныхъ шаровъ. Независимо отъ этого, наблюденіями надъ верхними слоями атмосферы въ Германіи занимаются въ Страсбургѣ профессоръ Гергезель, президентъ упомянутой международной воздухоплавательной комиссіи, и профессоръ Эркъ, директоръ метеорологической станціи въ Мюнхенѣ. Во Франціи первое мѣсто въ изслѣдованіяхъ этого рода принадлежитъ г-ну Тесренъ-де-Бору, который сдѣлалъ Конгрессу нѣсколько въ высшей степени интересныхъ докладовъ о дѣйствіяхъ метеорологической динамической Обсерваторіи въ Трапфѣ. Этотъ замѣчательный ученый посвятилъ всего себя и большія свои средства этого рода наблюденіямъ. Онъ приобрѣлъ недалеко отъ Парижа удобный для намѣченной цѣли участокъ земли, на высокомъ, открытомъ мѣстѣ; здѣсь построилъ упомянутую обсерваторію, съ мастерскими, сараями, лабораторіями и пр.; онъ пригласилъ въ сотрудники ученыхъ, вычислителей и механика. Отсюда спускаются не менѣе 2 разъ въ недѣлю шары-зонды, летучіе змѣи съ самопишущими приборами, измѣряются помощью фотограмметровъ высоты облаковъ и проч. Г. Тесренъ-де-Боръ немало потрудился и для усовершенствованія самопишущихъ приборовъ, поднимаемыхъ на шарахъ, и въ особенности надъ устройствомъ чувствительныхъ термометровъ съ цѣлесообразной защитой и вентиляціею. Эти вопросы теперь выдвинуты на первый планъ для полученія достовѣрныхъ температуръ изъ слоевъ недоступныхъ человѣку. У него же въ мастерской имѣются средства и для новѣрки приборовъ. По приглашенію Тесренъ-де-Бора, члены Конгресса посѣтили его обсерваторію. При нихъ были запущены змѣи съ приборами и пущены шары-зонды. Между прочимъ, онъ показывалъ намъ кривую поднятія шара, вычисленную по записямъ барографа, рядомъ съ кривою, полученною по точнымъ геодезическимъ опредѣленіямъ, по наблюденіямъ положенія шара помощью теодолитовъ, установленныхъ на двухъ концахъ базиса. Оказалось, что кривыя почти сливались, что служитъ наилучшимъ доказательствомъ удовлетворительности проверки и дѣйствія барографа. Одновременно съ изученіемъ физическаго строенія атмосферы французы серьезно работаютъ въ дѣлѣ усовершенствованія воздухоплаванія. Въ центральномъ военномъ воздухоплавательномъ институтѣ, въ Медонѣ, ученый личный составъ, во главѣ съ полковникомъ Ренапомъ, занимается разработкой разныхъ вопросовъ воздухоплаванія какъ въ теоретическомъ отношеніи, такъ и опытнымъ путемъ. Достаточно упомянуть, что полный составъ заведенія, включая механиковъ и нижнихъ чиновъ, составляетъ 200 человѣкъ. Тамъ имѣется нѣсколько богато снаряженныхъ мастерскихъ и огромный залъ для опытовъ съ разнообразными приборами большой точности, для опытовъ надъ сопротивленіемъ воздуха, надъ летательными машинами и проч.; здѣсь же производятся опыты для практически удобнаго добыванія водорода путемъ электролиза. Развитію воздухоплаванія во Франціи много способствуетъ кружокъ воздухоплателей любителей, который имѣетъ цѣлую флотилію аэростатовъ, которыми управляютъ сами хозяева; они устраиваютъ спорты на разныя темы. Я былъ свидѣтелемъ, какъ 17 такихъ аэростатовъ съ ихъ владѣльцами, въ присутствіи стотысячной толпы и подъ звуки музыки, одинъ за другимъ, поднялись въ воздухъ, преслѣдуя цѣль опуститься

возможно близко къ заранѣе намѣченному пункту; тутъ же рядомъ были приготовлены 12 другихъ такихъ же шаровъ для спуска нѣсколько часовъ позже, съ цѣлью совершить возможно большій путь. Въ Америкѣ, въ Соединенныхъ Штатахъ, особенно прославились своими наблюденіями въ разныхъ слояхъ атмосферы помощью летучихъ змѣевъ обсерваторія Блю-Хиль и ея директоръ Рочъ, который также прочелъ на Конгрессѣ нѣсколько весьма важныхъ докладовъ касательно полученныхъ имъ результатовъ.

Международная воздухоплавательная метеорологическая комиссія объединяетъ всѣ изслѣдованія, производимыя въ этомъ направленіи въ разныхъ странахъ; въ засѣданіяхъ ея въ Парижѣ, между прочимъ, было установлено производить наблюденія въ разныхъ слояхъ атмосферы ежемѣсячно, въ опредѣленные дни, одновременно во всѣхъ странахъ. Наблюденія эти, по возможности, производятся всѣми упомянутыми способами, на сколько это въ каждомъ пунктѣ удобоисполнимо.

По инструментальной части въ области воздухоплаванія упомяну о новомъ самопишущемъ приборѣ Асмана, безъ часового механизма; барабанъ прибора приводится въ движеніе чувствительнымъ металлическимъ термометромъ; вертикальныя линіи на бумагѣ, наверху на барабанъ, показываютъ температуру, а кривая, вычерчиваемая на бумагѣ барографомъ, показываетъ какая высота барометра соотвѣтствуетъ каждой данной температурѣ; такимъ образомъ достигается возможность даже при быстрыхъ подъемахъ съ достаточною подробностью и точностью снимать температуры, соотвѣтствующія разнымъ давленіямъ. Такъ какъ шары обыкновенно поднимаются быстро и въ $\frac{1}{2}$ часа или часъ достигаютъ максимальной высоты, то незнаніе точнаго времени въ этихъ предѣлахъ не играетъ большой роли.

Въ Комиссію облачности я представилъ обработанные В. В. Кузнецовымъ результаты нашихъ фотограмметрическихъ наблюденій, произведенныхъ въ Константиновской Обсерваторіи за первый международный годъ (1897). Въ общемъ собраніи Конгресса я доложилъ о полученныхъ мною предварительныхъ результатахъ сравненій психрометра Асмана съ психрометрами, установленными въ будкахъ: русской, французской и англійской. Я пришелъ къ заключенію, что въ близьполуденные часы, при ясной, тихой и теплой погодѣ, Асманъ даетъ наиболѣе надежные результаты; затѣмъ, болѣе близкія къ нимъ данныя получаются въ будкахъ русскаго и англійскаго типа. Въ остальные часы, утромъ и вечеромъ, и въ особенности зимою и при сильномъ вѣтрѣ получается почти полное согласіе между всѣми способами установокъ. Въ виду невозможности помощью психрометра Асмана наблюдать предѣльныя температуры, а также пользоваться этимъ психрометромъ во время сильнаго дождя, наконецъ, вслѣдствіе частыхъ порчъ пружинъ въ этомъ приборѣ и сравнительной сложности наблюденій, я признаю необходимымъ сохранить въ нашей стѣткѣ нашу русскую будку, а Асманъ употреблять по временамъ для контроля на нѣкоторыхъ изъ нашихъ обсерваторій и станцій.

Въ комиссіи усовершенствованія телеграфныхъ сообщеній о погодѣ обсуждался вопросъ о введеніи радіальной системы передачи метеорологическихъ телеграммъ, причемъ

выяснилось, что эта система можетъ достигать цѣли лишь при условіи, чтобы ежедневно, въ опредѣленные часы, на пѣкоторое время (напримѣръ, на $\frac{1}{2}$ часа) всѣ телеграфные провода отъ станцій до центральной обсерваторіи въ каждомъ государствѣ и линіи, соединяющія центральныя обсерваторіи разныхъ странъ, были предоставлены въ распоряженіе означенныхъ обсерваторій. Я указывалъ на трудность выполненія такой системы для столь обширной страны какъ Россія, въ особенности имѣя въ виду, какъ мало она мѣстами населена. Постановлено этотъ вопросъ, въ болѣе общемъ видѣ, а именно о возможности ускорить передачу телеграфныхъ сообщений о погодѣ, обсудить на совмѣстномъ совѣщаніи метеорологовъ съ международнымъ телеграфнымъ бюро въ Бернѣ.

Это постановленіе, такъ же какъ и заключенія другихъ упомянутыхъ комиссій, были внесены въ Международный Метеорологическій Комитетъ, имѣвшій одно засѣданіе на Эйфелевой башнѣ 15 сентября, послѣ закрытія Конгресса. Комитетъ пополнилъ свой составъ, выбралъ въ свои члены г. Палацо (представителя Италіи) и г. Шау (представителя Англіи), взамѣнъ выбывшихъ гг. Такини и Скотта; секретаремъ Комитета, на мѣсто Скотта, избранъ профессоръ Гильдебрандсонъ (представитель Швеціи). Затѣмъ, обсудивъ стоящіе на очереди вопросы, Комитетъ принялъ слѣдующія рѣшенія:

I. Согласно съ предложеніемъ магнитной комиссіи, Комитетъ постановилъ просить директоровъ магнитныхъ обсерваторій высылать въ опредѣленные сроки секретарю Метеорологическаго Комитета списокъ дней, признаваемыхъ за спокойные. Эти документы будутъ разосланы обсерваторіямъ.

II. Въ виду выраженнаго облачною комиссіею пожеланія, чтобы метеорологическія обсерваторіи разныхъ странъ производили въ опредѣленные, назначенные заранѣе сроки единовременныя наблюденія надъ облаками, секретарь Комитета увѣдомитъ директоровъ о желательности организовать повсюду такія наблюденія.

III. По поводу одобреннаго Конгрессомъ пожеланія воздухоплавательной комиссіи, чтобы правительства поощряли военно-воздухоплавательныя учрежденія и метеорологическія обсерваторіи къ участію въ международныхъ полетахъ воздушныхъ шаровъ съ ученою цѣлью, какъ это уже и дѣлается во многихъ странахъ, Комитетъ поручилъ своему президенту обратиться къ французскому правительству съ ходатайствомъ о томъ, чтобы оно уважило это пожеланіе относительно французскихъ учреждений и сообщило о пожеланіи Конгресса правительствамъ другихъ странъ.

IV. По поводу выше упомянутой резолюціи телеграфной комиссіи, Комитетъ поручилъ своему президенту дать оффиціальнымъ путемъ ходъ дѣлу по ходатайству о назначеніи упомянутой международной метеорологической комиссіи для совѣщанія съ международнымъ телеграфнымъ Бюро въ Бернѣ.

G. Муръ приглашалъ Комитетъ собраться слѣдующій разъ въ Вашингтонѣ, г. Шау — въ Лондонѣ. Комитетъ, выразивъ благодарность означеннымъ лицамъ за ихъ любезныя приглашенія, нашель, однако, преждевременнымъ назначить время и мѣсто слѣдующаго собранія.

Приложение I.

Списокъ станцій II разряда, съ которыхъ въ 1900 г. наблюденія доставлялись непосредственно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію.

Архангельская губ. I класса: 1. Малые Кармакулы, 2. Вайда Губа, 3. Александровскъ, 4. Териберка, 5. Кола, 6. Святоносскій маякъ, 7. Имандра, 8. Оксино, 9. Орловскій маякъ, 10. Моржовскій маякъ, 11. Ковда (островъ Березовъ), 12. Сосновецкій маякъ, 13. Мезень, 14. Зимнегорскій маякъ, 15. Усть-Цыльма, 16. Жижгинскій маякъ, 17. Соловецкій монастырь, 18. Кемь, 19. Жужмуйскій маякъ, 20. Архангельскъ, 21. Онега, 22. Шенкурскъ.

II класса: 1. Печенга, 2. Ловозерскъ, 3. Варзуга, 4. Мохча, 5. Пинега, 6. Сумскій посадъ, 7. Холмогоры.

III класса: 1. Поной, 2. Мудьюгскій маякъ, 3. Кимасъ-Озеро.

Выборгская губ. I класса: 23. Валаамъ, 24. Коневецъ, 25. Халила, 26. Гогландскій маякъ.

Олонецкая губ. I класса: 27. Повѣнецъ, 28. Каргополь, 29. Вознесенье, 30. Вытегра.

II класса: 8. Паданы, 9. Морская Масельга, 10. Шунга.

III класса: 4. Поросъ-Озеро, 5. Олонецъ.

Вологодская губ. I класса: 31. Яренскъ, 32. Усть-Сысольскъ, 33. Сольвычегодскъ, 34. Вельскъ, 35. Тотьма, 36. Никольскъ, 37. Вологда.

II класса: 11. Шугоръ, 12. Венденга, 13. Троицко-Печерское, 14. Кокшеньга, 15. Ношувская, 16. Остахово, 17. Спасъ-Печенга.

III класса: 6. Вишерское, 7. Усть-Немское, 8. Межадоръ, 9. Заячеростовское, 10. Лойма, 11. Дьяконово, 12. Поповъ Починокъ.

Эстляндская губ. I класса: 38. Ревель, 39. Пакерортскій маякъ.

II класса: 18. Нарвскій маякъ, 19. Катеринентальскій маякъ.

III класса: 13. Верхне-Сурупскій маякъ, 14. Дагерортскій маякъ.

- Лифляндская губ.* I класса: 40. Перновъ, 41. Юрьевъ, 42. Феллинъ, 43. Церельскій маякъ, 44. Усть-Двинскъ, 45. Кеммернъ, 46. Рига.
III класса: 15. Фильзандскій маякъ, 16. Арнсбургъ, 17. Усть-Двинскій маякъ.
- Курляндская губ.* I класса: 47. Виндавскій портъ, 48. Мессарагоцемъ, 49. Гольдингенъ, 50. Либавскій маякъ, 51. Либава.
III класса: 18. Митава.
- Петербургская губ.* I класса: 52. Свирица, 53. Новая Ладога, 54. Кронштадтъ, 55. Шлиссельбургъ, 56. С.-Петербургъ (Николаевская Главная Физическая Обсерваторія), 57. С.-Петербургъ (университетъ), 58. Павловскъ (Константиновская магнитно-метеорологическая Обсерваторія), 59. Бусаны (Заполье).
- Псковская губ.* I класса: 60. Псковъ, 61. Великіе Луки.
II класса: 20. Базово.
- Новгородская губ.* I класса: 62. Кирилловъ, 63. Череповецъ, 64. Веребье, 65. Григорово.
II класса: 21. Волокославинское, 22. Никольское, 23. Старая Русса.
III класса: 19. Нелазское, 20. Новгородъ.
- Тверская губ.* I класса: 66. Бѣжецкъ, 67. Вышній Волочекъ, 68. Старица, 69. Ржевъ.
II класса: 24. Калязинъ, 25. Тверь, 26. Давыдово.
III класса: 21. Селижарово, 22. Елисаветино, 23. Карцево-Карзово, 24. Видогощи, 25. Васильки, 26. Юрьевское, 27. Сергино, 28. Никифоровское.
- Ярославская губ.* I класса: 70. Вахтино, 71. Мышкинъ, 72. Михайловское, 73. Ростовъ.
II класса: 27. Пошехонье.
III класса: 29. Козьмодемьянское, 30. Никольское въ Кормѣ, 31. Новое, 32. Романовъ-Борисоглѣбскъ, 33. Харитоново.
- Костромская губ.* I класса: 74. Солигаличъ, 75. Кологривъ (Екимцево), 76. Рождественское, 77. Кострома, 78. Кинешма.
II класса: 28. Макарьевъ.
III класса: 34. Кологривъ, 35. Высоково, 36. Парфентьевъ, 37. Зауполовица, 38. Городище, 39. Ветлуга, 40. Тоншаево.
- Вятская губ.* I класса: 79. Вятка (реальное училище), 80. Вятка (сельскохоз. опытная станція), 81. Верхосунская ферма, 82. Сарапуль, 83. Елабуга.
II класса: 29. Слободской, 30. Уржумъ, 31. Нартасъ.
III класса: 41. Кирсинскій Заводъ, 42. Омутнинскій Заводъ, 43. Богословское, 44. Полинскъ, 45. Царевосанчурскъ, 46. Савалц, 47. Малмыжъ.
- Ковенская губ.* I класса: 84. Радзивилишки, 85. Подгай, 86. Ковно.
II класса: 32. Поневѣжъ, 33. Мыхуже.
III класса: 48. Шавли, 49. Таурогенъ.
- Виленская губ.* I класса: 87. Игнаино, 88. Вильно (станція жел. дор.), 89. Вильно (юнкерское училище).
II класса: 34. Молодечно.
- Витебская губ.* I класса: 90. Корсовка, 91. Погулянка, 92. Двинскъ, 93. Новое Королево.

II класса: 35. Полоцкъ.

III класса: 50. Анненское.

Смоленская губ. I класса: 94. Вязьма, 95. Смоленскъ, 96. Фленово, 97. Шанталово, 98. Рославль.

II класса: 36. Тяполово, 37. Знаменское.

III класса: 51. Батицево, 52. Алферово, 53. Ельня.

Московская губ. I класса: 99. Никольское-Горушки, 100. Москва (сельскохоз. институтъ), 101. Москва (Константиновскій межевой институтъ).

III класса: 54. Катущино, 55. Бирюлево.

Владимірская губ. I класса: 102. Иваново-Вознесенскъ, 103. Успенская сельскохоз. школа, 104. Бараново, 105. Гусевская.

II класса: 38. Ольгино, 39. Муромъ.

III класса: 56. Черницы, 57. Березники.

Нижегородская губ. I класса: 106. Нижній Новгородъ, 107. Морсцовская сельскохоз. школа.

II класса: 40. Больше-Мурашкино.

III класса: 58. Фокино, 59. Никитино.

Казанская губ. I класса: 108. Козьмодемьянскъ, 109. Лаврентьево, 110. Казань (университетъ), 111. Казань (земледѣльч. учил.).

III класса: 60. Бѣловолжское, 61. Полевой Сундырь.

Уфимская губ. I класса: 112. Бирскъ, 113. Златоустъ, 114. Уфа, 115. Бузовьязы.

II класса: 41. Мензелинская сельскохоз. школа, 42. Белобеевская сельскохоз. школа, 43. Дѣдово.

III класса: 62. Емашевская, 63. Благовѣщенскій заводъ, 64. Верхне-Троицкое, 65. Белебей, 66. Тенеева.

Оренбургская губ. I класса: 116. Троицкъ, 117. Оренбургъ.

II класса: 44. Вознесенскій Боръ.

III класса: 67. Сенткуловское.

Сувалжская губ. I класса: 118. Сувалки.

III класса: 68. Бялобжегчи.

Плоцкая губ. I класса: 119. Млава.

Варшавская губ. I класса: 120. Цѣхоцинскъ, 121. Влоцлавскъ, 122. Новогеоргиевскъ (крѣпость), 123. Варшава, 124. Ловичъ, 125. Орышевъ.

III класса: 69. Новогеоргиевскъ (станція жел. дороги), 70. Кутно, 71. Скерпевицы.

Калишская губ. I класса: 126. Калишъ.

Петроковская губ. I класса: 127. Зомбковицы.

III класса: 72. Колошки, 73. Новорадомскъ, 74. Ченстоховъ, 75. Конецполь.

Радомская губ. I класса: 128. Радомъ.

Кълецкая губ.

III класса: 76. Бэлина.

Ломжинская губ. II класса: 45. Вондолки Боровые.

Сѣдлецкая губ. II класса: 46. Михалки.

III класса: 77. Собѣшинъ.

Люблинская губ. I класса: 129. Ивангородъ (крѣпость), 130. Новая Александрія, 131. Холмъ.

II класса: 47. Люблинъ (гимназія).

III класса: 78. Ивангородъ (станція жел. дороги).

Гродненская губ. I класса: 132. Осовецъ, 133. Брестъ-Литовскъ.

II класса: 48. Друскеники, 49. Гродно, 50. Бѣлостокъ, 51. Изабеллинъ (Пружаны).

Минская губ. I класса: 134. Борисовъ, 135. Минскъ (городъ), 136. Минскъ (станція жел. дороги), 137. Маріина Горка, 138. Осиповичи, 139. Василевичи, 140. Мозырь-Коленковичи, 141. Пинскъ.

II класса: 52. Надвѣманъ.

Могилевская губ. I класса: 142. Горки, 143. Могилевъ, 144. Чериковъ.

III класса: 79. Солоное.

Калужская губ. I класса: 145. Калуга, 146. Жиздра.

II класса: 53. Сугоново.

III класса: 80. Николо-Доль, 81. Никольское, 82. Елисаветинскій хуторъ, 83. Лихвинское лѣсничество.

Орловская губ. I класса: 147. Орель (городъ), 148. Орель (древесный питомникъ), 149. Ливны.

II класса: 54. Пажень.

III класса: 84. Хотынецъ, 85. Кромы, 86. Елецъ (городъ), 87. Елецъ (станція жел. дороги).

Тульская губ. I класса: 150. Тула, 151. Скуратово, 152. Ефремовъ.

II класса: 55. Кроткое.

III класса: 88. Бѣлевъ, 89. Волово, 90. Паньково.

Рязанская губ. I класса: 153. Гулынки, 154. Рязань (станція жел. дороги), 155. Рязань (учительская семинарія), 156. Скопинъ, 157. Ряжскъ (станція жел. дороги).

II класса: 56. Гремячка.

III класса: 91. Михайловъ, 92. Данковъ.

Тамбовская губ. I класса: 158. Елатьма, 159. Земетчино, 160. Моршанскъ (реальное училище), 161. Моршанскъ (опытное поле), 162. Козловъ, 163. Тамбовъ (учительская семинарія), 164. Кирсановъ, 165. Липецкъ, 166. Уварово.

II класса: 57. Матчерка, 58. Тамбовъ (станція жел. дороги).

III класса: 93. Потапьево, 94. Гумны, 95. Сосновка, 96. Богородицкое (Липовка), 97. Бадинъ Уголь, 98. Перкино, 99. Шовское.

Пензенская губ. I класса: 167. Пенза (гимназія), 168. Пенза (училище садоводства), 169. Завиваловка.

II класса: 59. Пенза (станція жел. дороги).

III класса: 100. Троицкъ, 101. Русскій Качимъ.

Симбирская губ. I класса: 170. Порѣцкое, 171. Сызрань.

II класса: 60. Симбирскъ (исправительный пріютъ), 61. Большіе Березники.

III класса: 102. Курмышъ, 103. Алатырь, 104. Карсунъ, 105. Сенгилей, 106. Рождествено.

Самарская губ. I класса: 172. Полибино, 173. Томашевъ Колокъ, 174. Самара (реальное

училище), 175. Бузудукъ, 176. Николаевскъ (станція жел. дороги), 177. Покровская слобода, 178. Ершовъ, 179. Малый Узень, 180. Новоузенскъ.

II класса: 62. Бугульма, 63. Ключевскій хуторъ, 64. Бугурусланъ, 65. Камышинскій хуторъ, 66. Грачевскій хуторъ, 67. Кочетково, 68. Валуйка (станція экспедиціи по орошенію).

III класса: 107. Екатериновка, 108. Березовскій хуторъ, 109. Тимашево, 110. Пономаревка, 111. Урбахъ.
Волынская губ. I класса: 181. Здолбуново, 182. Житомиръ (гимназія), 183. Бѣлая Криница, 184. Староконстантиновъ.

II класса: 69. Каменный Бродъ.

III класса: 112. Пулемецъ, 113. Ковель (городское училище), 114. Ковель (станція жел. дороги), 115. Рудня Базарская, 116. Луцкъ, 117. Житинскій заводъ, 118. Житомиръ (еврейское училище), 119. Шепетовка, 120. Янушполь.

Подольская губ. I класса: 185. Жмеринка, 186. Ялтушковъ, 187. Немировъ, 188. Каменецъ-Подольскъ, 189. Плотн.

II класса: 70. Волковинцы.

III класса: 121. Монастырекъ, 122. Винница, 123. Хижинцы, 124. Крыжополь, 125. Песчанка, 126. Грузьки, 127. Бакша, 128. Мадзурово.

Кіевская губ. I класса: 190. Кіевъ, 191. Коростышевъ, 192. Мартыновка, 193. Ольховецъ, 194. Плисково-Андрушевскій заводъ, 195. Алексѣевская (Николаевка), 196. Златополь, 197. Умань.

II класса: 71. Кагарлыкъ, 72. Городище, 73. Шпола.

III класса: 129. Житнегоры, 130. Казатинъ, 131. Млики, 132. Баладино, 133. Христиновка.

Черниговская губ. I класса: 198. Новозыбковъ, 199. Ваганичи, 200. Шостенскій заводъ, 201. Глуховъ, 202. Конотопъ, 203. Нѣжинъ, 204. Щастновка.

II класса: 74. Новгородъ-Сѣверскъ, 75. Бобровица.

III класса: 134. Котляково, 135. Семеновка, 136. Халанскій хуторъ, 137. Лихачевъ, 138. Малый Самборъ, 139. Ровчакъ.

Полтавская губ. I класса: 205. Ромны, 206. Згуровка, 207. Лубны (гимназія), 208. Лубны (сельскохоз. школа), 209. Миргородъ, 210. Полтава (опытное поле), 211. Полтава (реальное училище), 212. Кременчугъ (реальное училище), 213. Кременчугъ (станція жел. дороги).

II класса: 76. Ясеновская экономія, 77. Редиковщина, 78. Золотоноша, 79. Карловка.

III класса: 140. Лохвица, 141. Оболонь.

Курская губ. I класса: 214. Поньіри, 215. Курскъ, 216. Коренево, 217. Богородицкое, 218. Кучеровъ хуторъ, 219. Казачье, 220. Новотаволжанка.

II класса: 80. Уютное, 81. Грязное, 82. Погожее, 83. Среднія Аночкя, 84. Рождественское-Гуево, 85. Велико-Михайловка.

III класса: 142. Чихмаревка (Горки), 143. Холодный хуторъ, 144. Николаевка.

Харьковская губ. I класса: 221. Сумы, 222. Угрюбды, 223. Тростянецъ (Смородино), 224. Рубежное, 225. Пархомовка, 226. Дергачи, 227. Должикъ, 228. Харьковъ (университетъ), 229. Харьковъ (технологическій институтъ), 230. Алек-

сѣвка, 231. Асѣвка, 232. Старобѣльскъ, 233. Изюмъ, 234. Деркульское лѣсничество (степная станція), 235. Славяпскъ.

II класса: 86. Николаевка, 87. Стрѣльцовскій заводъ, 88. Бѣловодскъ.

III класса: 145. Бѣлополье.

Воронежская губ. I класса: 236. Конь-Колодезь, 237. Рамонь, 238. Воронежъ (кадетскій корпусъ), 239. Воронежъ (помологическій разсадникъ), 240. Нижнедѣвицкъ, 241. Калиновскій хуторъ, 242. Бобровъ, 243. Каменная Степь, 244. Сагуны.

II класса: 89. Земляпскъ, 90. Павловскъ, 91. Богучаръ.

III класса: 146. Гнилуша, 147. Табунный хуторъ.

Саратовская губ. I класса: 245. Карабулакъ, 246. Вольскъ (реальное училище), 247. Вольскъ (Привольская), 248. Пады, 249. Балашовъ, 250. Николаевское, 251. Саратовъ (гимназія), 252. Рудня Камышинская, 253. Камышинъ (реальное училище), 254. Камышинъ (станція жел. дороги), 255. Царицынъ.

II класса: 92. Ртицево, 93. Широкий Буеракъ, 94. Большіе Копены, 95. Чемизовка.

III класса: 148. Пилютино, 149. Сосновая Маза, 150. Сердобскъ, 151. Кутыно, 152. Аткарскъ, 153. Саратовъ (станція жел. дороги), 154. Козловскій хуторъ.

Бессарабская губ. I класса: 256. Гриноуцы, 257. Кишиневъ (реальное училище), 258. Кишиневъ (училище винодѣлія), 259. Комратъ, 260. Аккерманъ, 261. Днѣстровскій Знакъ.

II класса: 96. Михалкоуцы (Бричань), 97. Сороки, 98. Скуляны, 99. Байрамча.

III класса: 155. Шилоуцы, 156. Грозинцы-Бочкоуцы, 157. Переваль, 158. Кишиневъ (станція желѣзной дороги), 159. Бендеры, 160. Коркмазы, 161. Трояновъ Валь, 162. Ново-Карагачъ.

Херсонская губ. I класса: 262. Онуфріевка, 263. Елисаветградъ, 264. Долинская, 265. Александровская экономія, 266. Курисово-Покровское, 267. Николаевъ, 268. Казацкое, 269. Херсонъ (землед. училище), 270. Очаковъ, 271. Одесса (университетъ), 272. Одесса (обсерваторія).

II класса: 100. Ратьковка, 101. Мигея, 102. Гданцевка (Кривой Рогъ), 103. Сагайдакъ, 104. Анапьевъ, 105. Одесса (опытное поле), 106. Одесскій маякъ.

III класса: 163. Ново-Архангельскъ, 164. Захаровка, 165. Ново-Украинка, 166. Бирзула, 167. Новый Бугъ, 168. Раздѣльная, 169. Херсонъ (опытное поле), 170. Аджигіольскій маякъ.

Екатеринославская губ. I класса: 273. Лозовая, 274. Каменка, 275. Луганскъ, 276. Екатеринославъ, 277. Мариуполь.

II класса: 107. Александровка-Покровское, 108. Мариупольское лѣсничество (степная станція), 109. Игнатьевка.

III класса: 171. Синельниково, 172. Старый Керменчикъ, 173. Стыла, 174. Малый Янисоль, 175. Стародубовка, 176. Мангушъ.

Донская обл. I класса: 278. Усть-Медвѣдицкая, 279. Шептуховка, 280. Благодатная экономія, 281. Перебойный островъ, 282. Ростовъ на Дону, 283. Таганрогъ (маякъ), 284. Таганрогъ (опытное поле), 285. Маргаритовка.

II класса: 110. Урюпинская, 111. Пошковъ хуторъ, 112. Арчеда, 113. Константиновская, 114. Персіяновка.

III класса: 177. Донская, 178. Песчаные Острова.

Астраханская губ. I класса: 286. Ахтуба, 287. Астрахань, 288. Оранжерейный промыселъ, 289. Четырехбугорный маякъ.

II класса: 115. Тингута, 116. Бирючья Коса.

III класса: 179. Ремонтное.

Таврическая губ. I класса: 290. Мелитополь, 291. Лукьяновская сельскохоз. школа, 292. Бердянскій маякъ, 293. Генчешскій маякъ, 294. Бирючий маякъ, 295. Тарханкутскій маякъ, 296. Керчь (гимназія), 297. Саки, 298. Кызь-Аульскій маякъ, 299. Феодосія (портъ), 300. Курмань-Кемельчи, 301. Тотанкой, 302. Судакъ, 303. Меганомскій маякъ, 304. Севастополь, 305. Магарачь, 306. Ливадія, 307. Ялта, 308. Ай-Петри, 309. Айтодорскій маякъ, 310. Форось.

II класса: 117. Большой Токмакъ, 118. Обиточенская сельскохоз. школа, 119. Новая Збурьевка, 120. Гендровскій маякъ, 121. Феодосія (земская больница), 122. Симферополь (школа садоводства), 123. Алушта, 124. Херсонесскій маякъ, 125. Коккозъ, 126. Байдары.

III класса: 180. Веселос. 181. Бердянскъ (городъ), 182. Джекенлынская дача, 183. Скадовскъ, 184. Катерлессъ, 185. Еншалекскій маякъ, 186. Керчь (городская станція), 187. Джарджава, 188. Тузлискій маякъ, 188. Евпаторійскій маякъ, 190. Верхняя Аутка.

Уральская обл. I класса: 311. Уральское лѣсничество, 312. Уральская сельскохоз. школа, 313. Уральскъ (реальное училище), 314. Уральскъ (станція желѣзной дороги), 315. Темиръ, 316. Уильское, 317. Гурьевъ.

II класса: 127. Джамбейты.

Амурская обл. I класса: 318. Джалинда (Рейново), 319. Благовѣщенскъ, 320. Екатерино-Никольскъ.

Приморская обл. I класса: 321. Марково, 322. Ново-Маринскій постъ, 323. Гижинскъ, 324. Охотскъ, 325. Никольское (островъ Берингъ), 326. Николаевскъ на Амурѣ, 327. Клостеръ-Кампскій маякъ, 328. Александровскій Постъ, 329. Рыковское, 330. Хабаровскъ, 331. Вяземская, 332. Галкино-Врасское, 333. Корсаковскій Постъ, 334. Крильонскій маякъ, 335. Никольскъ Уссурийскій, 336. Владивостокъ (портъ), 337. Владивостокъ (станція жел. дороги), 338. Скрыплевскій маякъ.

II класса: 128. Петропавловскій маякъ, 129. Опоръ, 130. Няси, 131. Серароки, 132. Воскресенское, 133. Павлиновка.

III класса: 191. Поворотный маякъ.

Закаспійская обл. I класса: 339. Тюбъ-Караганскій маякъ, 340. Красноводскъ, 341. Кизиль-Арватъ, 342. Казанджикъ, 343. Аму-Дарья, 344. Асхабадъ, 345. Гауданъ, 346. Байрамъ-Али, 347. Кушкинскій Постъ.

II класса: 134. Фортъ Александровскій, 135. Чикишляръ, 136. Мервъ, 137. Гинду-Куштъ.

III класса: 192. Бахарденъ.

Семиръченская обл. I класса: 348. Копаль, 349. Борохудзиръ, 350. Джаркентъ, 351. Вѣрный, 352. Пишпекъ, 353. Пржевальскъ.

II класса: 138. Арасанъ, 139. Нарынское.

III класса: 193. Барлыкскій источникъ, 194. Ленчинскъ, 195. Каратальская долина, 196. Софійская.

Сыръ-Дарьинская обл. I класса: 354. Казалинскъ, 355. Перовскъ, 356. Туркестанъ, 357. Аулие-Ата, 358. Петро-Александровскъ, 359. Ташкентъ.

Самаркандская обл. I класса: 360. Ходжентъ, 361. Джизакъ, 362. Самаркандъ.

Ферганская обл. I класса: 363. Наманганъ, 364. Ошъ, 365. Маргеланъ, 366. Иркештамъ, 367. Памирскій постъ, 368. Хорогъ.

II класса: 140. Андижанъ.

Кубанская обл. I класса: 369. Тихорѣцкая.

Терская обл. II класса: 141. Чеченскій маякъ.

Дагестанская обл. I класса: 370. Петровскій маякъ.

II класса: 142. Дербентскій маякъ.

Черноморская губ. I класса: 371. Мархотскій переваль, 372. Новороссійскъ.

II класса: 143. Пенайское урочище, 144. Дообскій маякъ, 145. Кодошскій маякъ.

Кутаисская губ. I класса: 373. Поты, 374. Батумъ (портъ).

II класса: 146. Сухумскій маякъ.

Бакинская губ. I класса: 375. Баку (портъ), 376. Ленкоранъ, 377. Ленкоранскій маякъ.

II класса: 147. Сальяны.

Квантунская обл. I класса: 378. Талиенванъ, 379. Портъ Артуръ (лазаретъ), 380. Портъ Артуръ (ст. Морского Вѣд.).

III класса: 197. Лао-ти-шанъ.

Турція. I класса: 381. Синопъ, 382. Буюкъ-Дере, 383. Казанлыкъ, 384. Салоники (Солунь).

Бухара. I класса: 385. Керки, 386. Термезъ.

Китай. I класса: 387. Джалантунъ, 388. Харбинъ, 389. Хантахеза, 390. Пекинъ.

Абиссинія. II класса: 148. Адисъ-Абэба.

Приложение II.

Списокъ станцій 2 разряда, выславшихъ свои наблюденія въ 1900 г. въ Тифлисскую Обсерваторію.

I класса.

II и III класса.

Кубанская область.

1. Горячій Ключь.
2. Екатеринодарь, городское училище.
3. Екатеринодарь, реальное училище.
4. Ладожская.
5. Хуторокъ.

1. Анапа.
2. Брюховецкая.
3. Вознесенская.
4. Гиагинская.
5. Ейскъ.
6. Казанская.
7. Майкопъ.
8. Ново-Лабинская.
9. Староминская.
10. Тамань.
11. Темрюкъ.

Ставропольская губернія.

6. Ставрополь.

12. Безопасное.
13. Воронцово-Александровское.
14. Казинское.
15. Медвѣжье.
16. Песчалокопское.

I класса.

II и III класса.

Терская область.

- 7. Владикавказъ.
- 8. Ессентуки.
- 9. Желѣзноводскъ.
- 10. Кисловодскъ.
- 11. Пятигорскъ.

- 17. Алагиръ.
- 18. Воздвиженская.

Дагестанская область.

- 12. Темиръ-Ханъ-Шура.

- 19. Хунзахъ.

Черноморская губернія.

- 13. Сочи, опытная станція.

- 20. Абрау-Дюрсо.
- 21. Дагомысь.

Кутаисская губернія.

- 14. Кутаисъ, училище Св. Нины.
- 15. Кутаисъ, сельскохоз. школа.
- 16. Сакарскій Питомникъ.
- 17. Тквибули.
- 18. Хони.
- 19. Цина.
- 20. Чіатуры.

- 22. Артвинъ.
- 23. Батумъ (Зеленый мысь)
- 24. Бахви.
- 25. Лайлаши.
- 26. Озургеты.
- 27. Сухумъ, горская школа.
- 28. Чаква.

Тифлисская губернія.

- 21. Абасъ-Туманъ.
- 22. Ахалкалаки.
- 23. Боржомъ.
- 24. Гори.
- 25. Гудауръ.
- 26. Караязы.

- 29. Бѣлый Ключъ.
- 30. Закаталы.
- 31. Икальто.
- 32. Машнаары.
- 33. Тифлисъ, ботаническій садъ.
- 34. Тифлисъ (Навтлугъ).

I класса.

- 27. Коби.
- 28. Кондоли.
- 29. Крестовая.
- 30. Млеты.
- 31. Тифлисъ, Обсерваторія.
- 32. Тифлисъ (Сололаки).

II и III класса.

- 35. Тифлисъ, реальное училище.
- 36. Тифлисъ, школа садоводства.
- 37. Циннодали.

Елисаветпольская губернія.

- 33. Елисаветполь.
- 34. Шуша.
- 38. Бегманлы.

Бакинская губернія.

- 35. Алять.
- 36. Баку, реальное училище.
- 39. Куба.
- 40. Кюрдамиръ.

Карская область.

- 37. Карсъ.
- 38. Ольты.
- 41. Сарыкамьшъ.

Эриванская губернія.

- 39. Александрополь.
- 40. Еленовка.
- 41. Ново-Баязетъ.
- 42. Эривань.
- 42. Кульпы.

Персія.

- 43. Эпзели.
- 43. Тавризь.
- 44. Хой.

Приложеніе III.

Списокъ станцій 2 разряда, выславшихъ свои наблюденія въ 1900 г. въ Екатеринбургскую Обсерваторію.

I класса.

II класса.

III класса.

Пермская губернія.

1. Бисеръ.
2. Благодатка.
3. Богословскъ.
4. Верхотурье.
5. Висимо-Шайтанскъ.
6. Екатеринбургъ.
7. Ирбитъ.
8. Кизель, станція жел. дороги.
9. Красноуфимскъ.
10. Нижне-Тагильскъ.
11. Пижовка.
12. Пермь.
13. Ревда.
14. Соликамскъ.
15. Талица.
16. Чердынь.
17. Чусовская.
18. Шадринскъ.

1. Кизеловскій заводъ.
2. Оханская ферма.

1. Бѣлоярское.
2. Верхне-Туринскій заводъ.
3. Верхне-Чусовскіе городки.
4. Верхъ-Юсьва.
5. Юрло.

I класса.

19. Березовъ.
20. Курганъ.
21. Обдорскъ.
22. Самарово.
23. Старо-Сидорово.
24. Сургутъ.
25. Тобольскъ.
26. Тюмень.

II класса.

Тобольская губернія.

3. Заводоуковское.
4. Падунъ.
5. Юргинское.

III класса.

6. Илецко-Иковская казенная дача.
7. Плехановское.
8. Юшково.

Томская губернія.

27. Барнаулъ.
28. Бельгагачское зимовье.
29. Боровыя Озера.
30. Зырянскій рудникъ.
31. Каинскъ, училище.
32. Каинскъ, станція жел. дороги.
33. Мариинскъ.
34. Нарымъ.
35. Неожиданный пріискъ.
36. Правая Обь.
37. Тайга.
38. Татарская.
39. Томскъ.
40. Чулымъ.

6. Выше-Субрасскій пріискъ.
7. Иткульскій заводъ.
8. Каргатскій форпостъ.
9. Колывань.
10. Кольчугинская.
11. Кузнецкъ.
12. Спасская Резиденція.
13. Томская ферма.
14. Тюменцевское.

9. Бійскъ.
10. Бурлинскія Озера.
11. Локтевское.
12. Маслянино.
13. Новый станъ.
14. Онгудай.
15. Тоуракское.

Семипалатинская область.

41. Каркаралинскъ.
42. Павлодаръ.
43. Семипалатинскъ.
44. Усть-Каменогорская сельскохоз. школа.

15. Алтайская.
16. Ямьшевскій поселокъ.

16. Кокпекты.
17. Узунъ-Булакъ.

I класса.

- 45. Акмолинскъ.
- 46. Кокчетавъ.
- 47. Омскъ.
- 48. Петропавловскъ, стан-
ція жел. дороги.

II класса.

Акмолинская область.

- 17. Кочубаево.

Тургайская область.

- 18. Тургай.
- 19. Уркачъ.

Енисейская губернія.

- 49. Ачинскъ.

Оренбургская губернія.

- 50. Челябинскъ.
-

III класса.

- 18. Прѣсногорьковская
станция.

Приложение IV.

Списокъ станцій 2 разряда, выславшихъ свои наблюденія въ 1900 г. въ Иркутскую
Обсерваторію.

I класса.

II и III класса.

Енисейская губернія.

1. Енисейскъ.
2. Канскъ.
3. Красноярскъ.
4. Минусинскъ.

1. Ермаковское.
2. Казачинское.
3. Кежемское.
4. Назимово.
5. Ново-Маріинскій пріискъ.
6. Толстый Носъ.
7. Туруханскъ.
8. Усть-Тунгузское.

Иркутская губернія.

5. Голоустное.
6. Душкачанъ.
7. Залари.
8. Иркутскъ.
9. Киренскъ.
10. Култукъ.
11. Лиственичное.
12. Николаевскій заводъ.
13. Ольхонъ.
14. Песчаная Бухта.
15. Тулунъ.
16. Усолье.
17. Усть-Кутъ.

9. Монды.
10. Омолоевское.

I класса.

II и III класса.

Забайкальская область.

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| 18. Баргузинъ. | 11. Акша. |
| 19. Верхняя Мишиха | 12. Акатуй. |
| 20. Кабанскъ. | 13. Верхнеудинскъ. |
| 21. Мысовая. | 14. Горячинское. |
| 22. Нерчинскій заводъ. | 15. Могзонъ. |
| 23. Петровскій заводъ. | 16. Нерчинскъ. |
| 24. Стрѣтенскъ. | 17. Туркинскій маякъ. |
| 25. Троицкосавскъ. | |
| 26. Чита. | |

Якутская область.

- | | |
|-------------------------------|----------------------|
| 27. Благовѣщенскій приискъ. | 18. Вилюйскъ. |
| 28. Верхоянскъ. | 19. Родчево. |
| 29. Мархинское. | 20. Русское Устье. |
| 30. Олекминскъ. | 21. Средне-Колымскъ. |
| 31. Тихоно-Задонскій приискъ. | 22. Сунтаръ. |
| 32. Фризеровскій приискъ. | 23. Усть-Майское. |
| 33. Якутскъ. | |
-

Приложение V.

Г. Управляющій Межевою Частью прислалъ обязательно, при письмѣ отъ 13 октября 1900 г. за № 4658, слѣдующій отчетъ по метеорологической обсерваторіи Константиновскаго Межевого Института въ Москвѣ за 1899—1900 учебный годъ, для напечатанія его въ видѣ приложенія къ отчету Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Отчетъ по Метеорологической Обсерваторіи Константиновскаго Межевого Института за 1899—1900 учебный годъ.

Въ отчетномъ году научныя занятія метеорологической обсерваторіи Константиновскаго Межевого Института велись обычнымъ порядкомъ, никакихъ болѣе или менѣе значительныхъ отступленій отъ программы, утвержденной Конференціей Института, сдѣлано не было, и заключались они въ слѣдующихъ наблюденіяхъ:

а) Надъ атмосфернымъ давленіемъ, по двумъ барометрамъ: Вильда-Фусса № 116 и Вильда-Туреттини № 10. Въ отчетѣ за 1898—1899 годъ, между прочимъ, упоминалось, что въ іюнѣ 1899 года, вслѣдствіе ремонта обсерваторіи, барометры пришлось перенести въ другое помѣщеніе Института; обратная переноска барометровъ въ прежнюю комнату и установка ихъ на прежней-же высотѣ (165,2 метра надъ ур. моря) была сдѣлана 30 сентября 1899 года (нов. ст.), послѣ наблюденій въ 9 часовъ вечера. Показанія этихъ барометровъ исправлялись прежними поправками.

Весною текущаго года изъ С.-Петербурга, отъ механика Ф. Мюллера, былъ доставленъ новый барометръ системы Фусса за № 566, съ точностью отсчитыванія до 0,05 мм. Хотя при перевозкѣ этого барометра были приняты всѣ необходимыя предосторожности, тѣмъ не менѣе, поправка его, опредѣленная Николаевскою Главною Физическою Обсерваторіею, кажется, нѣсколько измѣнилась, потому что показанія его оказываются приблизительно на 0,1 мм. ниже показаній барометровъ обсерваторіи Института. Впрочемъ, о срав-

ненія барометра № 566 съ барометрами № 116 и № 10, которое въ настоящее время еще не закончено, мы скажемъ болѣе подробно въ будущемъ отчетѣ.

б) Надъ направлениемъ и скоростью вѣтра. Для этихъ наблюдений служили флюгеръ съ однимъ указателемъ силы вѣтра, электрической флюгеръ съ приборомъ съ падающими клапанами и анемометръ Фрейберга. Наблюдения надъ скоростью вѣтра, прерванныя лѣтомъ 1899 года по случаю ремонта обсерваторіи, вновь начаты съ 9 часовъ вечера 6 ноября 1899 года (нов. ст.).

в) Надъ температурою и влажностью воздуха, по сухому термометру № 535, смоченному термометру № 208, максимальному термометру № 11, минимальному термометру № 762, волосному гигрометру № 15520 (291) и по психрометру Асмана. Термометры исправлялись прежними поправками, и самыя наблюдения велись въ прежней метеорологической будкѣ. Однако, къ концу отчетнаго года начаты подготовительныя работы по устройству новой будки и по установкѣ ея на другомъ мѣстѣ сада Института.

г) Надъ атмосферными осадками, по тремъ дождемерамъ, изъ которыхъ одинъ установленъ на вышкѣ, на высотѣ 25,0 метра надъ поверхностью земли, а два другихъ—въблизи метеорологической будки на высотѣ 2,0 метра. Весною текущаго года было замѣчено, что одинъ изъ нижнихъ дождемеровъ, снабженный воронкообразной защитой, упорно даетъ показанія меньшія, чѣмъ рядомъ стоящій съ нимъ дождемеръ безъ защиты. При осмотрѣ этихъ дождемеровъ оказалось, что верхнія днища ихъ довольно сильно продырявились, вслѣдствіе чего увеличилось, разумѣется, испареніе собираемой дождемерами воды. Въ виду этого, вмѣсто испорченныхъ дождемеровъ, былъ взятъ одинъ изъ дождемеровъ съ вышки, а затѣмъ пріобрѣтенныя два новыхъ дождемера со складною защитою Нифера, которые, однако, пока еще не установлены.

д) Надъ формою и степенью облачности и надъ направлениемъ движенія облаковъ.

е) Надъ температурою на поверхности почвы, по обыкновенному термометру № 4400 (13148), максимальному термометру № 4211 (12813) и минимальному термометру № 1919 (4292).

Надъ температурою на глубинѣ 0,0, 0,1, 0,2, 0,4, 0,8, 1,6 и 3,2 метра, соответственно по термометрамъ: № 4211, № 9438 (3374), № 9602 (3489), № 13148 (4400), № 280, № 280 и № 282.

ж) Надъ испарениемъ воды, по вѣсовому эвапорометру Вильда и по эвапорометру Пиша.

з) Надъ продолжительностью солнечнаго сіянія, по гелиографу Кемпбеля-Стокса. Эти наблюдения, прерванныя лѣтомъ 1899 года по случаю ремонта вышки, вновь начаты съ октября 1899 г.

и) Надъ водяными и оптическими метеорами и надъ состояниемъ и глубиною снѣжнаго покрова.

Для опредѣленія времени служить хронометръ Dent'a, поправка коего опредѣлялась астрономомъ Института.

Помимо этихъ наблюдений, въ обсерваторіи производились еще слѣдующія: надъ атмо-

сфернымъ давленіемъ, температурою и влажностью воздуха, по самонивнушимъ приборамъ системы бр. Рншаръ, и надъ плотностью снѣжнаго покрова и свѣже-вынавшего снѣга.

Все наблюденія обсерваторіи, какъ станціи 2-го разряда 1-го класса, обрабатывались, и коніи съ метеорологическихъ таблицъ и журналы наблюденій отсылались въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію для напечатанія въ ея изданіяхъ и для храненія въ ея архивѣ; оригинальныя-же или черновыя таблицы сохраняются въ обсерваторіи Института.

О состояніи погоды въ Москвѣ обсерваторія Института ежедневно увѣдомляла телеграммами Николаевскую Главную Физическую и Парижскую Обсерваторіи; при этомъ въ первую посылались двѣ телеграммы каждый день, утромъ и днемъ, а во вторую — только одна утренняя телеграмма.

Какъ и прежде, въ «Извѣстіяхъ Московской Городской Думы» помѣщался ежемѣсячный бюллетень обсерваторіи, а въ газетахъ «Русскія Вѣдомости», «Курьеръ» и «Новости Дня» — ежедневный бюллетень съ телеграммою Николаевской Обсерваторіи о состояніи погоды и объ ожидаемой погодѣ въ Россіи.

Кромѣ нѣкоторыхъ частныхъ лицъ, обращавшихся къ обсерваторіи съ просьбой вывѣрить тѣ или иные метеорологическіе инструменты, въ обсерваторіи Института въ отчетномъ году были вывѣрены для метеорологической сѣти, состоящей при Императорскомъ Московскомъ Обществѣ Сельскаго Хозяйства, 44 обыкновенныхъ термометра, 44 максимальныхъ термометра, 32 минимальныхъ термометра и 3 анероида.

Слѣдующія учрежденія и лица обращались и получили отъ обсерваторіи Межевого Института различныя справки:

Присяжный повѣренный С. А. Левицкій — о состояніи атмосферы, о времени восхода солнца и начала разсвѣта въ Москвѣ за 8 апрѣля 1898 года.

Лѣсная контора при Гусевскихъ фабрикахъ — о величинѣ магнитнаго склоненія въ Москвѣ.

М. И. Баскинъ — о преобладающихъ вѣтрахъ въ Москвѣ.

Ф. Ф. Лудшувейтъ — о температурѣ воздуха въ Москвѣ съ 15 декабря 1897 года по 8 января 1898 года.

Инженеръ В. К. Шпейеръ — о количествѣ осадковъ въ Н.-Новгородѣ и Симбирскѣ.

Вторая Московская Инженерная дистанція — о средней суточной температурѣ съ 1 октября 1899 года по 27 марта 1900 года.

Инженеръ-технологъ Оловянишниковъ — о средней годовой температурѣ въ Москвѣ.

Г. Подгурскій — о температурѣ воздуха съ 20 декабря 1899 года по 5 января 1900 года.

Онъ же — о температурѣ воздуха съ 13 по 20 декабря 1899 года.

Судебный слѣдователь г. Москвы — о средней температурѣ и о состояніи погоды въ Москвѣ за 24, 25 и 26 декабря 1899 года.

Старшій врачъ Сумскаго полка — о среднемъ состояніи метеорологическихъ элементовъ въ Москвѣ за 1899 годъ.

Н. Лазовъ—о средней температурѣ воздуха въ Москвѣ за октябрь, ноябрь и декабрь 1899 года.

Товарищество шелковой мануфактуры—о температурѣ воздуха за 1898, 1899 гг. и за январь 1900 года.

А. Капустинъ — о метеорологическихъ элементахъ съ октября 1899 года по апрѣль 1900 года.

Младшій ординаторъ Московскаго Военнаго Госпиталя Любомудровъ — метеорологическія свѣдѣнія за 1897, 1898 и 1899 гг.

Въ личномъ составѣ обсерваторіи въ отчетномъ году никакихъ перемѣнъ не произошло; равнымъ образомъ никто изъ состоящихъ при обсерваторіи отпускомъ не пользовался, но въ январѣ текущаго года завѣдывающій обсерваторіей и старшій воспитатель, Дѣйствительный Статскій Совѣтникъ Д. П. Рашковъ, были командированы Институтомъ въ С.-Петербургъ для участія въ первомъ метеорологическомъ съѣздѣ.



ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.
MÉMOIRES
DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.
VIII^e SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНЮ.

Томъ XII. № 2.

CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Volume XII. № 2.

ОПРЕДѢЛЕНІЕ
АБСОЛЮТНЫХЪ ВЫСОТЪ БАРОМЕТРОВЪ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХЪ СТАНЦІЙ ВЪ АЗИАТСКОЙ РОССИИ.

А. Каминскаго.

СЪ ОДНОЙ КАРТОЮ.

(Доложено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 16 мая 1901 г.)

С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1901. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской
Академіи Наукъ:

И. И. Глазунова, М. Эггерса и Комп. и К. Л. Риккера
въ С.-Петербургѣ,
Н. П. Карбасникова въ С.-Петерб., Москвѣ, Варшавѣ
и Вильнѣ,
Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Ключкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
П. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie IMPÉRIALE des
Sciences:

J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Péters-
bourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et
Vilna,
N. Oglobline à St. Pétersbourg et Kief,
M. Klinkine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kummel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цѣна: 2 р. — Prix: 5 Mk.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
С.-Петербургъ, Октябрь 1901 года.

Непремѣнный секретарь, Академикъ *Н. Дубровинъ*.

ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

Вас. Остр., 9 лив., № 12.

Оглавленіе.

	Страницы.
Введеніе	1
А. Главнѣйшія геометрическія нивеллировки въ Азіатской Россіи	5
I. Нивеллировки Сибирской желѣзной дороги и Сибирская нивеллировка Императорскаго Русскаго Географическаго Общества	7
а) Данныя для сужденія о точности нивеллировки Сибирской желѣзной дороги и поправки къ ней	7
б) Опредѣленіе высоты Челябинска и Петропавловска.	17
II. Опредѣленіе абсолютной высоты озера Байкала (Нивеллировки Забайкальской, Китайской Восточной и Уссурійской желѣзныхъ дорогъ)	21
III. Нивеллировки Военно-Топографическаго Отдѣла Омскаго (нынѣ Сибирскаго) военнаго округа	29
IV. Нивеллировки Пермской желѣзной дороги	32
V. Нивеллировки Рязанско-Уральской желѣзной дороги	33
VI. О высотѣ Каспійскаго моря	34
VII. Опредѣленіе высоты Аральскаго моря	37
VIII. Нивеллировки Военно-Топографическаго Отдѣла Туркестанскаго военнаго округа и Средне-Азіатской желѣзной дороги	38
IX. Паденіе рѣкъ Туры и Иртыша отъ Тюмени до Самарова и Оби отъ Самарова до устья	40
Б. Абсолютныя высоты опорныхъ станцій барометрической сѣти въ Азіатской Россіи	42
I. Высоты барометровъ на станціяхъ, расположенныхъ вблизи моря	42
II. Высоты барометровъ, опредѣленныя по связи съ реперами Сибирской нивеллировки Императорскаго Русскаго Географическаго Общества.	45
III. Высоты барометровъ, опредѣленныя по связи съ реперами нивеллировокъ Военно-Топографическаго Отдѣла Омскаго (нынѣ Сибирскаго) военнаго округа	48
IV. Высоты барометровъ, опредѣленныя по связи съ Сибирскою желѣзною дорогою и съ западнымъ участкомъ Забайкальской желѣзной дороги	50
V. Высоты барометровъ, опредѣленныя по связи съ озеромъ Байкаломъ	53
VI. Высоты барометровъ, опредѣленныя по связи съ восточной линіей Забайкальской жел. дороги	54
VII. Высоты станцій, опредѣленныя нивеллировками Китайской Восточной желѣзной дороги.	55
VIII. Высоты барометровъ, опредѣленныя по связи съ Уссурійскою желѣзною дорогою	56
IX. Высоты барометровъ, опредѣленныя по связи съ Пермскою желѣзною дорогою.	56
X. Высоты барометровъ, опредѣленныя по связи съ нивеллировками Рязанско-Уральской желѣзной дороги	59
XI. Высоты барометровъ, опредѣленныя по связи съ Каспійскимъ моремъ.	60
XII. Высоты барометровъ, опредѣленныя по связи съ нивеллировками Военно-Топографическаго Отдѣла Туркестанскаго военнаго округа	61
XIII. Высоты барометровъ, опредѣленныя по связи съ Средне-Азіатскою желѣзною дорогою	62

	Страницы.
XIV. Высоты барометровъ, опредѣленныя по связи съ Аральскимъ моремъ	63
XV. Приближенныя высоты барометровъ, опредѣленныя по связи съ рѣками Западной Сибири. . .	64
Алфавитный списокъ станцій, высоты которыхъ приведены въ этой главѣ . .	66
В. Сличеніе высотъ барометровъ, принятыхъ въ Климатологическомъ атласѣ Николаевской Главной Физической	
Обсерваторіи, съ исправленными абсолютными высотами	67
Прибавленіе	73
I. Абсолютныя высоты желѣзнодорожныхъ станцій и уровней рѣкъ подъ желѣзнодорожными	
мостами въ Азіатской Россіи и смежныхъ съ нею мѣстностяхъ.	73
II. Алфавитный списокъ желѣзнодорожныхъ станцій въ Азіатской Россіи и смежныхъ съ нею	
мѣстностяхъ съ указаніемъ абсолютныхъ высотъ полотна или рельсовъ (для Средне-Азіатской)	
желѣзныхъ дорогъ у пассажирскихъ зданій этихъ станцій.	80

Введеніе.

До окончанія изысканій для сооруженія Сибирской желѣзной дороги нивелировка Императорскаго Русскаго Географическаго Общества служила единственнымъ основаніемъ, на которое опирались опредѣленія абсолютныхъ высотъ барометровъ на удаленныхъ отъ океановъ метеорологическихъ станціяхъ въ Сибири; правда, относительно одного участка этой нивелировки (Кимельтей—Иркутскъ) имѣлось лишь голословное заявленіе, что двукратное нивелированіе дало согласные результаты, послѣ того какъ оригиналы этого участка сгорѣли во время пожара въ Иркутскѣ до провѣрки вычисленій¹⁾, однако не было никакихъ указаній на ошибочность полученныхъ результатовъ. Э. В. Штеллингъ впервые были построены для Сибири среднія изобары года и мѣсяцевъ, опирающіяся на данныя нивелировки Географическаго Общества²⁾. Представленные на картахъ г. Штеллинга градіенты барометрическаго давленія для тѣхъ районовъ, гдѣ барометры метеорологическихъ станцій были связаны съ реперами упомянутой нивелировки, не возбуждали сомнѣній.

Когда А. А. Тилло чертилъ изобары для Европейской Россіи и Азіатскаго материка, ему уже были извѣстны данныя нивелировки Сибирской желѣзной дороги, и въ своемъ трудѣ о распредѣленіи давленія воздуха на пространствѣ Россіи онъ говоритъ слѣдующее³⁾:

«Въ 1888 г. произведено, по распоряженію министра путей сообщенія, желѣзнодорожное изысканіе съ точною нивелировкою между Томскомъ и Иркутскомъ. На первыхъ пяти участкахъ, а именно отъ Томска до села Кимельтейскаго, разногласіе

1) В. Фусъ. Результаты Сибирской нивелировки, произведенной въ 1875—1876 гг. отъ станицы Звѣриноголовской до оз. Байкала. Записки И. Р. Геогр. Общ. по общей географіи. Т. XV.

2) E. Stelling. Ueber die Seehöhen der meteorologischen Stationen in Sibirien auf Grundlage neuer

Зап. Физ.-Мат. Отд.

Isobaren. Repertorium für Meteorologie. T. VI, № 11. 1879.

3) А. Тилло. Распредѣленіе атмосфернаго давленія на пространствѣ Россійской Имперіи и Азіатскаго материка на основаніи наблюденій съ 1836—1885 годъ. Записки И. Р. Геогр. Общ. Томъ XXI. 1890.

между нивелировками Географическаго Общества и желѣзнодорожнаго изысканія нечувствительно. Но между с. Кимельтейскимъ и г. Иркутскомъ расхожденіе все увеличивается и доходитъ въ Иркутскѣ до 21 м. Столь крупное разногласіе приписывается г. инженеромъ Межениновымъ, начальникомъ желѣзнодорожнаго изысканія, главнымъ образомъ накопленію ошибокъ или промахамъ въ прежней нивелировкѣ. Инженеры пользовались, при изысканіи, постоянно профилею и таблицами В. Е. Фусъ, и могли слѣдить шагъ за шагомъ за вѣрностью результатовъ.»

Тѣмъ не менѣе при построеніи среднихъ изобаръ года А. А. Тилло пользовался высотами барометровъ въ Сибири, основанными на нивелировкѣ Географическаго Общества, и лишь, чертя среднія изобары мѣсяцевъ, взялъ высоту Иркутска, уменьшенную на основаніи желѣзнодорожной нивелировки, что, впрочемъ, при проведеніи изобаръ черезъ 5 мм., едва ли замѣтно измѣнило картину распределенія давленія.

При вычерчиваніи среднихъ изобаръ, помѣщенныхъ въ Климатологическомъ атласѣ Россійской Имперіи, изданномъ Николаевскою Главною Физическою Обсерваторіею подъ редакціей академика М. А. Рыкачева¹⁾ (С.-Петербургъ, 1900 г.), были взяты для Сибирскихъ станцій, удаленныхъ отъ океановъ, высоты, опирающіяся на желѣзнодорожныя нивелировки, исправленныя вычисленными мною поправками. Указавъ на особенно крупное расхожденіе между нивелировками Сибирской желѣзной дороги и Географическаго Общества на участкѣ Кимельтей—Залари, протяженіемъ всего въ 80 верстъ, я отрицалъ возможность того, чтобы столь значительная погрѣшность въ желѣзнодорожной нивелировкѣ могла остаться необнаруженной при выполненіи проекта дороги или же обычными провѣрочными нивелировками строителей, если-бы она была дѣйствительно допущена при первоначальномъ нивелированіи.²⁾ Съ другой-же стороны имѣлись вполне достаточныя основанія предполагать возможность ошибокъ если не въ нивелировкѣ, произведенной по порученію Географическаго Общества на томъ-же участкѣ, то по крайней мѣрѣ въ непровѣренныхъ нивелировкахъ вычисленія ея. Такимъ образомъ было болѣе чѣмъ вѣроятно, что въ результатахъ нивелировки Географическаго Общества для участка между Кимельтеемъ и Иркутскомъ и въ особенности между Кимельтеемъ и Залари заключаются крупныя погрѣшности, изъ чего однако еще нельзя было сдѣлать вывода о полной безошибочности желѣзнодорожной нивелировки. Въ виду этого представлялось крайне желательнымъ, чтобы въ ближайшее время была произведена провѣрочная точная нивелировка по крайней мѣрѣ на участкѣ Кимельтей—Залари и были въ возможно большемъ числѣ пунктовъ связаны репера нивелировки Географическаго Общества съ полотномъ желѣзной дороги. Связочныя нивелировки въ нѣсколькихъ пунктахъ, правда, уже были произведены по порученію Главной Физической

1) Изобары, помѣщенные въ Климатологическомъ атласѣ, чертились мною по барометрическимъ даннымъ, критически разработаннымъ Р. Р. Бергманомъ (для Европейской Россіи и Кавказа) и мною-же (для Азіатской Россіи).

2) Объяснительная записка къ Климатологическому атласу Россійской Имперіи, изданному Николаевскою Главною Физическою Обсерваторіею. 1900 г. Стр. 5 и 6.

Обсерваторіи Г. Ф. Абельсомъ, А. В. Вознесенскимъ и П. К. Мюллеромъ, по этихъ связяхъ было еще недостаточно, и потому Николаевская Обсерваторія обратилась къ г. начальнику Военно-Топографическаго Отдѣла Главнаго Штаба генераль-лейтенанту О. Э. фонъ Штубендорфу съ ходатайствомъ о включеніи намѣченныхъ выше провѣрочной и связочныхъ нивелировокъ въ программу топографическихъ и геодезическихъ работъ; предложенныхъ къ выполненію въ районѣ Сибирской желѣзной дороги лѣтомъ 1900 г. Отто Эдуардовичъ отнесся къ ходатайству Обсерваторіи съ полнымъ сочувствіемъ и, по соглашенію съ г. командующимъ Сибирскимъ военнымъ округомъ, поручилъ производство означенныхъ нивелировокъ весьма опытному нивелировщику, классному топографу г. Александру, вполне успѣшно, на сколько было возможно при неблагоприятныхъ условіяхъ лѣта 1900 г., выполнившаго возложенное на него порученіе. Отчетъ о произведенныхъ г. Александровымъ нивелировкахъ въ рукописи весьма обязательно доставленъ Военно-Топографическимъ Отдѣломъ Главнаго Штаба въ Обсерваторію для извлеченія изъ него нужныхъ послѣдней данныхъ. Съ разрѣшенія г. директора Николаевской Гл. Физ. Обсерваторіи, академика М. А. Рыкачева, я воспользовался результатами нивелировки г. Александра для исправленія вычисленныхъ мною ранѣе и приведенныхъ во II ч. Лѣтописей Обсерваторіи за 1899 г. абсолютныхъ высотъ барометровъ нѣкоторыхъ Сибирскихъ станцій и считаю долгомъ выразить здѣсь его превосходительству Отто Эдуардовичу фонъ Штубендорфу, оказавшему Обсерваторіи существенную услугу и давшему намъ возможность провѣрить построенныя нами изобары, глубокую благодарность.

Такъ какъ изобары для Азіатской Россіи въ Климатологическомъ атласѣ Россійской Имперіи довольно существенно отличаются отъ изобаръ въ прежнихъ изданіяхъ, то является вопросъ, подтверждаются ли онѣ нивелировкой г. Александра, а также и другими новѣйшими нивелировками, и поэтому я рѣшилъ теперь-же напечатать высоты станцій въ Сибири, исправленныя на основаніи этихъ нивелировокъ.

Въ настоящей статьѣ разсматриваются данныя, которыми мы располагаемъ для опредѣленія абсолютныхъ высотъ метеорологическихъ станцій въ Азіатской Россіи, приводятся окончательно исправленныя по этимъ даннымъ высоты барометровъ и указывается, на сколько онѣ отличаются отъ высотъ, принятыхъ при черченіи среднихъ изобаръ въ Климатологическомъ атласѣ Россійской Имперіи. Между тѣмъ однако какъ въ атласѣ были приняты во вниманіе лишь барометрическія данныя съ 1871 г. всего по 1895 г., здѣсь приводятся также высоты станцій, дѣйствовавшихъ въ теченіе 1896—1899 гг.

Въ прибавленіи дается каталогъ абсолютныхъ высотъ желѣзнодорожныхъ станцій въ Азіатской Россіи, въ которомъ уже приняты въ расчетъ указываемыя въ текстѣ поправки къ профилямъ отдѣльныхъ желѣзнодорожныхъ линій. Въ виду ожидаемаго пополненія и развитія вновь образованныхъ мѣстныхъ стѣтей метеорологическихъ станцій въ Западной и Восточной Сибири, каталогъ высотъ, можетъ быть, окажется не бесполезнымъ пособіемъ для опредѣленія высотъ вновь учреждаемыхъ станцій. Этотъ каталогъ можетъ служить дополненіемъ къ каталогу высотъ желѣзныхъ дорогъ Европейской Россіи А. А. Гилло, не

только сдѣлашаго всеобщимъ достояніемъ дотолѣ совершенно неизвѣстный весьма обширный гипсометрическій матеріалъ, накопленный желѣзнодорожными нивелировками¹⁾, но и давшаго руководящія высокоавторитетныя указанія для пользованія этимъ матеріаломъ.

Съ глубокой благодарностью я долженъ упомянуть, что управленіе желѣзныхъ дорогъ при Министерствѣ Путей Сообщенія, Техническій Отдѣлъ Комитета Сибирской желѣзной дороги, Правленіе Общества Китайской Восточной желѣзной дороги, а также управленія желѣзныхъ дорогъ Сибирской, Забайкальской, Пермской, Уссурійской, Средне-Азіатской и Рязанско-Уральской предоставили въ распоряженіе Николаевской Главной Физической Обсерваторіи продольные профили соответствующихъ дорогъ или, по крайней мѣрѣ, за неимѣніемъ свободныхъ экземпляровъ, дали мнѣ возможность снять съ профилей нужныя мнѣ данныя.

Много весьма цѣльныхъ матеріаловъ по гипсометріи Россіи еще не опубликовано и доступно лишь знающимъ о ихъ существованіи; поэтому весьма вѣроятно, что мнѣ не удалось воспользоваться всѣми тѣми надежными гипсометрическими данными, которыя могли-бы пригодиться для моей цѣли. Я буду весьма признателенъ всѣмъ, кому угодно будетъ указать мнѣ не использованные мною результаты точныхъ нивелировокъ, которые могутъ оказаться полезными для гипсометріи метеорологическихъ станцій въ Азіатской Россіи.

1) А. Тилло, генеральнаго штаба генералъ-маіоръ. Матеріалы по гипсометріи Европейской Россіи. Сводъ нивелировокъ желѣзныхъ дорогъ и каталогъ высотъ надъ уровнемъ моря желѣзнодорожныхъ станцій. С.-Петербургъ, 1884.

А. Тилло. Опытъ свода нивелировокъ Россійской Имперіи (матеріалы для гипсометріи Россіи). Атласъ продольныхъ профилей. Отдѣлъ I. Продольныя профили желѣзнодорожныхъ изысканій Министерства

Путей Сообщенія. Отдѣлъ II. Продольныя профили построенныхъ желѣзнодорожныхъ линій. С.-Петербургъ, 1881.

Слѣдуетъ замѣтить, что въ первое изданіе свода нивелировокъ и каталога вошли первоначальныя нивелировки нѣкоторыхъ желѣзныхъ дорогъ, въ которыхъ провѣрочными нивелировками обнаружены погрѣшности. Въ ожидаемомъ новомъ изданіи свода, конечно, будутъ помѣщены уже исправленныя данныя.

А.

Главнѣйшія геометрическія нивелировки въ Азіатской Россіи.

Точная нивелировка Военно-Топографическаго Отдѣла Главнаго Штаба на востокѣ Европейской Россіи доведена до Оренбурга. Нивелировки Сибири связаны съ нею при посредствѣ нивелировокъ желѣзныхъ дорогъ и описныхъ партій Министерства Путей Сообщенія, а также Оренбургской триангуляціи. Среди нивелировокъ Азіатской Россіи по своему протяженію первое мѣсто занимаютъ желѣзнодорожныя нивелировки. Но надобно замѣтить, что отъ послѣднихъ не требуется такой точности, какая обязательна для нивелировокъ, преслѣдующихъ научныя цѣли. Тѣмъ не менѣе нивелировки окончательныхъ желѣзнодорожныхъ изысканій исполняются, вообще говоря, тщательно помощью точныхъ приборовъ и притомъ онѣ неоднократно провѣряются во время сооруженія пути, благодаря чему, за нѣкоторыми лишь исключеніями, продольные профили построенныхъ желѣзныхъ дорогъ представляютъ цѣнный гипсометрическій матеріалъ, которымъ вполне допустимо пользоваться при опредѣленіи абсолютныхъ высотъ барометровъ на метеорологическихъ станціяхъ. Нельзя однако этого сказать о нивелировкахъ бѣглыхъ желѣзнодорожныхъ развѣдокъ, дающихъ большей частью далеко неточные результаты; эти нивелировки нередко производятся отчасти помощью aneroidовъ и, разумѣется, непригодны для опредѣленія высотъ барометровъ.

Въ Азіатской Россіи къ точнымъ желѣзнодорожнымъ нивелировкамъ можно причислить слѣдующія:

1) Пермской желѣзной дороги отъ Котласа (Вологодской губ.) до Тюмени съ вѣтвью отъ Екатеринбургa до Челябинска,

2) Сибирской жел. дороги отъ Челябинска до Иркутска съ вѣтвью отъ ст. Тайги до ст. Черомушники близъ Томска,

3) Забайкальской жел. дороги отъ Иркутска до Байкала и отъ Мысовой (на восточномъ берегу оз. Байкала) до Стрѣтенска съ вѣтвью отъ Китайскаго развѣзда до границы Маньчжуріи,

4) Уссурійской жел. дороги отъ Владивостока до Хабаровска съ вѣтвью отъ Никольска-Уссурійскаго до границы Маньчжуріи,

5) Рязанско-Уральской жел. дороги отъ Покровской слободы до г. Уральска,

6) Экспедиціи, снаряженной Обществомъ Рязанско-Уральской желѣзной дороги, отъ г. Уральска до Уильскаго и отъ Уральска до Гурьева,

7) Средне-Азіатской желѣзной дороги отъ Красноводска до Андижана съ вѣтвями отъ Мерва до Кушкинскаго Поста, отъ Черняева до Ташкента и отъ Горчакова до Маргелана.

Значительный интересъ представляютъ также нивелировки Китайской Восточной жел. дороги (магистрالی и южной линіи отъ ст. Сунгари до Портъ-Артура).

О предварительныхъ желѣзнодорожныхъ изысканіяхъ и о тѣхъ еще не вполне обработанныхъ нивелировкахъ, результатами коихъ пока не оказалось возможнымъ воспользоваться для нашей цѣли, въ дальнѣйшемъ не упоминается.

Кромѣ желѣзнодорожныхъ нивелировокъ въ Азіатской Россіи весьма важное значеніе имѣютъ еще слѣдующія:

1) Нивелировка Императорскаго Русскаго Географическаго Общества отъ сигнала Оренбургской триангуляціи близъ станицы Звѣриноголовской до озера Байкала,

2) Нивелировка Военно-Топографическаго Отдѣла Туркестанскаго военнаго округа отъ Каспійскаго моря у Красноводска до Ташкента,

3) Нивелировки Военно-Топографическаго Отдѣла бывшаго Омскаго военнаго округа:

а) отъ Петропавловска до Акмолинска,

б) отъ Омска до Семипалатинска,

в) отъ Семипалатинска до Вѣрнаго,

г) отъ Семипалатинска до озера Зайсана,

д) отъ Илійскаго выселка по долинѣ р. Или до р. Хоргоса.

4) Арало-Каспійская нивелировка, произведенная въ 1874 г. по порученію Императорскаго Русскаго Географическаго Общества и Оренбургскаго его Отдѣла,

5) Провѣрочная нивелировка по линіи Сибирской желѣзной дороги отъ Кимельтея до Заларинской, исполненная по распоряженію Военно-Топографическаго Отдѣла Главнаго Штаба,

6) Нивелировка Военно-Топографическаго Отдѣла Приамурскаго военнаго округа отъ Владивостока до озера Ханка,

7) Нивелировка Амударьинской экспедиціи И. Р. Географическаго Общества отъ Аральскаго моря до Петро-Александровска.

Всѣ перечисленныя линіи, пройденныя нивеллировками, нанесены на приложенную карту. На этой картѣ кружками обозначены метеорологическія станціи, абсолютныя высоты которыхъ опредѣлены посредствомъ геометрической нивеллировки.

Перечисливъ важнѣйшія для опредѣленія высотъ метеорологическихъ станціи въ Азиатской Россіи нивеллировки, перейдемъ къ опредѣленію поправокъ къ ихъ результатамъ.

I. Нивеллировки Сибирской желѣзной дороги и Сибирская нивеллировка Императорскаго Русскаго Географическаго Общества.

а) Данныя для сужденія о точности нивеллировки Сибирской желѣзной дороги и поправки къ ней.

Сибирская желѣзная дорога, прорѣзывающая Сибирь въ общемъ по направленію съ запада на востокъ отъ Челябинска до Иркутска, имѣетъ въ Челябинскѣ общую площадку съ Самаро-Златоустовскою жел. дорогою и съ Челябинско-Екатеринбургскою вѣтвью Пермской желѣзной дороги, а въ Иркутскѣ она соединяется у моста черезъ р. Иркутъ съ Забайкальскою желѣзною дорогою. Протяженіе магистрали Сибирской жел. дороги составляетъ 3043 версты.

Вѣтка Сибирской жел. дороги отъ ст. Тайга до Томска и далѣе до ст. Черемушники имѣетъ общую площадку съ магистралію на станціи Тайга. Длина ея 89 верстъ.

Ниже я буду ссылаться только на сокращенные профили отдѣльныхъ участковъ Сибирской ж. дороги¹⁾. Сокращенный продольный профиль всего западнаго отдѣла дороги, а именно линіи отъ Челябинска до р. Оби отнесенъ къ одному общему горизонту, между тѣмъ какъ подробные профили²⁾ отдѣльныхъ строительныхъ участковъ этой линіи имѣютъ отмѣтки, относящіяся къ различнымъ горизонтамъ.

Что же касается сокращенныхъ профилей участковъ Обь-Красноярскъ и Красноярскъ-Иркутскъ Средне-Сибирской линіи и Томской вѣтви, то отмѣтки ихъ выражаютъ превышенія надъ другими уровнями, нежели профили западныхъ участковъ дороги.

Полотно желѣзной дороги у моста черезъ р. Обь имѣетъ отмѣтки:

по профилю Западно-Сибирскаго отдѣла дороги	125,02 саж.
по профилю участка Обь-Красноярскъ	127,25 »

1) Благодаря любезности Управленія Сибирской желѣзной дороги сокращенные профили этой дороги имѣются въ собраніи профилей въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, гдѣ я ими и пользовался.

2) Подробными профилями мнѣ было весьма обязательно разрѣшено пользоваться въ Техническомъ Отдѣлѣ Комитета Сибирской желѣзной дороги.

Такимъ образомъ, чтобы привести отмѣтки профилей Обь-Красноярскаго участка и Томской вѣтви къ горизонту западныхъ участковъ дороги, ихъ слѣдуетъ уменьшить на 2,23 саж.

Полотно жел. дороги у станціи «Красноярскъ» имѣетъ отмѣтки:

по профилю Обь-Красноярскаго участка	148,20 саж.
по профилю участка Красноярскъ-Иркутскъ	147,95 »

Изъ обоихъ сличеній слѣдуетъ, что для приведенія отмѣтокъ сокращеннаго профиля участка Красноярскъ-Иркутскъ къ горизонту западнаго отдѣла дороги ихъ надлежитъ 1) уменьшить на 2,23 саж. и затѣмъ 2) увеличить на 0,25 саж., т. е. придать къ нимъ поправку = — 1,98 саж.

Для сужденія о точности нивелировокъ Сибирской желѣзной дороги могутъ служить 1) провѣрочная нивелировка на участкѣ Кимельтей—Залари, произведенная г. Александровымъ по порученію Военно-Топографическаго Отдѣла Главнаго Штаба и 2) сличеніе отмѣтокъ по профилю дороги съ высотами, опредѣленными для тѣхъ-же точекъ по связи съ реперами нивелировки Императорскаго Русскаго Географическаго Общества. Связь съ Тихимъ океаномъ при посредствѣ нивелировокъ Забайкальской, Китайской Восточной и Уссурийской желѣзныхъ дорогъ пока оставимъ въ сторонѣ; къ ней мы вернемся ниже.

Разсмотримъ сперва сличенія съ результатами нивелировки Географическаго Общества; при этомъ будемъ пользоваться отмѣтками высотъ полотна Сибирской желѣзной дороги, приведенными къ горизонту западнаго ея отдѣла помощью выше указанныхъ поправокъ, а высоты реперовъ нивелировки Географическаго Общества возьмемъ безъ измѣненій изъ труда В. Е. Фуса: «Результаты Сибирской нивелировки, произведенной въ 1875—1876 г. отъ станціи Звѣриноголовской до оз. Байкала». ¹⁾

Для тѣхъ пунктовъ, гдѣ были произведены связочныя нивелировки, въ слѣдующей таблицѣ даны отмѣтки по профилю Сибирской жел. дороги, отнесенному къ горизонту западныхъ ея участковъ, и высоты тѣхъ-же точекъ, опредѣленныя по связи съ реперами нивелировки Географическаго Общества, а также разности между тѣми и другими отмѣтками.

1) Записки Императорскаго Русскаго Географическаго Общества по общей географіи. Томъ XV.

Расстояніе отъ Петропавловска. Версты.		Отмѣтка по связи съ нивеллировкой И. Р. Географическаго Общества.	Отмѣтка по нивеллировкѣ Сибирской жел. дороги.	Разность.
—	Уровень р. Ишима вблизи Петропавловска	41,4 саж.	114,90 саж.	73,50 саж.
—	Петропавловскъ, полотно ж. д. у вокзала	62,16 »	136,12 »	73,96 »
—	тоже, по сообщенію Ю. А. Шмидта	— »	— »	72,82 »
254	Уровень р. Иртыша близъ Омска	32,0 »	105,18 »	73,18 »
257	Омскъ, полотно ж. дороги	40,10 »	112,62 »	72,53 »
—	тоже, по сообщенію Ю. А. Шмидта	— »	— »	73,25 »
1136	Степановка близъ Томска, полотно жел. д.	60,97 »	133,67 »	72,70 »
1195	Маріинскъ, полотно жел. дороги	62,03 »	135,92 »	73,89 »
1383	Ачинскъ, полотно жел. дороги	98,53 »	171,96 »	73,43 »
1549	Красноярскъ, реперъ г. Александрова .	73,84 »	146,77 »	72,94 »
1549	Красноярскъ, полотно жел. дороги . . .	72,96 »	145,97 »	73,01 »
1777	Канскъ, реперъ г. Александрова	96,73 »	169,46 »	72,73 »
1803	Иланская, реперъ г. Александрова . . .	125,71 »	198,91 »	73,20 »
2082	Рѣка Уда	194,65 »	267,79 »	73,14 »
2084	Нижнеудинскъ, реперъ г. Александрова	194,79 »	267,79 »	73,00 »
2128	Худоеланская, реперъ г. Александрова	273,32 »	345,64 »	72,32 »
2267	Куйтунъ, реперъ г. Александрова	261,38 »	333,59 »	72,21 »
2297	Кимельтей, реперъ г. Александрова . .	212,02 »	284,42 »	72,40 »
2324	Зиминское, реперъ г. Александрова . . .	218,57 »	287,01 »	68,44 »
2377	Залари, реперъ г. Александрова	221,19 »	285,89 »	64,70 »
2377	Залари, полотно жел. дороги	220,79 »	285,23 »	64,44 »
2437	Черемхово, реперъ г. Александрова . .	265,02 »	330,17 »	65,15 »
2559	Иркутскъ, реперъ г. Александрова . . .	212,72 »	273,81 »	61,09 »

Привожу здѣсь также и подробности объ упомянутыхъ связочныхъ нивеллировкахъ. При этомъ долженъ упомянуть, что отчеты Г. Ф. Абельса, А. В. Вознесенскаго и П. К. Мюллера объ осмотрѣ метеорологическихъ станцій въ Сибири, въ которыхъ сообщаются результаты произведенныхъ ими связочныхъ нивеллировокъ, напечатаны въ соответствующихъ томахъ Лѣтописей Главной Физической Обсерваторіи (часть II, замѣчанія о станціяхъ) лишь въ извлеченіи, я же пользовался рукописями названныхъ лицъ. Точно такъ же данныя, добытыя связочными нивеллировками г. Александрова, выписаны мною изъ доставленной въ Николаевскую Гл. Физ. Обсерваторію въ рукописи записки генераль-маіора Ю. А. Шмидта.

Петропавловскъ. Высота цоколя подъ колоннами стараго собора, при входѣ на лѣвой сторонѣ, по нивеллировкѣ Географическаго Общества = 45,5 саж. Съ этимъ реперомъ

нивеллировкой Военно-Топографическаго Отдѣла Омскаго (нынѣ Сибирскаго) военнаго округа связана марка на Вознесенскомъ соборѣ и высота послѣдней найдена = 57,8 саж.¹⁾ Наконецъ, инженеръ г. Шредерсъ въ 1893 г. опредѣлилъ превышеніе полотна жел. дороги у вокзала въ Петропавловскѣ надъ нулемъ барометра въ домѣ Кузьмина = 4,69 саж.²⁾, а по нивеллировкѣ П. К. Мюллера барометръ находился на 0,23 саж. ниже марки на Вознесенскомъ соборѣ. Отсюда высота полотна ж. дороги у вокзала получается = 62,16 саж., а по профилю дороги полотно имѣетъ отмѣтку 136,12 саж.; разность между этими отмѣтками = 73,96 саж. Въ вышеупомянутой запискѣ генераль-маіоръ Ю. А. Шмидтъ сообщаетъ, что произведенная по распоряженію управленія Сибирской ж. дороги связочная нивеллировка дала разность 72,82 саж., но онъ не даетъ никакихъ подробностей относительно полученія этой разности.

Омскъ. Высота репера Географическаго Общества (казачья церковь, 3-я ступень снизу подлѣ цоколя), согласно книги В. Е. Фуса, = 39,8 саж. Этотъ реперъ былъ связанъ съ желѣзною дорогою двойною нивеллировкой г. Александрова³⁾, при чемъ оказалось, что превышеніе марки № 29 на вокзалѣ (на платформѣ вокзала со стороны полотна, съ правой стороны входа въ залъ 1-го класса) надъ реперомъ Географическаго Общества = 0,668 саж. Марка № 29 находится на высотѣ 0,370 саж. надъ уровнемъ земли; принимаю, что она на такой-же высотѣ и надъ полотномъ жел. дороги, такъ какъ, по измѣренію П. К. Мюллера, край платформы на 0,11 саж. выше рельсовъ и слѣдовательно около 0,3 саж. выше полотна дороги. Такимъ образомъ по связи съ реперомъ Географическаго Общества высота полотна ж. дороги у вокзала получается = 40,10 саж., тогда какъ по профилю дороги находимъ отмѣтку 112,62 саж. Разность = 72,52 саж. Генераль-маіоръ Ю. А. Шмидтъ вывелъ на основаніи той-же связочной нивеллировки г. Александрова разность 73,25 саж., но мнѣ неизвѣстно, какая имъ при этомъ была взята отмѣтка полотна ж. дороги въ Омскѣ.

Разъѣздъ Степановна близъ Томска (на Томской вѣтви Сиб. ж. д.). Связочныя нивеллировки произведены Г. Ф. Абельсомъ. По нивеллировкѣ 1891 г. нуль барометра въ Томскомъ реальномъ училищѣ оказался на 29,5 м. или 13,83 саж. выше репера Географическаго Общества (крестъ на кирпичномъ цоколѣ у углового пилястра, на второмъ отъ угла кирпичѣ⁴⁾), высота котораго въ книгѣ г. Фуса показана = 43,3 саж. Произведенная г. Абельсомъ въ 1899 г. нивеллировка до желѣзной дороги дала въ результатѣ, что нуль барометра Томскаго реальнаго училища на 8,20 м. или 3,84 саж. ниже полотна дороги на разъѣздѣ Степановка близъ Томска. По этимъ даннымъ высота полотна на названномъ

1) Мирошниченко. Нивеллировка отъ г. Петропавловска до г. Акмолинска, произведенная въ 1885 и 1886 гг. Записки Военно-Топ. Отдѣла Главнаго Штаба. Ч. XLVIII.

2) Письмо инженера В. Ю. Шредерса отъ 24 ноября 1899 г.

3) А. Александровъ. Нивеллировка города Омска, произведенная по порученію Военно-Топографическаго

Отдѣла Омскаго военнаго округа въ 1898 г. Омскъ. 1899. Изданіе Штаба Омскаго военнаго округа.

4) Г. Ф. Абельсъ оговариваетъ, что нѣкоторая — впрочемъ незначительная — неточность полученнаго имъ результата можетъ быть обусловлена тѣмъ, что въ 1891 г. на указанномъ въ книгѣ г. Фуса мѣстѣ уже не оказалось мѣтки (креста).

разъѣздѣ получается = 60,97 саж., а профиль вѣтви Сиб. ж. д., отпесенный къ горизонту западныхъ участковъ, даетъ 133,67 саж. Разность = 72,70 саж.

Маріинскъ. Связочная нивелировка произведена Г. Ф. Абельсомъ въ 1899 г. Высота репера Географическаго Общества (2-ая ступень крыльца каменной церкви) въ книгѣ г. Фуса показана = 59,2 саж., а по нивелировкѣ г. Абельса полотно жел. дороги у вокзала на 6,03 м. \pm 0,1 или на 2,83 саж. выше означеннаго репера; отсюда высоту полотна жел. дороги находимъ = 62,03 саж. Отмѣтка полотна по профилю ж. дороги, отнесенному къ горизонту западнаго отдѣла ея, 135,92 саж. Разность = 73,89 саж.¹⁾

Ачинскъ. Здѣсь связочная нивелировка произведена тоже Г. Ф. Абельсомъ. Реперь Географическаго Общества (крестъ высѣченный на камнѣ фундамента ограды собора) уничтоженъ; прежняя ограда уже не существуетъ, а новая отодвинута нѣсколько дальше отъ собора. При помощи рабочихъ, разбиравшихъ прежнюю ограду, и церковнаго старосты, г. Абельсу удалось отыскать то мѣсто, гдѣ находился уголъ прежней ограды съ реперомъ и привести въ извѣстность, на какой высотѣ надъ основаніемъ ограды былъ высѣченъ крестъ (приблизительно 0,9 м.). Высота репера, согласно книги г. Фуса, = 99,1 саж. Нивелировка г. Абельса дала въ результатѣ превышеніе репера надъ полотномъ ж. дороги у вокзала = 1,21 м. или 0,57 саж. Такимъ образомъ высота полотна по связи съ нивелировкой Географическаго Общества получилась = 98,53 саж., а по профилю дороги находимъ отмѣтку 171,96 саж. Разность = 73,43 саж.

Красноярскъ. Реперь Географическаго Общества (крестъ, высѣченный на камнѣ, выступающемъ изъ фундамента дома Высокаго въ Узкой, нынѣ Гостинской, улицѣ) сохранился. Высота его въ книгѣ г. Фуса показана = 71,1 саж. Двѣ независимыя связочныя нивелировки произведены г. Александровымъ въ 1900 г. и А. В. Вознесенскимъ въ 1899 г.

Принявъ указанную высоту репера Географическаго Общества, г. Александровъ получилъ высоту заложеной имъ марки на вокзалѣ ж. дороги = 73,837 саж., а по связи съ желѣзной дорогою, при отмѣткѣ полотна у вокзала 145,97 саж., онъ нашелъ высоту той же марки = 146,773 саж. Разность между обоими результатами = 72,936 саж.

По нивелировкѣ г. Вознесенскаго полотно ж. дороги оказалось на 3,96 м. или 1,86 саж. выше репера нивелировки Географическаго Общества на домѣ Высокаго; такимъ образомъ, принимая высоту упомянутаго репера = 71,1 саж., по этому опредѣленію полотно ж. дороги находимъ на высотѣ 72,96 саж.; величина эта разнится отъ отмѣтки по профилю дороги на 73,01 саж.

Канскъ. Какъ реперъ нивелировки Географическаго Общества, въ книгѣ г. Фуса указанъ крестъ на сѣверной сторонѣ собора, на высотѣ 1,55 м. надъ каменнымъ поломъ; креста

1) Этотъ результатъ можетъ заключать нѣкоторую неточность, такъ какъ Г. Ф. Абельсъ хотя и прошелъ нивелировкой мимо церкви, но по недостатку времени не ставилъ рейку на 2-ую ступень крыльца церкви и лишь, помня мѣсто, гдѣ стояла рейка близъ церкви, принялъ на глазъ, что ступень на 0,1 м. выше этого мѣста.

этого уже давно нѣтъ, но полъ сохранился. Высота пола, согласно книги Фуса, = 96,8 саж. — 0,726 саж. (1,55 м.) = 96,074 саж. Связочная нивелировка произведена г. Александровымъ въ 1900 г.

По нивелировкѣ г. Александрова высота заложеной имъ марки на вокзалѣ жел. дороги, принимая указанную высоту репера Географическаго Общества, получилась = 96,732 саж., а по связи съ жел. дорогою та же марка имѣетъ отмѣтку 169,457 саж., при отмѣткѣ полотна дороги у вокзала 169,07 саж. Разность между обоими опредѣленіями будетъ 72,73 саж.

Иланская. Реперъ Географическаго Общества — поверхность земли у Срѣтенской церкви подъ знакомъ креста¹⁾ — связанъ съ полотномъ желѣзной дороги нивелировкой г. Александрова. Высота марки на вокзалѣ, по связи съ нивелировкой Географическаго Общества, оказалась = 125,712 саж. (высота репера по книгѣ г. Фуса = 123,0 саж.), а отмѣтка ея по связи съ желѣзнодорожною нивелировкой 198,91 саж. Разность = 73,20 саж.

Рѣка Уда. В. Е. Фусъ даетъ высоту уровня р. Уды у лодочнаго перевоза 31 августа 1875 г. по нивелировкѣ Географическаго Общества = 187,90 саж. Марка на вокзалѣ станціи Уда по нивелировкѣ г. Александрова на 6,754 саж. выше лѣтняго уровня воды 1900 г. въ рѣкѣ Удѣ у того-же перевоза, и слѣдовательно высота ея по связи съ нивелировкой Географическаго Общества приблизительно = 194,65 саж. Отмѣтка марки по связи съ желѣзнодорожною нивелировкой получилась 267,79 саж. Разность между обоими результатами = 73,14 саж.

Нижеудинскъ. По нивелировкѣ Географическаго Общества высота поверхности земли у Вознесенскаго собора²⁾ = 194,6 саж. Связочная нивелировка произведена г. Александровымъ, при чемъ высота марки на вокзалѣ оказалась = 194,79 саж. Отмѣтка той же марки по связи съ желѣзнодорожною нивелировкой получилась 267,79 саж. Разность между обѣими нивелировками = 73,00 саж.

Худоеланская. Высота поверхности земли у церкви опредѣлена нивелировкой Географическаго Общества = 269,2 саж.³⁾ По нивелировкѣ г. Александрова марка на вокзалѣ на 4,12 саж. выше и слѣдовательно высота ея получается 273,32 саж. Отмѣтка этой марки по связи съ желѣзнодорожною нивелировкой 345,642 саж. Разность между обоими опредѣленіями = 72,32 саж.

Куйтунъ. Высота репера Географическаго Общества (каменная плита въ оградѣ Ильинской церкви), согласно книги г. Фуса, = 254,2 саж. Связочная нивелировка исполнена г. Александровымъ. Высота марки на вокзалѣ по связи въ реперомъ Геогр. Общества 261,378 саж., а отмѣтка той же марки по связи съ жел. дорогою получилась 333,590 саж. Разность между обоими опредѣленіями = 72,21 саж.

1) Знакъ уничтоженъ.

2) Знакъ уничтоженъ.

3) Знакъ уничтоженъ.

Кимельтей. Нивелировкой Географическаго Общества высота каменной плиты въ оградѣ церкви опредѣлена = 204,3 саж. Превышеніе марки на вокзалѣ надъ этой плитой по нивелировкѣ г. Александра оказалось 7,718 = саж. и слѣдовательно высота ея получилась = 212,018 саж.; отмѣтка этой марки по связи съ желѣзной дорогою найдена 284,42 саж. Разность = 72,40 саж.

Зиминское. Плита у церкви¹⁾ находится, по нивелировкѣ Географическаго Общества, на высотѣ 219,7 саж. Нивелировкой г. Александра, исходящею отъ этого репера, опредѣлена высота марки на вокзалѣ = 218,570 саж. По связи съ желѣзнодорожною нивелировкой отмѣтка этой марки получилась 287,01 саж. Разность между обѣими отмѣтками = 68,44 саж.

Залари. Высота паперти церкви въ книгѣ г. Фуса, на основаніи нивелировки Географическаго Общества, показана 216,8 саж. Связочныя нивелировки произведены г. Александровымъ и А. В. Вознесенскимъ.

По нивелировкѣ г. Александра до репера Географическаго Общества высота марки на вокзалѣ оказалась 221,191 саж., а отмѣтка той же марки по связи съ желѣзною дорогою 285,89 саж. при отмѣткѣ полотна дороги 285,23 саж. Разность = 64,70 саж.

Нивелировка А. В. Вознесенскаго дала въ результатѣ превышеніе полотна ж. дороги надъ реперомъ Географическаго Общества = 8,52 м. или 3,99 саж. Разность между нивелировками Географическаго Общества и желѣзнодорожною получается по этому опредѣленію = 64,44 саж.

Черемхово. Высота поверхности земли у церкви по даннымъ нивелировки Географическаго Общества = 269,8 саж. Связочною нивелировкой г. Александра, взявшаго за исходную точку этотъ реперъ, высота марки на водокачкѣ ж. дороги найдена = 265,022 саж. По связи съ желѣзнодорожною нивелировкой отмѣтка этой марки получилась 330,17 саж. Разность между обоими опредѣленіями = 65,15 саж.

Иркутскъ. Высота основанія угла ограды, окружающей церковь Св. Креста, по даннымъ нивелировки Географическаго Общества, = 217,3 саж. По нивелировкѣ до этого репера, произведенной г. Александровымъ, высота марки на водокачкѣ Забайкальской жел. дороги получилась = 212,719 саж.; отмѣтка марки по связи съ желѣзнодорожною нивелировкой найдена г. Александровымъ = 273,81 саж. при отмѣткѣ полотна Забайкальской ж. д. у вокзала «Иркутскъ II» 273,89 саж. Разность между нивелировками желѣзнодорожною и Географическаго Общества получается = 61,09 саж.

Чѣмъ объясняется разногласіе между разностями, полученными для Омска Ю. А. Шмидтомъ и мною, мнѣ пока неизвѣстно. Можетъ быть, что нами приняты различныя отмѣтки полотна ж. дороги; возможно также, что горизонтъ земли у вокзала въ Омскѣ мною ошибочно принятъ на такой же высотѣ, какъ и полотно ж. дороги; въ первомъ случаѣ

1) Знакъ уничтоженъ.

слѣдуетъ отдать предпочтеніе полученной мною разности, во второмъ случаѣ вѣрной надлежитъ считать величину, сообщаемую Ю. А. Шмидтомъ¹⁾. Несомнѣнно лишь то, что дѣйствительная разность должна заключаться въ предѣлахъ 72,52 саж. и 73,25 саж.

Особенно важное значеніе имѣетъ для насъ связь между обѣими нивелировками въ Петропавловскѣ, но здѣсь, къ сожалѣнію, результаты двухъ опредѣленій расходятся весьма значительно, а именно на 1,1 саж. Повтореніе здѣсь связочной нивелировки представляется крайне желательнымъ. Оставляя въ сторонѣ сличеніе отмѣтокъ уровней р. Ишима, не дающее вполне точной связи между обѣими нивелировками, мы должны признать заслуживающимъ бѣльшаго довѣрія результатъ, сообщенный Ю. А. Шмидтомъ (72,82 саж.), чѣмъ разность, полученную на основаніи связочныхъ нивелировокъ гг. Шредерса и Мюллера (73,96 саж.), произведенныхъ въ разное время отъ метеорологической станціи — г. Шредерсомъ до желѣзной дороги, а г. Мюллеромъ до репера Военно-Топографическаго Отдѣла Омскаго военнаго округа; при этой связи погрѣшность могла произойти оттого, что на метеорологической станціи гг. Шредерсомъ и Мюллеромъ могли быть взяты исходныя точки нивелировокъ на различныхъ уровняхъ. Ничего подобнаго, конечно, не могло случиться при связочной нивелировкѣ, произведенной однимъ и тѣмъ-же лицомъ отъ желѣзной дороги до репера Географическаго Общества.

Послѣ сдѣланныхъ нами замѣчаній разсмотрѣніе чиселъ третьей графы таблицы приводитъ къ заключенію, что *ни въ нивелировкѣ Географическаго Общества, ни въ желѣзнодорожной нивелировкѣ между Петропавловскомъ и Нижнеудинскомъ, на протяженіи 2084 верстъ, нельзя предположить накопленія ошибокъ, превышающаго 0,5 саж. или 1 м.* Отклоненія отъ средней разности между результатами обѣихъ нивелировокъ на этомъ участкѣ, достигающія нѣсколькихъ десятыхъ долей сажени (въ Маріинскѣ даже 0,9 саж.), отчасти объясняются погрѣшностями связочныхъ нивелировокъ, а главнымъ образомъ тѣмъ, что намъ приходится снимать отмѣтки полотна жел. дороги съ проектнаго профиля, отъ котораго могли быть допущены при сооруженіи пути отступленія то въ ту то въ другую сторону, впрочемъ не въ особенно широкихъ предѣлахъ. *Средняя разность между результатами нивелировокъ Географическаго Общества и желѣзной дороги отъ Петропавловска до Нижнеудинска = 73,0 саж.*

Между Нижнеудинскомъ и Худоеланской разность уменьшается на 0,7 саж., между Кимельтеемъ и Зиминскимъ на 4,0 саж., между Зиминскимъ и Залари на 3,7 саж., между Залари и Черемховымъ возрастаетъ на 0,5—0,7 саж. и наконецъ между Черемховымъ и Иркутскомъ опять убываетъ на 4,1 саж.

Ключъ къ рѣшенію вопроса, въ которой изъ обѣихъ нивелировокъ заключаются погрѣшности, объясняющія столь значительное расхожденіе между ихъ результатами, даетъ намъ точная нивелировка г. Александра по линіи желѣзной дороги отъ Кимельтея до Заларинской на протяженіи 80 верстъ. Правда, г. Александровъ пронивелировалъ этотъ

1) На соотвѣтствующій запросъ Николаевской Гл. Физ. Обсерваторіи еще не получено отвѣта.

участокъ лишь по одному направлеію, но имъ были приняты всѣ мѣры для достиженія возможной точности. Подробности о его нивеллировкѣ, конечно, будутъ напечатаны въ изданіи Военно-Топографическаго Отдѣла, здѣсь-же не лишнимъ будетъ упомянуть, что вѣроятная ошибка нивеллировки на 1 версту имъ найдена

изъ согласія отсчетовъ на нитяхъ = $\pm 0,42$ мм.
изъ согласія результатовъ по красной и черной сторонѣ реекъ = $\pm 1,0$ »

Если примемъ высоту полотна желѣзной дороги въ Кимельтеѣ = 0,00 саж., то получимъ слѣдующія отмѣтки полотна на станціяхъ участка Кимельтей —Заларинская по тремъ нивеллировкамъ: г. Александра, Сибирской ж. дороги и Географическаго Общества:

	Превышеніе полотна желѣзной дороги надъ полотномъ у станціи Кимельтей.		
	По нивеллировкѣ г. Александра.	По нивеллировкѣ Сибирской ж. дороги.	По нивеллировкѣ Географ. Общ.
Кимельтей	0,000 саж.	0,00 саж.	0,00 саж.
разъѣздъ Соколовскій . .	33,782 »	32,35 »	—
Зима	2,896 »	1,85 »	5,81 саж.
разъѣздъ Шетикъ	54,069 »	52,73 »	—
Тыреть.	28,916 »	27,30 »	—
Заларинская	2,950 »	1,21 »	8,91 саж.

Считая данныя нивеллировки г. Александра вѣрными, находимъ слѣдующія погрѣшности нивеллировокъ Географическаго Общества и желѣзнодорожной:

	Накопленіе погрѣшностей въ нивеллировкахъ	
	Сиб. ж. дороги.	Геогр. Общ.
Отъ Кимельтея:		
до Соколовскаго (13 в.)	— 1,43 саж.	
до Зимы (26 в.)	— 1,05 »	+ 2,91 саж.
до Шетика (40 в.)	— 1,34 »	
до Тырети (57 в.)	— 1,62 »	
до Заларинской (80 в.)	— 1,74 »	+ 5,96 саж.

Какъ и слѣдовало ожидать, нивеллировка г. Александра подтвердила предположеніе о малой точности нивеллировки, произведенной по порученію Географическаго Общества на участкѣ Кимельтей—Заларинская; но съ другой стороны ею обнаружено накопленіе ошибокъ на этомъ участкѣ съ большими уклонами также и въ желѣзнодорожной нивеллировкѣ, притомъ погрѣшность между Кимельтеемъ и Соколовскимъ разъѣздомъ, всего на 13 верстахъ, достигла 1,4 саж. Весьма возможно и вѣроятно, что въ желѣзнодорожной нивеллировкѣ

крупная ошибка заключается только одна между Кимельтеемъ и Соколовскимъ, далѣе же мы имѣемъ дѣло съ отступленіями сооруженнаго пути отъ исполнительнаго профиля полотна. Но всѣ расхожденія между результатами провѣрочной нивелировки и профилемъ не могутъ быть отнесены на счетъ допущенныхъ при сооруженіи пути отступленій отъ проекта; этому противорѣчитъ близкое согласіе между результатами сличенія отмѣтокъ уровней Иркуты и Ангары и отмѣтокъ полотна дороги въ Иркутскѣ по обѣимъ нивелировкамъ. Къ сожалѣнію, вопліѣ достовѣрныхъ данныхъ для точнаго расчлененія расхожденій между обѣими нивелировками на участкѣ Залари—Иркутскъ мы не имѣемъ. Тѣмъ не менѣе не подлежитъ сомнѣнію, что и на этомъ участкѣ слѣдуетъ ожидать значительно большей погрѣшности въ нивелировкѣ Географическаго Общества, чѣмъ въ желѣзнодорожной, хотя и послѣдняя можетъ оказаться не вопліѣ точной. За наиболѣе близкіе къ дѣйствительности мы должны считать здѣсь результаты желѣзнодорожной нивелировки; при этомъ мы допустимъ, что погрѣшность профиля полотна дороги отъ Залари до Иркутска остается постоянной.

На участкѣ Нижнеудинскъ—Худоеланская (въ 44 в.) съ большей вѣроятностью можно предполагать погрѣшность въ нивелировкѣ желѣзнодорожной, чѣмъ въ нивелировкѣ Географическаго Общества. Не обнаруженный при обработкѣ просчетъ въ 0,7 саж. въ нивелировкѣ Географическаго Общества на участкѣ, пронивелированномъ Ф. Ф. Мюллеромъ, менѣе вѣроятенъ. Повидимому, мы встрѣчаемся здѣсь съ такимъ-же случаемъ, какъ и на участкѣ отъ Кимельтея до Соколовскаго разъѣзда; ошибка тамъ и здѣсь того-же знака, но въ одномъ случаѣ вдвое больше, чѣмъ въ другомъ. Правда, наше допущеніе, до продолженія провѣрочной нивелировки, не можетъ быть неопровержимо доказано, однако за необходимостью пока довольствоваться лишь наиболѣе вѣроятнымъ рѣшеніемъ вопроса, на участкѣ Нижнеудинскъ—Худоеланъ окажемъ предпочтеніе нивелировкѣ Географическаго Общества.

Какъ мы видѣли, разность между результатами приведенной къ одному горизонту желѣзнодорожной нивелировки и нивелировки Географическаго Общества отъ Петропавловска до Нижнеудинска остается въ тѣсныхъ предѣлахъ постоянной, и на всемъ этомъ участкѣ мы должны принять къ каждой изъ этихъ нивелировокъ ту же поправку, что и для Петропавловска. Если же допустимъ, что поправка къ желѣзнодорожной нивелировкѣ для Нижнеудинска = 0,00 саж., то въ силу изложеннаго будемъ имѣть къ результатамъ этой нивелировки для участка между Нижнеудинскомъ и Иркутскомъ слѣдующія поправки:

отъ станціи Худоеланской до Кимельтея	=	+ 0,70	саж.
для Соколовскаго разъѣзда	=	+ 2,13	»
для Зимы	=	+ 1,75	»
для Шетика	=	+ 2,04	»
для Тырети	=	+ 2,32	»
отъ Заларинской до Иркутска	=	+ 2,44	»

Если-бы абсолютная высота Петропавловска была опредѣлена вполнѣ точно, то, выведя изъ сличенія съ этой высотой поправку къ желѣзнодорожной нивеллировкѣ и принявъ во вниманіе указанія здѣсь дополнительныя поправки къ желѣзнодорожному профилю для участка отъ Нижнеудинска до Иркутска, мы бы получили абсолютную высоту Иркутска съ ошибкою, не превышающею ± 2 саж.

Перейдемъ теперь къ опредѣленію абсолютной высоты исходной точки нивеллировки Сибирской желѣзной дороги въ Челябинскѣ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и высоты Петропавловска.

б) Опредѣленіе высоты Челябинска и Петропавловска.

Въ Челябинскѣ Сибирская ж. дорога, какъ уже выше замѣчено, имѣетъ общую площадку съ Самаро-Златоустовскою жел. дорогою и съ Екатеринбургско-Челябинскою линіею Пермской жел. дороги. При посредствѣ нивеллировки Самаро-Златоустовской ж. дороги Челябинскъ связанъ съ нынѣ несуществующею маркою Военно-Топографическаго Отдѣла Главнаго Штаба на упраздненной прежней станціи въ Кинели; абсолютная высота этой марки въ каталогѣ С. Д. Рыльке¹⁾, на основаніи точныхъ геометрическихъ нивеллировокъ Военно-Топ. Отдѣла Главнаго Штаба, дана $= 17,730$ саж. Отмѣтки на провѣренной профили Самаро-Златоустовской ж. дороги, на основаніи связи съ означенной маркою, отнесены къ тому-же горизонту, какъ и приведенная высота марки, т. е. къ уровню моря. Отмѣтка полотна ж. дороги на станціи Челябинскѣ по этому профилю $107,40$ саж. Разстояніе между Кинелью и Челябинскомъ $= 902$ верстамъ.

Тоже при посредствѣ геометрическихъ нивеллировокъ инженеровъ путей сообщенія Челябинскъ связанъ инымъ путемъ съ реперомъ Военно-Топографическаго Отдѣла въ Самарѣ. Связь съ Самарою получается при посредствѣ слѣдующихъ нивеллировокъ:

- 1) Екатеринбургско-Челябинской линіи Пермской желѣзной дороги на протяженіи 231 версты,
- 2) магистрали Пермской ж. дороги отъ станціи Екатеринбургъ II до Перми на протяженіи 471 версты,
- 3) нивеллировки Камской описной партіи отъ рельсовъ жел. дороги въ Перми до репера на церкви въ с. Богородскомъ — около 840 верстъ,
- 4) нивеллировки Волжской описной партіи отъ упомянутаго репера на церкви въ с. Богородскомъ до нуля водомѣрнаго поста въ Самарѣ около 356 верстъ.

Въ Самарѣ водомѣрный постъ на Волгѣ былъ включенъ въ точную геометрическую нивеллировку 1887 и 1888 гг. Военно-Топографическаго Отдѣла Главнаго

1) С. Д. Рыльке. Каталогъ высотъ Русской нивеллирной сѣти съ 1871 по 1893 г. С.-Петербургъ, 1894.

Штаба; въ Каталогѣ С. Д. Рыльке даны слѣдующія абсолютныя высоты реперовъ этого поста:

вершины деревянной сваи № 2 = 10,867 саж.

вершины чугунной сваи № 11 = 15,127 »

Отмѣткою сваи № 11 мнѣ не удалось воспользоваться, такъ какъ собранныя мною свѣдѣнія о превышеніи вершины этой сваи надъ нулемъ въ разное время оказались противорѣчивыми. Нуль Самарскаго водомѣрнаго поста, по сообщенію г. начальника Самарскаго участка Казанскаго округа путей сообщенія¹⁾, съ 1878 г. до 1896 г. сохранялъ одинаковую высоту, хотя постъ и былъ перенесенъ въ мартѣ 1886 г. съ одного мѣста на другое; при этомъ онъ находился на 1,00 саж. ниже вершины сваи № 2 и слѣдовательно абсолютная высота его была = 9,867 саж. По профилю Волги, напечатанному проф. Н. А. Богуславскимъ²⁾, имѣемъ слѣдующія отмѣтки для Самары:

горизонтъ Волги 14 сент. 1879 г. (ст. ст.) . . 7,886 саж.

нуль водомѣрнаго поста 1879 г. 7,100 »

Изъ сличенія отмѣтки нуля водомѣрнаго поста по профилю Волги съ абсолютной высотой его находимъ поправку къ профилю Волги для Самары = + 2,767 саж.

Для провѣрки этой поправки можемъ еще разсмотрѣть связь между нивелировкой Волжской описной партіи и нивелировкой Военно-Топ. Отдѣла Главнаго Штаба посредствомъ марки на устоѣ Александровскаго моста.

Въ Каталогѣ С. Д. Рыльке находимъ абсолютную высоту горизонтальной черты (87,50) на правомъ берегу устоѣ моста = 13,254 саж.

По профилю Волги²⁾ отмѣтка «марки на вертикальной облицовкѣ праваго устоя моста» 10,518 саж.

Сличеніе этихъ двухъ отмѣтокъ даетъ поправку къ профилю Волги = + 2,736 саж.

Близкаго согласія поправокъ къ описи Волги для Самары и Александровскаго моста, правда, еще не достаточно для того, чтобы можно было заключить о полной точности Волжской нивелировки; но и связь съ нѣкоторыми желѣзнодорожными нивелировками, на которой мы здѣсь не остановимся, позволяетъ заключить, что по крайней мѣрѣ между Самарою и Казанью нельзя предполагать чувствительнаго измѣненія поправки къ описи.

Нивелировка рѣки Камы отнесена къ тому-же условному горизонту, что и профиль Волги³⁾, и потому къ даннымъ Камской нивелировки примемъ ту же поправку + 2,77 саж.,

1) Отношенія отъ 14 іюня 1896 г. за № 199, отъ 10 авг. 1896 г. за № 263 и отъ 5 іюня 1898 г. за № 227.

2) Н. А. Богуславскій. Волга, какъ путь сообщенія. Журналъ Министерства Путей Сообщенія. 1887.

3) Краткое описаніе изслѣдованія рѣки Камы отъ г. Дедюхина до впаденія въ р. Волгу, произведеннаго Камскою описною партіею въ 1879—1882 гг. Изданіе Мин. Путей Сообщенія. 1887 г. См. также:

А. Тилло. Сводъ нивелировокъ рѣкъ, ихъ паденіе

и каталогъ абсолютныхъ высотъ уровней водъ Европейской Россіи. Журналъ Мин. Путей Сообщенія. 1892. Приложеніе. Матеріалы по гипсометріи Россійской Имперіи. Стр. 67 и 52.

А. Тилло. Опытъ Свода нивелировокъ Россійской Имперіи. (Матеріалы для гипсометріи Россіи.) Атласъ продольныхъ профилей. Отдѣлъ IV. Продольныя профили рѣкъ и каналовъ. С.-Петербургъ. 1882.

что и къ Волжской описи отъ Александровскаго моста до Богородскаго. Нивелировка Камы связана съ нивелировкой Пермской желѣзной дороги въ Перми. Отмѣтка рельса ж. дороги въ Перми по описи Камы 43,00 саж., слѣдовательно абсолютная высота рельса въ Перми по связи съ Самарою = 45,77 саж., а высота полотна¹⁾ дороги приближенно = 45,55 саж. Такъ какъ отмѣтка полотна по профилю магистрали Пермской ж. дороги 43,00 саж., то поправку къ этому профилю примемъ = + 2,55 саж. Съ этой поправкою получаемъ абсолютную высоту полотна ж. дороги на станціи Екатеринбургъ II = 124,76 саж. (отмѣтка по профилю магистрали Пермской ж. д. 122,21 саж.).

Изъ сличенія отмѣтки полотна на станціи Екатеринбургъ II по профилю Екатеринбургско-Челябинской вѣтви (195,77 саж.) съ найденною нами абсолютною высотой получаемъ поправку къ профилю названной линіи = — 71,01 саж. и абсолютную высоту полотна въ Челябинскѣ = 109,34 саж. (отмѣтка по профилю = 180,35 саж.).

Перечисленные нивелировки въ связи съ нивелировкой Военно-Топографическаго Отдѣла Главнаго Штаба отъ Самары до Кинели образуютъ замкнутый полигонъ, опредѣляемый слѣдующими пунктами: Челябинскъ—Кинель—Самара—Богородское—Пермь—Екатеринбургъ—Челябинскъ. Невязка этого полигона достигла 1,94 саж.

Остается еще упомянуть о связи Челябинска съ маркою Военно-Топографическаго Отдѣла Главнаго Штаба въ Оренбургѣ при посредствѣ Оренбургской триангуляціи и нивелировокъ Географическаго Общества и Сибирской ж. дороги.

Для исходной точки Сибирской нивелировки Географическаго Общества, т. е. геодезическаго сигнала на границѣ Сибири у Рябоваго озера (близъ ст. Звѣриноголовской) В. Е. Фусъ, обработавшій эту нивелировку, принялъ высоту 79,1 саж. = 168,8 м., найденную при предварительномъ вычисленіи Оренбургской триангуляціи. Позднѣе результаты означенной триангуляціи генераль-маіоромъ Лебедевымъ были переработаны и исправлены всѣми необходимыми поправками, которыя отчасти не были введены при первоначальномъ вычисленіи²⁾. Для отнесенія данныхъ триангуляціи къ уровню моря генераль-маіоръ Лебедевъ воспользовался связью съ маркою Военно-Топ. Отдѣла Главнаго Штаба на Преображенскомъ соборѣ въ Оренбургѣ, абсолютную высоту которой принялъ = 56,475 саж., т. е. такую, какая показана и въ Каталогѣ С. Д. Рыльке. Для Рябовскаго сигнала онъ получилъ высоту = 81,5 саж., погрѣшность которой по его мнѣнію, не должна превышать 10 ф. или 1,4 саж. Принявъ эту высоту, мы должны исправить данныя въ книгѣ В. Е. Фуса на + 2,4 саж.

Въ предыдущей главѣ мы видѣли, что поправка къ профилю западнаго отдѣла Сибирской ж. дороги была-бы = — 73,00 саж., если-бы результаты нивелировки Географическаго Общества для линіи Петропавловскъ—Нижнеудинскъ не подлежали исправленію.

1) Подъ высотой полотна жел. дороги подразумѣвается въ этой статьѣ высота пути безъ шпалъ и рельсовъ.

2) Лебедевъ, генераль-маіоръ. Триангуляція по землѣ Оренбургскаго казачьяго войска 1869—1873 гг. Записки Военно-Топографическаго отдѣла Главнаго Штаба. Часть II. 1894 г.

Если же къ даннымъ нивелировки Географическаго Общества придадимъ поправку $+ 2,4$ саж.; то поправка къ профилю участка Челябинскъ—Петропавловскъ Сибирской ж. дороги получится $= - 70,60$ саж. и абсолютная высота полотна въ Челябинскѣ $= 180,53 - 70,60 = 109,93$ саж. Такимъ образомъ высота полотна ж. дороги въ Челябинскѣ получается:

107,40 саж. по связи съ маркою въ Кинели,
109,34 саж. по связи съ маркою въ Самарѣ,
109,93 саж. по связи съ маркою въ Оренбургѣ.

Казалось-бы, что наибольшій вѣсъ слѣдуетъ придать первой изъ приведенныхъ величинъ, но это, повидимому, не подтверждается годовыми изобарами, а также изобарами отдѣльныхъ мѣсяцевъ за тѣ годы, за которые имѣются полныя наблюденія станцій Уфа, Златоустъ, Челябинскъ, Курганъ и Старосидорово. Довольно близкое согласіе между двумя послѣдними величинами, конечно, можетъ быть лишь случайнымъ, но все-же вѣскихъ основаній для того, чтобы предпочесть высоту, полученную на основаніи нивелировки Самаро-Златоустовской ж. дороги, не имѣется; проверка этой нивелировки отъ марки Военно-Топографическаго Отдѣла Главнаго Штаба на станціи въ Смышляевкѣ до Челябинска представляется крайне желательной. До тѣхъ-же поръ, пока не будетъ произведена эта проверочная нивелировка, примемъ абсолютную высоту полотна желѣзной дороги въ Челябинскѣ $= 108,9$ саж., т. е. арифметическому среднему изъ 3 полученныхъ результатовъ. Погрѣшность этой величины не должна превышать ± 1 саж. или 2 м.

Если вспомнимъ, что было выше сказано о точности нивелировки Сибирской желѣзной дороги, то можемъ придти къ заключенію, что погрѣшность опредѣленія абсолютной высоты Иркутска заключается въ предѣлахъ ± 5 м.

Принявъ абсолютную высоту полотна ж. дороги въ Челябинскѣ $= 108,90$ саж., будемъ имѣть для Петропавловска слѣдующія данныя:

Абс. высота полотна жел. дороги у вокзала 65,49 саж.
Абс. высота цоколя подъ колоннами при входѣ въ соборъ 47,9 »

Къ отмыткамъ профиля западнаго отдѣла Сибирской желѣзной дороги (линіи Челябинскъ—Обь) получается поправка $=$

$- 71,63$ саж.,

а къ результатамъ нивелировки Императорскаго Русскаго Географическаго Общества отъ Звѣриноголовской до Кимельтея, напечатаннымъ въ книгѣ В. Е. Фуса, поправка $=$

$+ 1,4$ саж.

Судя по сличенію результатовъ обѣихъ нивелировокъ, точность ихъ одинакова на линіи отъ Петропавловска до Кимельтея, но принимая во вниманіе, что при сооруженіи

полотна жел. дороги очевидно мѣстами были допущены отступленія отъ исполнительнаго профиля до $\pm 0,5$ саж., при опредѣленіи высотъ барометровъ на этой линіи слѣдуетъ пользоваться реперами Географическаго Общества предпочтительно передъ полотномъ жел. дороги вездѣ, гдѣ они сохранились. Отъ Кимельтея до Иркутска безусловно надлежитъ оказать предпочтеніе желѣзнодорожной нивеллировкѣ; при этомъ слѣдуетъ 1) привести отмѣтки профилей отдѣльныхъ участковъ къ горизонту профиля западнаго отдѣла и 2) кромѣ поправки, найденной для профиля линіи Челябинскъ—Обь, придать еще указанныя въ концѣ предыдущей главы дополнительныя поправки.

Чтобы отмѣтки профиля линіи отъ р. Оби до Красноярска привести къ горизонту профиля западнаго отдѣленія дороги, ихъ слѣдуетъ уменьшить на 2,23 саж., а отмѣтки профиля участка Красноярскъ—Иркутскъ для той-же цѣли слѣдуетъ исправить поправкою = $-1,98$ саж. Эти поправки получаются изъ сличенія отмѣтокъ общихъ точекъ по профилямъ смежныхъ участковъ.

Такимъ образомъ получаютъ слѣдующія окончательныя поправки къ отмѣткамъ сокращенныхъ профилей Сибирской желѣзной дороги:

отъ Челябинска до р. Оби	=	- 71.63	саж.
» р. Оби до Красноярска и отъ Тайги до Черемушиковъ (близь Томска) = - 71,63 - 2,23	=	- 73.86	»
» Красноярска до Нижнеудинска = - 71,63 - 1,98 . . .	=	- 73.61	»
» Худоеланской до Кимельтея = - 71,63 - 1,98 + 0,70 =	=	- 72.91	»
для Соколовскаго разъѣзда = - 71,63 - 1,98 + 2,13 . . .	=	- 71.48	»
» Зимы = - 71,63 - 1,98 + 1,75	=	- 71.86	»
» Шетка = - 71,63 - 1,98 + 2,04	=	- 71.57	»
» Тырети = - 71,63 - 1,98 + 2,32	=	- 71.29	»
отъ Заларинской до Иркутска = - 71,63 - 1,98 + 2,44 =	=	- 71.17	»

II. Опредѣленіе абсолютной высоты озера Байкала.

(Нивеллировки Забайкальской, Китайской Восточной и Уссурійской желѣзныхъ дорогъ.)

Съ цѣлью опредѣленія паденія р. Ангары отъ истока до Иркутска Ф. Ф. Мюллеръ въ 1871 г. лѣтомъ связалъ Байкаль нивеллировкою съ Иркутскомъ по двумъ направле- ніямъ; разъ онъ прошелъ отъ Иркутска до Лиственничнаго (61 версту), а второй разъ отъ Иркутска до Култука. Въ результатѣ его нивеллировки паденіе Ангары отъ Байкала до

Иркутска получилось въ среднемъ выводѣ = 88 ф. = 12,57 саж. съ вѣроятною погрѣшностью, по его словамъ, не достигающею 1 ф.¹⁾

Нивелировкой, произведенною по порученію Географическаго Общества г. Краморевымъ въ 1876 г. въ одномъ направленіи, опредѣлены, между прочимъ, слѣдующія высоты²⁾:

уровня Ангары у Троицкаго перевоза у г. Иркутска 18 сент. 1876 г. = 210,0 саж.
уровня оз. Байкала 2 окт. 1876 г. = 223,0 »

Такимъ образомъ нивелировка г. Краморева дала въ результатѣ величину паденія Ангары до Иркутска = 13,0 саж., т. е. всего на 0,4 саж. отличающуюся отъ паденія, полученнаго г. Мюллеромъ.

Третье опредѣленіе высоты оз. Байкала даетъ нивелировка Забайкальской желѣзной дороги. На профилѣ Средне-Сибирскаго отдѣла Сибирской жел. дороги находимъ слѣдующія отмѣтки уровней р. Иркуты вблизи впаденія ея въ Ангару (у желѣзнодорожнаго моста):

	Отмѣтка по профилю.	Поправка.	Абсолютная высота.
Горизонтъ самыхъ высокихъ водъ	275,37 саж.	— 71,17 саж.	204,20 саж.
Горизонтъ высокихъ водъ, зазора	275,80 »	— 71,17 »	204,63 »
Горизонтъ низкихъ водъ	273,55 »	— 71,17 »	202,38 »

Отмѣтка полотна жел. дороги у моста черезъ Иркутъ по профилю Сибирской жел. дороги 279,22 саж., а по профилю линіи Иркутскъ—Байкаль Забайкальской жел. дороги 279,05 саж., слѣдовательно поправка къ этому послѣднему профилю должна быть принята нами = — 71,00 саж.

На профилѣ Забайкальской ж. дороги показаны, между прочимъ, слѣдующія отмѣтки уровней водъ Ангары и Байкала:

	Отмѣтка по профилю.	Поправка.	Абсолютная высота.
Горизонтъ самой высокой воды Иркуты у Иркутска 1869 г.	275,70 саж.	— 71,00 саж.	204,70 саж.
Горизонтъ высокихъ водъ Иркуты у Иркутска лѣтомъ	275,12 »	— 71,00 »	204,12 »
Горизонтъ высокихъ водъ Иркуты у Иркутска во время ледостава	274,99 »	— 71,00 »	203,99 »
Горизонтъ высокихъ водъ Байкала	288,16 »	— 71,00 »	217,16 »
Меженній горизонтъ Байкала въ управленіи Забайкальской ж. д. принимается	288,00 »	— 71,00 »	217,00 »

1) Извѣстія Сибирскаго Отдѣла И. Р. Географическаго Общества. Т. III, № 1. 1872 г. Мартъ.

2) В. Фусъ. Результаты Сибирской нивелировки, произведенной въ 1875—1876 г. отъ Звѣриноголовской до оз. Байкала.

Необходимо замѣтить, что паденіе Иркута отъ желѣзнодорожнаго моста до устья незначительно и во всякомъ случаѣ не превышаетъ 0,3 саж.

Приведенныхъ данныхъ недостаточно для точнаго опредѣленія средняго паденія Ангары, такъ какъ колебанія уровня Иркута и Ангары у Иркутска значительно больше колебаній уровня Байкала и слѣдовательно горизонтъ высокихъ водъ Иркута у Иркутска превышаетъ средній его горизонтъ на бѣльшую величину, чѣмъ высокій горизонтъ Байкала возвышается надъ среднимъ горизонтомъ послѣдняго. Такимъ образомъ паденіе Ангары, опредѣляемое высокими ея уровнями, должно получиться меньше средняго ея паденія. Въ послѣднія 30 лѣтъ амплитуда колебаній Байкала, по А. В. Вознесенскому, не превышала 1 саж.¹⁾, а амплитуда колебаній Ангары у Иркутска, по наблюденіямъ съ сентября 1886 г. по апрѣль 1890 г., достигаетъ 2 саж.²⁾, слѣдовательно среднее паденіе Ангары отъ Байкала до Иркутска должно получиться приблизительно на 1,0 саж. больше паденія, найденнаго изъ сравненія отмѣтокъ горизонтовъ высокихъ водъ, т. е. приблизительно 14 саж.

Приближенную абсолютную высоту средняго уровня Ангары у Иркутска можно вывести, опираясь на данныя, приведенныя въ трудахъ Э. В. Штеллинга о колебаніяхъ уровня и быстротѣ теченія Ангары³⁾. Средній уровень Ангары, выведенный изъ наблюденій 1887—1889 гг., по нивелировкѣ г. Штеллинга оказался на 5,41 м. ниже марки у музея, которая по даннымъ нивелировки И. Р. Географическаго Общества находится на высотѣ 453,3 м. Поправка къ результатамъ нивелировки Географическаго Общества для Иркутска получается на основаніи связи съ желѣзнодорожною нивелировкой при посредствѣ нивелировки г. Александрова⁴⁾ = —7,76 саж. или —16,6 м. Придавъ эту поправку, получимъ абсолютную высоту средняго уровня Ангары у Иркутска = 431,3 м. или 202,2 саж. Почти въ точности такая-же высота получается послѣ исправленія отмѣтки горизонта низкихъ водъ Иркута у желѣзнодорожнаго моста по профилю Сибирской жел. дороги. Исходя отъ этой величины, т. е. принимая средній уровень Ангары у Иркутска на высотѣ 202,2 саж., находимъ абсолютную высоту уровня оз. Байкала:

По нивелировкѣ Ф. Ф. Мюллера въ 1871 г. (между Иркутскомъ и Байкаломъ)	= 214,8 саж.
По нивелировкѣ г. Краморева въ 1876 г.	= 215,2 »
По желѣзнодорожной нивелировкѣ	= 216,2 »

1) А. В. Вознесенскій. Объ измѣненіи уровня Байкала по наблюденіямъ 1888—1896 гг. въ с. Лиственничномъ. Байкальскій сборникъ. I выпускъ. Труды Восточно-Сибирскаго Отдѣла И. Р. Географическаго Общества. № 1. 1897. См. также:

А. П. Орловъ. Объ измѣненіи уровня Байкала. Тамъ-же.

2) Э. В. Штеллингъ. О расходѣ воды и колебаніяхъ уровня рѣки Ангары у музея въ Иркутскѣ въ 1886 и 1887 гг. Извѣстія Восточно-Сибирскаго Отдѣла И. Р. Географическаго Общества. Томъ XIX, № 4 (1888)

и Repertorium für Meteorologie, Томъ XII, № 1. Наблюденія 1898—1890 г. напечатаны Э. В. Штеллингомъ въ XXIII томѣ Извѣстій Восточно-Сибирскаго Отдѣла И. Р. Г. О.

3) *Id. c.*

4) Отмѣтка марки на вокзалѣ по желѣзнодорожной нивелировкѣ 275,959 саж.; поправка къ этой отмѣткѣ = —71,00 саж. и слѣдовательно абс. высота марки = 204,96 саж., тогда какъ высота ея по связи съ нивелировкой Географическаго Общества г. Александровымъ найдена = 212,719 саж.

Столь значительное расхожденіе между результатами трехъ независимыхъ нивелировокъ едва ли можно объяснить тѣмъ, что при этихъ нивелировкахъ были взяты различные горизонты какъ Байкала такъ и Ангары. Расхожденіе результатовъ получится еще больше, если мы попытаемся опредѣлить средній уровень Байкала по высотѣ горизонта высокихъ водъ его, который по желѣзнодорожной нивелировкѣ приходится на высотѣ 217,16 саж.; средній горизонтъ приближенно на 0,4 саж. ниже средняго горизонта высокихъ водъ, слѣдовательно абсолютная высота средняго уровня будетъ 216,8 саж.

Относительно первыхъ двухъ изъ полученныхъ величинъ можно замѣтить слѣдующее. Извѣстно, что нивелировка г. Краморева отъ Иркутска до Кимельтея, произведенная, какъ и нивелировка отъ Иркутска до Байкала, въ томъ-же 1876 г., не отличается точностью; въ виду этого нельзя быть увѣреннымъ въ большой точности результатовъ для участка отъ Иркутска до Байкала. Что-же касается результата нивелировки г. Мюллера, то мы не знаемъ, какимъ приборомъ онъ пользовался, какіе были имъ взяты горизонты Ангары и Байкала въ обоихъ случаяхъ, и не подлежали ли сообщенные имъ результаты предварительнаго вычисленія исправленію при окончательной обработкѣ нивелировки болѣе или менѣе значительными поправками, хотя онъ и полагаетъ, что погрѣшность должна быть менѣе 1 ф.

Въ виду столь значительнаго разногласія между приведенными результатами прежде чѣмъ остановиться на той или иной величинѣ, обратимся къ разсмотрѣнію связи оз. Байкала съ Тихимъ океаномъ.

Байкаль связанъ съ Японскимъ и Желтымъ морями (съ заливами Петра Великаго и Корейскимъ) посредствомъ слѣдующихъ желѣзнодорожныхъ нивелировокъ:

1) Магистрали Забайкальской желѣзной дороги отъ Мысовой до Китайскаго развѣзда (780 в.);

2) Маньчжурской вѣтви Забайкальской жел. дороги отъ Китайскаго развѣзда до границы Маньчжуріи (290 в.);

3) магистрали Китайской Восточной жел. дороги отъ западной до восточной границы Маньчжуріи (1413 в.);

4) Маньчжурской вѣтви Уссурийской ж. дороги отъ восточной границы Маньчжуріи до ст. Никольскъ-Уссурийскій (120 в.);

5) магистрали Уссурийской ж. дороги отъ ст. Никольскъ-Уссурийскій до Владивостока (102 версты).

6) Южно-маньчжурской линіи Китайской Восточной жел. дороги отъ ст. Сунгари на магистрали этой дороги до Портъ-Артура (всего 924 версты).

Перечисленныя нивелировки связаны между собою и сверхъ того примыкаютъ къ футштокамъ во Владивостокѣ и въ Портъ-Артурѣ. Къ сожалѣнію однако ни изъ Владивостока, ни изъ Портъ-Артура не имѣется пока вполне точныхъ свѣдѣній о положеніи нулей футштоковъ относительно среднихъ уровней морей.

По свѣдѣніямъ Техническаго Отдѣла Правленія Китайской Восточной жел. дороги отмѣтки профиля Уссурійской ж. д. отнесены къ нулю футштока Морского Вѣдомства во Владивостокѣ, а нуль этого футштока соотвѣтствуетъ среднему уровню моря; такъ какъ въ заливѣ Петра Великаго высота прилива надъ отливомъ не болѣе $2\frac{1}{2}$ или 3 ф., а средняя 2 ф.¹⁾, то неточность въ опредѣленіи ординара не можетъ быть значительна, и отмѣтки профиля Уссурійской жел. дороги слѣдуетъ считать отнесенными къ среднему уровню океана.

Отмѣтка полотна Уссурійской ж. д. на ст. Никольскъ Уссурійскій по профилю магистрали дороги 10,81-саж., а по профилю Маньчжурской вѣтви той-же дороги полотно на ст. Пограничной на 203,23 саж. выше полотна на ст. Никольскъ-Уссурійскій; слѣдовательно абсолютная высота ст. Пограничной = 214,04 саж.

Отнеся всѣ отмѣтки профилей отдѣльныхъ участковъ магистрали Китайской Восточной ж. дороги къ тому-же горизонту, къ которому отнесены отмѣтки Уссурійской ж. дороги, получимъ абсолютную высоту полотна на ст. Сунгари = 60,81 саж.

Высота ст. Сунгари опредѣляется также и нивелировкой Южно-Маньчжурской линіи Китайской Восточной ж. дороги. За исходную точку нивелировки южной линіи взять «нуль измѣряемый на особой рейкѣ въ Портъ-Артурѣ и принятый на англійскихъ морскихъ картахъ»²⁾. Очевидно тутъ подъ нулемъ подразумѣвается ординаръ. Какъ видно изъ отчета начальника экспедиціи Восточнаго океана, подполковника Жданко, высота сизигійнаго прилива у береговъ Корейскаго залива подъ широтой Портъ-Артура достигаетъ безъ малаго 3 сажень³⁾. Въ томъ-же отчетѣ г. Жданко сообщаетъ, что по свѣдѣніямъ портовой конторы, выведенный изъ наблюденій 1898 г. средній уровень моря въ Портъ-Артурѣ соотвѣтствуетъ отсчету 31 ф. 6,2 д. = 4,50 саж. по футштоку у сухого дока. Но профиль южной линіи Китайской Восточной ж. дороги даетъ для полотна дороги у вокзала въ Портъ-Артурѣ высоту 2,43 саж.; при указанной высотѣ прилива это и есть минимальная высота надъ среднимъ уровнемъ моря, на какой могли быть уложены рельсы желѣзной дороги, и совершенно немыслимо, чтобы полотно дороги находилось на высотѣ 2,43 саж. надъ нулемъ футштока, если среднему уровню моря соотвѣтствуетъ отсчетъ 4,50 саж.⁴⁾ Отсюда можно заключить, что отмѣтки подробнаго профиля южной линіи до 455 версты отнесены къ среднему уровню моря. Отнеся къ тому-же горизонту и отмѣтки остальныхъ участковъ южной

1) М. Клыковъ 1-ый, штабсъ-капитанъ корпуса флотскихъ штурмановъ. Гидрографическій обзоръ береговъ залива Петра Великаго, въ Японскомъ морѣ. Изданіе Гидрограф. Департ. Морского Вѣд. С.-Петербургъ. 1872 г.

2) Отзывъ Правленія Общества Китайской Вост. ж. д. отъ 17 апр. 1901 г. за № 1194/3931.

3) Отчетъ о дѣйствіяхъ Главнаго Гидрографическаго Управленія Морского Министерства за 1899 г. С.-Петербургъ, 1900 г. Стр. 85.

Зап. Физ.-Мат. Отд.

4) Мнѣ пока неизвѣстно, не установленъ-ли футштокъ такъ, что его нуль находится на верху и книзу отсчеты возрастаютъ; но и въ этомъ случаѣ нельзя допустить, что отмѣтки профиля отнесены къ нулю футштока, а не къ ординару, такъ какъ при такомъ допущеніи оказывается, что полотно ж. дороги въ Талиенванѣ поднято на значительную высоту (около 8 саж.), что не соотвѣтствуетъ дѣйствительности.

линіи, получимъ абсолютную высоту полотна на станціи Сунгари = 64,39 саж. Невязка между нивелировками обѣихъ линій Китайской Восточной ж. дороги здѣсь достигаетъ 3,58 саж., причемъ нивелировка магистрали даетъ меньшую величину.

Теперь посмотримъ, какой результатъ получится для Байкала, если абсолютную высоту ст. Сунгари примемъ по связи съ Владивостокомъ = 60,81 саж. Отнеся все отмѣтки профилей магистрали Китайской Восточной ж. дороги и Маньчжурской вѣтви Забайкальской ж. дороги къ горизонту Уссурійской ж. дороги, получимъ высоту пикета № 0 вѣтви Забайкальской ж. дороги близъ развѣзда Китайскаго = 276,33 саж. Тотъ-же пикетъ значится на профилѣ магистрали Забайкальской ж. дороги подъ № 1038 при отмѣткѣ 282,17 саж. Изъ сличенія приведенныхъ двухъ отмѣтокъ находимъ поправку къ профилю магистрали Забайкальской ж. дороги = — 5,84 саж.

Далѣе, приведя все отмѣтки магистрали Забайкальской ж. дороги тоже къ горизонту Уссурійской ж. дороги, получимъ высоту полотна у станціи Мысовой = 219,78 саж. Нивелировками А. В. Вознесенскаго и строителей Забайкальской ж. дороги превышеніе полотна у ст. Мысовой надъ нулемъ футштока № 1 на новой пристани Нѣмчинова опредѣлено = 3,66 саж., а надъ нулемъ футштока № 2 на пристани ледокола = 3,34 саж. Эти величины приводятъ къ слѣдующимъ абсолютнымъ высотамъ:

нуля футштока № 1	= 216,12 саж.
нуля футштока № 2	= 216,44 »

Къ сожалѣнію, наблюденія по этимъ футштокамъ велись большей частью не вполне правильно и результаты ихъ еще не приведены въ ясность и не напечатаны. Извѣстно пока только, что нуль футштока № 2 соответствуетъ меженнему горизонту и приходится немного выше средняго уровня Байкала. Принимая во вниманіе, что амплитуда колебаній уровня озера не превышаетъ 1 саж., можно допустить, что при указанныхъ отмѣткахъ нулей футштоковъ ординаръ Байкала долженъ находиться приблизительно на высотѣ 216,2 саж. Если-же примемъ высоту ст. Сунгари по связи съ Портъ-Артуромъ = 64,39 саж., то высота Байкала получится = 219,8 саж.

Остается еще упомянуть о связи, установленной строителями Забайкальской ж. дороги между нивелировками западной (Иркутскъ — Байкаль) и восточной линій дороги посредствомъ одновременныхъ на обоеихъ берегахъ озера наблюденій надъ уровнемъ воды; оказалось, что отмѣтки восточной линіи на 65,70 саж. ниже отмѣтокъ западной линіи¹⁾. Увеличивъ на означенную величину отмѣтку нуля футштока № 1 въ Мысовой и придавъ затѣмъ поправку, опредѣленную къ профилю западной линіи Забайкальской ж. дороги, получаемъ абсолютную высоту нуля футштока № 1 = 216,34 саж. и слѣдовательно высоту ординара Байкала приблизительно = 216,4 саж.

1) Отзывъ управленія по постройкѣ Забайкальской жел. дороги отъ 30 окт. 1900 г. за № 5552.

Сопоставимъ теперь всѣ полученные разными путями опредѣленія абсолютной высоты уровня Байкала:

а) Связь съ марками Главнаго Штаба въ Кинели, Самарь и Оренбургъ.

- 1) По нивелировкамъ Ф. Ф. Мюллера 1871 г. = 214,8 саж.
- 2) По нивелировкѣ г. Краморева 1876 г. = 215,2 »
- 3) По нивелировкѣ западной линіи Забайкальской ж. д., принимая во вниманіе поправку на средній уровень водъ = 216,2 »
- 4) По профилю западной линіи Забайкальской жел. дороги съ поправкою = — 71,00 саж., принимая при этомъ средній уровень Байкала на 0,4 саж. ниже горизонта высокихъ водъ = 216,8 »
- 5) На основаніи связи футштоковъ въ Мысовой съ желѣзною дорогою и передачи отмѣтки западной линіи посредствомъ одновременныхъ на обоихъ берегахъ Байкала наблюденій надъ уровнями воды = 216,4 »

б) Связь съ Тихимъ океаномъ.

- 6) По желѣзнодорожнымъ нивелировкамъ отъ Владивостока до Байкала = 216,2 саж.
- 7) По желѣзнодорожнымъ нивелировкамъ отъ Портъ-Артура до Байкала = 219,8 »

Какъ уже выше замѣчено, расхожденіе между полученными результатами никоимъ образомъ не можетъ быть объяснено тѣмъ, что они относятся къ различнымъ уровнямъ озера; отъ этой причины могло бы зависѣть расхожденіе, не превышающее 1 саж., тогда какъ крайнія изъ полученныхъ величинъ разнятся на 5,0 саж. Весьма вѣроятно, что почти полное совпаденіе результатовъ, выведенныхъ на основаніи нивелировокъ желѣзнодорожныхъ отъ Челябинска до Байкала и отъ Владивостока до Байкала, есть простая случайность и что на самомъ дѣлѣ высота Байкала нѣсколько отличается отъ этихъ результатовъ, по во всякомъ случаѣ нѣтъ основанія этимъ опредѣленіямъ предпочесть крайнія изъ полученныхъ высотъ. О нивелировкахъ Ф. Ф. Мюллера, который оба раза нивелировалъ въ одномъ и томъ-же направленіи отъ Иркутска къ Байкалу, и о нивелировкѣ г. Краморева мы уже говорили выше. Что-же касается послѣдняго результата, полученнаго по связи съ Портъ-Артуромъ, то принявъ его, мы бы должны были допустить мало вѣроятную ошибку около 4 саж. въ желѣзнодорожныхъ нивелировкахъ по линіи Челябинскъ-Байкаль и такую-же ошибку въ нивелировкахъ по линіи Владивостокъ—Сунгаря. Въ виду сказаннаго мы воспользуемся для опредѣленія высоты Байкала лишь результатами 3), 4), 5) и 6) и выведемъ изъ нихъ среднюю величину, придавъ опредѣленію по связи съ Владивостокомъ двойной вѣсъ; въ результатѣ получается *абсолютная высота средняго уровня оз. Байкала = 216,4 саж. или 461,7 м.* Но почти въ точности такую же величину мы бы нашли,

взявъ ариометическое среднее изъ всѣхъ семи результатовъ. *Погрѣшность этой величины едва ли превышаетъ $\pm 2\frac{1}{2}$ саж. или ± 5 м.*

Изъ сопоставленія результатовъ опредѣленія высоты Байкала можно далѣе сдѣлать выводъ, что и погрѣшность опредѣленія высоты Иркутска дѣйствительно не выходитъ изъ указанныхъ нами выше предѣловъ ($\pm 2\frac{1}{2}$ саж. или ± 5 м.).

Остается еще указать наиболѣе вѣроятныя поправки къ профилямъ желѣзныхъ дорогъ, связывающихъ Байкаль съ Японскимъ моремъ. Приведенныя ниже поправки относятся къ подробнымъ профилямъ дорогъ.

Поправка къ профилю Забайкальской ж. дороги отъ Мысовой до пикета № 1183 на 580 верстѣ (около ст. Сохондо) опредѣляется слѣдующимъ образомъ. Если абсолютная высота средняго уровня Байкала = 216,40 саж., то нуль футштока № 1 на новой пристани Нѣмчинова въ Мысовой находится, какъ видно изъ помѣщенного выше разсмотрѣнія связи Байкала съ желѣзною дорогою въ Мысовой, на высотѣ 216,34 саж., но въ тоже время нуль этого футштока на 3,66 саж. ниже полотна жел. дороги на ст. Мысовой, имѣющаго по профилю восточнаго участка Забайкальской ж. дороги отмѣтку 225,20 саж. Изъ сличенія отмѣтки по профилю съ абсолютной высотой полотна въ Мысовой (216,34 + 3,66, т. е. 220,00 саж.) и получается поправка къ профилю дороги отъ Мысовой до пикета № 1183 = — 5,20 саж.¹⁾

Профиля участка Забайкальской ж. дороги отъ пикета № 1183, т. е. отъ станціи Сохондо до Срѣтенска и Маньчжурской вѣтви этой дороги отъ Китайскаго развѣзда до границы Маньчжуріи отнесены къ другому горизонту, а именно отмѣтки этихъ профилей выражаютъ превышенія надъ горизонтомъ, который на 0,40 саж. ниже горизонта профиля ближайшаго къ Байкалу участка и слѣдовательно поправка къ этимъ профилямъ должна быть принята = — 5,60 саж.

Профиля Уссурийской жел. дороги отнесены къ среднему уровню залива Петра Великаго и слѣдовательно поправка къ нимъ можетъ быть принята равной нулю. Изъ сличенія отмѣтокъ общихъ точекъ по профилямъ смежныхъ участковъ магистрали Китайской Восточной и Уссурийской ж. дорогъ получаемъ слѣдующія поправки къ профилямъ отдѣльныхъ

1) Когда настоящая статья была закончена и сдана въ печать, г. начальникъ изысканій и завѣдывающій работами восточнаго участка Кругобайкальской жел. дороги, инженеръ Г. А. Савримовичъ сообщилъ Н. Г. Физ. Обсерваторіи, что по его предварительной нивелировкѣ превышеніе станціонной площадки въ Мысовой надъ площадкою станціи «Байкаль» = 1,50 саж., а такъ какъ отмѣтка полотна на ст. Байкаль по профилю западнаго участка Забайкальской ж. д. 289,26 саж. и поправка къ этому профилю = — 71,00 саж., то, пользуясь результатомъ нивелировки г. Савримовича, абсолютную высоту полотна въ Мысовой находимъ

= 219,76 саж.; если же возьмемъ отмѣтку высоты полотна дороги въ Мысовой по профилю восточнаго участка Забайкальской ж. д. = 225,20 саж. и исправимъ ее указанною нами поправкою = — 5,20 саж., то получимъ высоту полотна въ Мысовой = 220,00 саж., т. е. всего только на 0,24 саж. больше, чѣмъ основываясь на нивелировкѣ г. Савримовича. Какъ уже замѣчено, сообщенный г. Савримовичемъ результатъ не окончательный, и въ настоящее время производится повѣрительная нивелировка отъ Иннокентіевской (Иркутскъ I) до Мысовой (отзывъ отъ 18 мая 1901 г. за № 112).

участковъ Китайской Восточной жел. дороги, при чемъ версты считаются отъ западной границы Маньчжуріи:

		Поправка къ отмѣт- камъ профилей.	
Отъ	1 до 240 версты	=	— 5,84 саж.
»	240 » 470 »	=	— 7,41 »
»	470 » 529 »	=	— 7,19 »
»	529 » 663 »	=	— 6,72 »
»	663 » 745 »	=	— 7,57 »
»	745 » 907 »	=	— 6,79 »
»	907 » 1104 »	=	+ 59,11 »
»	1104 » 1135 »	=	+ 37,16 »
»	1135 » 1151 »	=	+ 21,15 »
»	1151 » 1234 »	=	+ 5,72 »
»	1234 » 1413 »	=	+ 0,14 »

Слѣдуетъ замѣтить, что, принявъ приведенныя поправки, мы получаемъ на западной границѣ Маньчжуріи, т. е. при переходѣ отъ Забайкальской къ Китайской Восточной жел. дорогѣ невязку въ 0,24 саж., которую мы не сочли нужнымъ распределить на всю линію въ виду ея незначительности¹⁾.

III. Нивелировки Военно-Топографическаго Отдѣла Омскаго (нынѣ Сибирскаго) военнаго округа.

Нивелировки Военно-Топографическаго Отдѣла Омскаго военнаго округа исходятъ отъ реперовъ нивелировки Императорскаго Русскаго Географическаго Общества въ Петропавловскѣ и въ Омскѣ; результаты ихъ отнесены къ тому-же горизонту, какъ и нанечатанные въ книгѣ В. Е. Фуса: результаты нивелировки Географическаго Общества на участкѣ Петропавловскъ—Омскъ, слѣдовательно ихъ надлежитъ еще исправить поправкою + 1,4 саж., найденною для результатовъ этой послѣдней нивелировки отъ Петропавловска до Нижнеудинска. Всѣ перечисляемыя ниже нивелировки Омскаго Военно-Топографическаго Отдѣла произведены только въ одномъ направленіи.

1) Если примемъ абс. высоту полотна ж. дороги на ст. Мысовой, на основаніи связи со ст. «Байкаль» при посредствѣ упомянутой выше въ выноскѣ нивелировки И. А. Савримовича = 219,76 саж., то невязка совершенно исчезнетъ, такъ какъ поправка къ профилямъ участковъ отъ Сохондо до Срѣтенска и отъ Китайскаго разъѣзда до границы Маньчжуріи получится также, что и для отнесеннаго къ тому-же горизонту перваго участка Кит. Восточн. жел. дороги, а именно = — 5,84 саж.

Опубликованы результаты слѣдующихъ нивелировокъ Омскаго Военно-Топографическаго Отдѣла:

1) *Отъ Петропавловска до Акмолинска*¹⁾ на протяженіи 615,2 верстѣ. Эта нивелировка произведена въ 1885 и 1886 гг.; за исходную точку взяты цоколь Казачьяго собора въ Петропавловскѣ, высота котораго согласно съ данными нивелировки Географическаго Общества, приведенными въ трудѣ В. Е. Фуса, = 45,5 саж. Вѣроятная погрѣшность опредѣленія высоты Акмолинска, по вычисленію г. Мирошниченка, не превышаетъ $\pm 0,5$ саж.²⁾

2) *Отъ Омска черезъ Семипалатинскъ до Вѣрнаго* на протяженіи 1728,5 верстѣ. Эта нивелировка произведена въ 1893 и 1894 гг. Она исходитъ отъ репера Географическаго Общества въ Омскѣ (казачья церковь, 3-я ступень снизу), высота котораго согласно вычисленія г. Фуса принята = 39,8 саж.³⁾. Оба производителя работъ — гг. Михайловъ и Александровъ, которымъ была поручена эта нивелировка, шли на встрѣчу другъ другу — г. Михайловъ отъ Омска, а г. Александровъ отъ Вѣрнаго. Участокъ между пикетами Джартасскимъ и Узунбулакскимъ, протяженіемъ въ 98,6 верстѣ, пройденъ ими обоими, при чемъ расхожденіе между результатами на этомъ участкѣ достигло 0,924 саж. На этой линіи мы имѣемъ станціи съ барометрами въ Омскѣ, Семипалатинскѣ, Копалѣ и Вѣрномъ, въ виду чего результаты этой нивелировки представляютъ для насъ особенный интересъ и мы къ нимъ еще вернемся.

3) *Отъ Семипалатинска до озера Зайсана* (438,8 верстѣ)⁴⁾. Проверка результатовъ этой нивелировки помощью среднихъ изобаръ невозможна за неимѣніемъ наблюдений по ртутнымъ барометрамъ, высоты которыхъ были бы опредѣлены по связи съ нею.

4) *Отъ Илійскаго выселка по долине р. Или до устья рѣки Хоргоса* (309,4 версты)⁵⁾. Эта нивелировка произведена въ 1895 г.; она примыкаетъ къ нивелировкѣ по линіи Семипалатинскъ—Вѣрный. На участкѣ въ 44 версты была произведена также и проверочная

1) Мирошниченко, полковникъ. Нивелировка отъ г. Петропавловска до г. Акмолинска, произведенная въ 1885 и 1886 гг. Записки Военно-Топ. Отдѣла Главнаго Штаба. Ч. XLVIII. 1892.

2) Полученная для Акмолинска высота пока еще не можетъ быть проверена посредствомъ изобаръ. Среднее мѣсячное и годовое давленіе воздуха въ Акмолинскѣ, приведенное къ уровню моря помощью высоты барометра, найденной по связи съ реперомъ Военно-Топ. Отдѣла Сибирскаго военнаго округа, оказывается около 2 мм. выше, чѣмъ бы слѣдовало ожидать, но до ревизіи станціи въ Акмолинскѣ нельзя съ увѣренностью утверждать, что наблюдатель не дѣлаетъ при отсчетахъ по барометру ошибки именно въ 2 мм., какъ это иногда, хотя и весьма рѣдко случается. Но съ другой стороны нѣтъ увѣренности и въ большой точности результата, полученнаго нивелировкой. Достаточно упомянуть, что

на участкѣ въ 2 версты, который былъ пронивелированъ 2 раза, разногласіе между результатами получилось въ 0,213 саж., при чемъ впрочемъ слѣдуетъ оговорить, что на этомъ участкѣ, какъ и вообще къ концу работъ, были допущены нѣкоторые отступленія отъ инструкціи.

3) Ю. А. Шмидтъ. Степныя нивелировки отъ Омскаго репера до г. Вѣрнаго съ вѣтвью къ озеру Балхашу и отдѣльною вѣтвью отъ г. Семипалатинска къ озеру Зайсану, исполненныя въ 1893, 1894 и 1895 гг. Записки Военно-Топографическаго Отдѣла Главнаго Штаба. Ч. LVI, 1899.

4) Л. с.

5) Ю. А. Шмидтъ. Нивелировка долины Или, произведенная въ 1895 г. Записки Военно-Топографическаго Отдѣла Главнаго Штаба. Часть LVII. 1900.

нивеллировка, при чемъ разность результатовъ достигла всего только 0,03 саж. Такимъ образомъ есть основаніе считать Илійскую нивеллировку достаточно точной. Судя по среднимъ изобарамъ года и отдѣльныхъ мѣсяцевъ погрѣшность въ опредѣленіи высотъ Джаркента, лежащаго на линіи Илійской нивеллировки, и Вѣрнаго должна быть приблизительно одинакова, если результаты опредѣленія для этихъ пунктовъ не вполнѣ соотвѣтствуютъ дѣйствительнымъ высотамъ; это можетъ служить подтвержденіемъ заключенія, сдѣланнаго на основаніи пробѣрочной нивеллировки.

Ю. А. Шмидтъ указываетъ на обстоятельство, которое, безъ сомнѣнія, должно было повліять на точность почти всѣхъ стѣнныхъ нивеллировокъ Военно-Топографическаго Отдѣла Сибирскаго военнаго округа, при чемъ нѣтъ возможности даже приблизительно указать размѣры обуславливаемыхъ имъ погрѣшностей, если нивеллировка велась только въ одномъ направленіи: я говорю объ осѣданіи реекъ на песчаной почвѣ¹⁾. Что накопленіе погрѣшностей, происходящихъ отъ этой причины, на большомъ разстояніи можетъ достигнуть значительной величины, видно на упомянутомъ выше примѣрѣ двойной нивеллировки между пикетами Джартасскимъ и Узунбулакскимъ, разстояніе между которыми почти 100 верстъ; на этомъ участкѣ расхожденіе между результатами нивеллировокъ въ одномъ и въ другомъ направленіи постепенно, хотя и не совсѣмъ равномерно возрастаая, достигаетъ 0,924 саж., при чемъ по нивеллировкѣ г. Михайлова, шедшаго отъ Семипалатинска къ Вѣрному, высоты оказываются больше высотъ, вычисленныхъ на основаніи нивеллировки г. Александра, шедшаго въ обратномъ направленіи. Если допустимъ, что погрѣшности результатовъ обоихъ производителей работъ были одинаковы по числовой величинѣ, но различныхъ знаковъ и что точность ихъ нивелированія одинакова по всей линіи отъ Омска до Вѣрнаго, то мы должны будемъ согласиться съ высказаннымъ генераль-маіоромъ Ю. А. Шмидтомъ мнѣніемъ, что для конечнаго пункта нивеллировки, а именно для Вѣрнаго, погрѣшности компенсируются и превышеніе Вѣрнаго надъ Омскомъ опредѣлено безъ особенно чувствительной ошибки. Наибольшая положительная погрѣшность должна заключаться въ найденной высотѣ Джартасскаго пикета; по ту и по другую сторону отъ него погрѣшность опредѣленныхъ нивеллировками высотъ должна постепенно убывать. Если на всемъ протяженіи отъ Омска до Джартаса ошибка возрастала приблизительно на 0,5 саж. на 100 верстъ, то погрѣшность высоты Джартаса = + 4 саж., а высоты Семипалатинска = + 3½ саж. Это и есть крайнія величины, больше которыхъ нельзя ожидать погрѣшностей въ результатахъ нивеллировки отъ Омска до Вѣрнаго.

Ко всѣмъ высотамъ, опредѣленнымъ перечисленными нивеллировками Военно-Топографическаго Отдѣла Омскаго (нынѣ Сибирскаго) военнаго округа пока принимаемъ лишь поправку + 1,4 саж., найденную для отмѣтокъ исходныхъ точекъ.

1) Ю. А. Шмидтъ. Степныя нивеллировки. Зап. Военно-Топ. Отд. Гл. Штаба. Ч. LVI.

IV. Нивелировки Пермской желѣзной дороги.

За исключеніемъ линіи Екатеринбургъ—Челябинскъ профиля всѣхъ линій Пермской желѣзной дороги отнесены къ одному и тому-же горизонту. Магистраль протяженіемъ въ 1582 версты соединяетъ Котласъ на Сѣверной Двинѣ съ Тюменью; съ магистралю соединены боковыя линіи: Чусовская—Березники (196 версты) и Богдановичъ—Островская (38 версты), а отъ первой изъ нихъ отдѣляется вѣтка Александровскій Заводъ—Луньевка (7 версты).

Для опредѣленія поправокъ къ профилямъ отдѣльныхъ линій Пермской дороги могутъ служить: 1) связь въ Перми и на ст. Березники съ нивелировкой р. Камы, которая въ свою очередь при посредствѣ нивелировки Волжской описи связана съ маркою Военно-Топографическаго Отдѣла въ Самарѣ и 2) связь съ нивелировками Самаро-Златоустовской и Сибирской ж. дорогъ въ Челябинскѣ.

По связи съ нивелировкой Камы (т. е. съ маркою въ Самарѣ) поправка къ магистрали найдена нами (см. стр. 19) = + 2,55 саж.; если-же абсолютную высоту Челябинска примемъ на основаніи связи съ марками Военно-Топографическаго Отдѣла Главнаго Штаба въ Кинели и Оренбургѣ въ среднемъ выводѣ $= \frac{107,40 + 109,93}{2} = 108,66$ саж., то поправка къ профилю магистрали Пермской дороги получится = + 1,87 саж. Въ виду того, что связь Челябинска съ Оренбургомъ основана отчасти на триангуляціи, а въ нивелировкѣ Самаро-Златоустовской ж. дороги, связывающей Челябинскъ съ маркою въ Кинели, есть основанія предполагать между Златоустомъ и Челябинскомъ накопленіе погрѣшностей, мы возьмемъ поправку, найденную по связи съ маркою въ Самарѣ, съ двойнымъ вѣсомъ, тогда окончательная поправка къ профилю магистрали и всѣхъ вѣтвей Пермской жел. дороги, кромѣ линіи Екатеринбургъ II—Челябинскъ, получится = + 2,3 саж. На этой поправкѣ мы и остановимся.

Чтобы получить поправку къ профилю линіи Екатеринбургъ II—Челябинскъ, рассмотримъ слѣдующія сличенія отмѣтокъ полотна въ конечныхъ пунктахъ этой линіи съ принятыми нами соотвѣтствующими абсолютными высотами:

	Отмѣтка по профилю.	Абсолютная высота.	Поправка къ профилю.
Екатеринбургъ II	195,77 саж.	124,51 саж.	— 71,26 саж.
Челябинскъ	180,35 »	108,90 »	— 71,45 »

Изъ этого сличенія видно, что въ случаѣ, если принятыя нами поправки къ профилямъ Пермской и Сибирской ж. дорогъ вѣрны, на линіи Екатеринбургъ II—Челябинскъ получается невязка въ 0,19 саж. Въ виду того, что нѣтъ достаточныхъ основаній, почему-бы слѣдовало предпочесть ту или другую изъ получаемыхъ поправокъ, и принимая во вниманіе,

что разница между поправками для конечныхъ пунктовъ незначительна, принимаемъ какъ поправку къ профилю линій Екатеринбургъ II—Челябинскъ арифметическое среднее изъ обѣихъ величинъ, а именно = $-71,35$ саж.

Линія Чусовская—Березники связана съ нивелировкой р. Камы на станціи Березники¹⁾; превышеніе рельсовъ желѣзной дороги на мосту вблизи ст. Березники надъ рельсами на ст. Пермь получилось:

По нивелировкѣ Камской описной партіи . . = 6,35 саж.
» желѣзнодорожной нивелировкѣ = 6,78 »

V. Нивелировки Рязанско-Уральской желѣзной дороги.

Магистраль Рязанско-Уральской желѣзной дороги оканчивается въ предѣлахъ Азіатской Россіи у г. Уральска; экспедиціей, снаряженной Обществомъ Рязанско-Уральской жел. дороги въ 1892 г., нивелировка была продолжена еще отъ Уральска до Уильскаго и отъ Уральска до Гурьева. Нивелировки экспедиціи 1892 г. обработаны С. Н. Никитинымъ и В. О. Пашкевичемъ, напечатанными окончательные результаты этихъ нивелировокъ въ статьѣ подъ заглавіемъ: «Гипсометрія страны между Волгою и Ураломъ»²⁾, гдѣ уже исправлены ошибки, обнаруженныя въ профиляхъ, приложенныхъ къ отчетамъ экспедиціи³⁾. За исходную точку интересующихъ насъ нивелировокъ Рязанско-Уральской ж. дороги взята марка Военно-Топографическаго Отдѣла на паравозномъ зданіи названной дороги въ Козловѣ, а высота ея принята = $70,485$ саж.; въ Каталогѣ С. Д. Рыльке показана окончательно исправленная абсолютная высота этой марки = $70,555$ саж. и слѣдовательно данныя нивелировокъ Рязанско-Уральской ж. д. въ статьѣ гг. Никитина и Пашкевича подлежатъ исправленію на $+0,07$ саж. Для участка отъ Козлова до Саратова имѣется также и точная пробѣрочная нивелировка и слѣдовательно высота Саратова опредѣлена достаточно точно. Сверхъ того она контролируется нивелировкой Тамбово-Камышинской линіи Рязанско-Уральской ж. д. и связанною съ послѣдней нивелировкой Волжской описной партіи отъ Камышина до Саратова, образующими съ нивелировкой по линіи Тамбовъ-Саратовъ замкнутый полигонъ; невязка этого полигона не превышаетъ нѣсколькихъ десятыхъ долей сажени. Опредѣленіе высоты Уральска контролируется помощью нивелировокъ

1) Краткое описаніе изслѣдованія рѣки Камы отъ г. Дедюхина до впаденія въ р. Волгу, произведеннаго Камскою описною партією въ 1879—1882 гг. подъ начальствомъ инженера А. Липина. С.-Петербургъ. 1887 г. Изданіе Мин. Путей Сообщенія.

2) Извѣстія Императорскаго Русскаго Географическаго Общества, томъ XXX.

Зап. Физ.-Мат. Отд.

3) Отчеты экспедиціи 1892 г. въ Зауральскія степи Уральской области и Усть-Уртъ, снаряженной Обществомъ Рязанско-Уральской ж. д. и Геологическимъ Комитетомъ подъ начальствомъ С. Н. Никитина. С.-Петербургъ, 1893.

экспедиціи по орошенію на югѣ Россіи и на Кавказѣ отъ Гребенщиковской (на р. Уралѣ) до станціи Александровъ Гай вѣтви Рязанско-Уральской ж. д.; эти нивелировки тоже разработаны гг. Никитинымъ и Пашкевичемъ. Полигонъ Уральскъ—Гребенщиковская—Александровъ Гай—Новоузенскъ—Урбахъ—Уральскъ далъ тоже весьма незначительную невязку.

Для контроля высоты Уильскаго геометрической нивелировки не имѣется; приведенныя-же къ уровню моря среднія величины атмосфернаго давленія для Уильскаго хорошо согласуются съ данными для Уральска, Оренбурга и другихъ пунктовъ.

Отмѣтки профиля линіи Покровская слобода—Уральскъ подлежатъ, на основаніи связи съ Козловымъ, исправленію на $+ 2,97$ саж.

VI. 0 высотъ Каспійскаго моря.

Если абсолютная высота Каспійскаго моря еще не опредѣлена вполне точно, такъ это отчасти зависитъ оттого, что и средній уровень его еще ни въ одномъ пунктѣ не опредѣленъ достаточно продолжительными наблюденіями. Извѣстно, что средній годовой уровень Каспія подверженъ значительнымъ колебаніямъ, но прослѣдить эти колебанія по однороднымъ наблюденіямъ мы можемъ сравнительно за непродолжительное время и то лишь въ одномъ пунктѣ, а именно въ Баку.

Наблюденія надъ колебаніями уровня моря у Баку могутъ быть надежнымъ образомъ сведены въ одинъ рядъ съ 1851 г. Данныя 1851—1885 гг. обработаны и напечатаны Н. М. Филипповымъ въ его трудѣ: «Объ измѣненіи уровня Каспійскаго моря»¹⁾. Всѣ эти наблюденія отнесены г. Филипповымъ къ футштоку у Дѣвичьей башни. Для сужденія о величинѣ колебаній Каспія привожу наибольшія отклоненія средняго годового уровня отъ средняго изъ наблюденій 35 лѣтъ:

1853 г.	— 1 ф. 2,4 д.	1869 г.	+ 2 ф. 5,0 д.
1857 г.	— 1 ф. 1,0 д.	1882 г.	+ 2 ф. 2,7 д.

Такимъ образомъ, принявъ средній уровень какого нибудь одного года за нормальный, можно ошибиться на $2\frac{1}{2}$ ф. или 0,7 м. Еще больше можетъ быть ошибка, если примемъ средній уровень какого-либо мѣсяца за нормальный. Между тѣмъ точныхъ свѣдѣній объ уровняхъ, къ которымъ относится бѣльшая часть опредѣленій высоты Каспійскаго моря, не имѣется.

1) Записки И. Р. Географическаго Общества по общей географіи. XX, № 2.

Наибольшаго вниманія заслуживаютъ слѣдующія опредѣленія абсолютной высоты Каспійскаго моря:

1) Геометрическія нивеллировки Закавказской и Владикавказской желѣзныхъ дорогъ, Общества Рязанско-Уральской ж. дороги и Волжской описной партіи¹⁾.

2) Триангуляціи: Экспедиціи Императорской Академіи Наукъ (1836 и 1837 гг.), Закавказская, Дагестанская и Приволжская.

Всѣ перечисленныя опредѣленія дали довольно близкіе между собою результаты, къ разсмотрѣнію которыхъ мы и перейдемъ.

а) *Нивеллировка Закавказской желѣзной дороги.* По нивеллировкѣ 1891 г. нуль футштока въ Баку оказался на 11,99 саж. ниже ординара Чернаго моря у г. Поті²⁾. Средній уровень Каспійскаго моря у г. Баку, выведенный изъ наблюдений 1851—1885 гг., на 5,6 дюймовъ выше нуля городского футштока у Дѣвичьей башни³⁾, а нуль этого футштока по Н. М. Филиппову на 2 ф. 7 д. выше нуля Байловскаго футштока 1886 г. Байловскій футштокъ со времени посѣщенія Баку М. А. Рыкачевымъ въ 1881 г. перемѣщался два раза, а именно 27 апрѣля 1890 г. и въ мартѣ 1892 г. 27 апрѣля 1890 г. нуль рейки былъ установленъ на уровнѣ моря въ моментъ закрѣпленія, а съ марта 1892 г. нуль новаго футштока находится, какъ сообщилъ наблюдатель г. Соловьевъ А. В. Вознесенскому⁴⁾, на такой-же высотѣ, какъ и нуль футштока, служившаго до этого времени. Нуль футштока 1892 г., а слѣдовательно и нуль футштока 1890—1892 гг., по нивеллировкѣ А. В. Вознесенскаго, находился на 3,73 м. ниже марки М. А. Рыкачева; согласно-же опредѣленія М. А. Рыкачева, нуль футштока 1881—1890 гг. приходился на 5,07 м. ниже упомянутой марки⁵⁾. Такимъ образомъ оказывается, что нуль футштока 1881—1890 гг. на 1,34 м. или 1 ф. 4,8 д. ниже нуля футштока 1890—1892 гг.

Средній уровень Каспійскаго моря, выведенный изъ наблюдений 1851—1885 гг., соответствуетъ слѣдующимъ отсчетамъ по футштокамъ:

По городскому футштоку	= + 0 ф. 5,6 д.
» футштоку 1881—1886 гг.	= + 2 ф. 7,0 д.
» футштоку 1890—1892 гг. =	— 1 ф. 4,2 д. = — 0,19 саж.

Такъ какъ нуль футштока 1890—1892 гг. по нивеллировкѣ Закавказской ж. дороги находится на 11,99 саж. ниже Чернаго моря, то абсолютная высота средняго уровня Каспія получается = — 12,18 саж.

1) Имѣется также нивеллировка Военно-Топографическаго Отдѣла Главнаго Штаба отъ Новороссійска до Петровска, произведенная въ концѣ прошлаго столѣтія, но результаты этой нивеллировки еще не опубликованы.

2) Отзывъ управленія Закавказской ж. дороги отъ 1 мая 1896 г. за № 4976 (4842).

3) Н. М. Филипповъ. Объ измѣненіи уровня Каспійскаго моря. Записки И. Р. Геогр. Общ. по общей географіи. XX, № 2.

4) Отчетъ А. В. Вознесенскаго объ осмотрѣ станціи въ Баку въ 1893 г. (рукопись).

5) Отчетъ по Главной Физической Обсерваторіи за 1881 и 1882 гг.

б) *Нивеллировка Владикавказской желѣзной дороги.* По этой нивеллировкѣ нуль футштока въ Петровскѣ оказался на 11,65 саж. ниже уровня Чернаго моря¹⁾. Въ то время, когда въ Баку уровень моря стоялъ на 0,25 саж. выше средняго горизонта 1851—1885 гг. (въ августѣ 1897 г.), въ Петровскѣ футшокъ показывалъ $+ 0,05$ саж. Отсюда, предполагая, что Каспійское море у Петровска и Баку на одномъ уровнѣ, можно заключить, что средній уровень въ Петровскѣ нѣсколько ниже нуля футштока и что по нивеллировкѣ Владикавказской желѣзной дороги ему приблизительно соответствуетъ отмѣтка $= - 11,9$ саж.

в) *Нивеллировки Общества Рязанско-Уральской жел. дороги и Волжской описной партіи.* Выше уже упомянуто, что высота Волги въ Камышинѣ опредѣляется привязанными къ маркѣ Военно-Топографическаго Отдѣла въ Козловѣ нивеллировками, образующими полигонъ: Тамбовъ—Саратовъ—Камышинъ—Тамбовъ. Точно также высота Гребенщиковской на р. Уралѣ получилась на основаніи нивеллировокъ, исходящихъ отъ Саратова и образующихъ полигонъ: Урбахъ—Уральскъ—Гребенщиковская—Александровъ Гай—Урбахъ. Камышинъ связанъ съ Каспійскимъ моремъ нивеллировкой Волжской описной партіи²⁾, которая контролируется нивеллировками Общества Рязанско-Уральской ж. дороги по линіи Камышинъ—Ельтоноу—Баскунчакъ—Астрахань, а также нивеллировкой Баскунчакской жел. дороги отъ пристани Владиміровки до оз. Баскунчакъ, связанной какъ съ Волжской такъ и съ второй нивеллировками³⁾. Гребенщиковская связана съ Каспіемъ уже упомянутою нивеллировкой Общества Рязанско-Уральской жел. дороги. Принявъ высоту марки Военно-Топографическаго Отдѣла Главнаго Штаба въ Козловѣ $= 70,485$ саж.⁴⁾ и «нормальный» уровень Каспійскаго моря $= - 12,2$ саж., С. Н. Никитинъ и В. О. Пашкевичъ на основаніи нивеллировокъ отъ Камышина и отъ Гребенщиковской до Каспія получили высоты послѣдняго, не уклоняющіяся отъ принятой ими болѣе какъ на 0,4—0,5 саж.⁵⁾. Слѣдуетъ впрочемъ замѣтить, что они довольно произвольно принимаютъ за «нормальный» уровень Волги меженній горизонтъ одного года; этотъ горизонтъ въ Камышинѣ отождествляется ими съ самымъ низкимъ уровнемъ, а между тѣмъ высота уровня Каспійскаго моря ими принимается весьма мало отличающаяся отъ средняго вывода изъ нѣсколькихъ опредѣленій. Но за неимѣніемъ точныхъ свѣдѣній о томъ, къ какимъ уровнямъ относятся отдѣльныя опредѣленія, нельзя и ожидать большой точности результата, особенно принимая во вниманіе большое протяженіе нивеллировокъ, связывающихъ Каспійское море съ маркою въ Козловѣ; тѣмъ не менѣе тотъ фактъ, что получилась лишь незначительная невязка, важенъ уже потому, что онъ устраняетъ возможность значительной ошибки результатовъ, выведенныхъ другимъ путемъ.

1) Отзывъ управленія Владикавказской жел. дороги отъ 13 мая 1896 г. за № 3881 (4179).

2) Н. А. Богуславскій. Волга какъ путь сообщенія.

3) С. Н. Никитинъ и В. О. Пашкевичъ. Гипсо-

метрія страны между Волгою и Ураломъ. Извѣстія И. Р. Геогр. Общества. XX.

4) Въ Каталогѣ С. Д. Рыльке высота этой марки показана $= 70,555$ саж.

5) С. Н. Никитинъ и В. О. Пашкевичъ. Л. с.

г) *Триангуляціи* привели къ слѣдующимъ результатамъ. Уровень Каспійскаго моря оказался ниже Чернаго моря:

- | |
|---|
| 1) По триангуляціи 1836 и 1837 гг. экспедиціи, снаряженной Имп. Академіею Наукъ (въ которой участвовали Фусъ, Савичъ и Саблеръ) уровень 1837 г. . . на 83,67 ф. $\pm 1,23 = 11,95$ саж. ¹⁾ |
| 2) По Закавказской триангуляціи » 85,5 » = 12,2 » ²⁾ |
| 3) По Дагестанской триангуляціи: |
| по наблюденіямъ 1861 г. » 89,13 » = 12,73 » ³⁾ |
| по наблюденіямъ 1881 г. » 88,51 » = 12,64 » ⁴⁾ |
| 4) По Приволжской триангуляціи » 89,7 » = 12,8 » ⁵⁾ |

Въ 1837 г., когда академическая экспедиція достигла Каспійскаго моря, горизонтъ этого моря, по имѣющимся свѣдѣніямъ, мало отличался отъ нормальнаго уровня минувшаго столѣтія⁶⁾. Во время производства Дагестанской триангуляціи въ 1861 г. средний годовой уровень Каспія былъ на 0,2 саж. ниже нормальнаго, а въ 1881 г. на столько же выше нормальнаго 1851—1885 гг. Во время производства Приволжской триангуляціи горизонтъ Каспійскаго моря стоялъ около 1 ф. ниже того-же нормальнаго уровня.

Приведенный рядъ опредѣленій далъ результаты, лишь незначительно разнящіеся между собою. Отдавая предпочтеніе геометрическимъ нивелировкамъ, мы остановимся на абсолютной высотѣ горизонта Каспійскаго моря = — 12,2 саж. = — 26,0 м., погрѣшность которой не можетъ превышать $\pm 0,5$ саж. или $\pm 1,0$ м.

VII. Опредѣленіе высоты Аральскаго моря.

Нивелировка, произведенная въ 1874 г. по порученію Императорскаго Русскаго Географическаго Общества и Оренбургскаго его Отдѣла, подъ руководствомъ А. А. Тилло, дала въ результатѣ превышеніе Аральскаго моря надъ Каспійскимъ, лѣтомъ 1874 г.,

1) W. Struve. Beschreibung der zur Ermittlung des Höhenunterschiedes zwischen dem Schwarzen und dem Caspischen Meere mit Allerhöchster Genehmigung auf Veranstaltung der K. Akademie der Wissenschaften in den Jahren 1836—1837 von G. Fuss, A. Sawitsch und G. Sabler ausgeführten Messungen. St. Petersburg. 1849.

2) Каталогъ тригонометрическихъ и астрономическихъ пунктовъ, опредѣленныхъ въ 1860—1865 гг. Приложение къ XXVII ч. Записокъ Военно-Топограф. Отдѣла Главнаго Штаба.

3) Кавказская триангуляція, группа IV. Работы, произведенныя съ 1871 по 1895 г. въ Дагестанѣ и Чечнѣ. Записки Военно-Топограф. Отдѣла Главнаго Штаба. Часть LVI.

4) Тамъ-же.

5) Каталогъ тригонометрическихъ и астрономическихъ пунктовъ, опредѣленныхъ въ 1860—1865 гг.

6) E. Brückner. Klimaschwankungen seit 1700. Geographische Abhandlungen von Dr. Penk. Band IV. 1890.

$= 74,0 \text{ м.} \pm 0,3 \text{ м.}$ ¹⁾. Такъ какъ эта цифра относится не къ среднимъ, а къ случайнымъ уровнямъ, хотя и взятымъ при спокойномъ стояніи морей, то независимо отъ накопленія погрѣшностей при нивелированіи, она можетъ отличаться на нѣкоторую величину, но не болѣе 1 м. отъ разности высотъ среднихъ уровней. Нивелировка велась тремя нивелирами, но по одному и тому-же направленію, отъ Аральскаго моря къ Каспійскому.

Принявъ абсолютную высоту Каспійскаго моря $= - 26,0 \text{ м.}$, получимъ превышеніе Аральскаго моря надъ уровнемъ океана $= 48 \text{ м.}$

VIII. Нивелировки Военно-Топографическаго Отдѣла Туркестанскаго военнаго округа и Средне-Азіатской желѣзной дороги.

По полотну Средне-Азіатской желѣзной дороги отъ Красноводска до Ташкента произведена Военно-Топографическимъ Отдѣломъ Туркестанскаго военнаго округа весьма точная двойная нивелировка. Результаты этой нивелировки опубликованы лишь для пунктовъ отъ Красноводска до Самарканда въ Туркестанскихъ Вѣдомостяхъ²⁾, но и участокъ отъ Самарканда до Ташкента уже обработанъ и абсолютныя высоты марокъ на этомъ участкѣ, а также превышенія барометровъ нѣкоторыхъ станцій надъ марками весьма обязательно сообщены Николаевской Главной Физической Обсерваторіи Военно-Топографическимъ Отдѣломъ Туркестанскаго военнаго округа черезъ посредство Ташкентской Астрономической и Физической Обсерваторіи.

Высота исходной точки этой нивелировки, а именно марки на вокзалѣ желѣзной дороги въ Красноводскѣ, опредѣлена по связи съ Каспійскимъ моремъ, при чемъ средній горизонтъ этого моря былъ принятъ на 12,791 саж. ниже уровня океана; высота исходной марки была найдена $= - 8,563 \text{ саж.}$, но въ виду того, что принятая высота Каспія и опредѣленное превышеніе марки надъ моремъ по всей вѣроятности относятся къ различнымъ уровнямъ воды, при обработкѣ нивелировки считали абсолютную высоту марки на вокзалѣ въ Красноводскѣ круглымъ числомъ $= - 8,500 \text{ саж.}$ Такъ какъ на основаніи выше изложенныхъ соображеній представляется наиболѣе вѣроятнымъ, что средній уровень Каспійскаго моря лежитъ на 12,2 саж. ниже уровня океана, то и абсолютную высоту марки въ Красноводскѣ увеличимъ на 0,5 саж. и будемъ ее считать $= - 8,000 \text{ саж.}$, а соотвѣтственно съ этимъ, пользуясь результатами нивелировки Туркестанскаго Военно-Топографическаго Отдѣла, будемъ исправлять ихъ на $+ 0,500 \text{ саж.}$

1) А. Тилло. Описаніе Арало-Каспійской нивелировки, произведенной въ 1874 г. по порученію И. Р. Географическаго Общества и Оренбургскаго его Отдѣла. С.-Петербургъ. 1877.

2) Д. Геденовъ. Точная нивелировка между Красноводскомъ и Самаркандомъ. Туркестанскія Вѣдомости. 1898 г., 12 марта. № 20.

Нивелировка Средне-Азіатской желѣзной дороги по линіи Красноводскъ—Ташкентъ довольно хорошо согласуется съ нивелировкой Туркестанскаго Военно-Топографическаго Отдѣла, какъ это видно изъ слѣдующаго сличенія отмѣтокъ, снятыхъ съ профиля дороги и весьма обязательно сообщенныхъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи Управленіемъ дороги, съ абсолютными высотами марокъ, заложенныхъ на станціяхъ желѣзной дороги. Привожу здѣсь для примѣра данныя для нѣкоторыхъ станцій, расположенныхъ на разныхъ участкахъ дороги.

	Абсолютная высота марки на вокзалѣ.	Абсолютная высота рельсовъ желѣзной дороги по желѣзно- дор. нивелировкѣ.	Разность.
В ъ с а ж е н я х ъ .			
Красноводскъ	— 8,000	—	—
Янгаджа	— 8,748	— 8,52	— 0,23
Казанджикъ	16,393	15,74	+ 0,65
Кизиль-Арватъ	47,149	46,45	+ 0,70
Бахарденъ	76,087	75,32	+ 0,77
Асхабадъ	105,199	104,52	+ 0,58
Мервъ	105,495	105,02	+ 0,48
Байрамъ-Али	111,030	110,31	+ 0,72
Репетекъ	88,006	87,37	+ 0,64
Аму-Дарья	89,694	89,13	+ 0,56
Бухара	104,777	104,21	+ 0,57
Самаркандъ	323,239	322,29	+ 0,95
Джизакъ	183,389	182,83	+ 0,56
Черняево	169,861	169,39	+ 0,47
Сыръ-Дарьинская	123,281	123,52	— 0,24
Ташкентъ	205,299	205,25	+ 0,05

Если даже допустимъ, что марки вездѣ находятся на одной и той-же высотѣ надъ рельсами желѣзной дороги, что конечно мало вѣроятно, то мы все-же должны придти къ заключенію, что накопленіе погрѣшностей въ желѣзнодорожной нивелировкѣ отъ Красноводска до Ташкента не достигаетъ 1 сажени.

Приведенныя сличенія даютъ намъ возможность судить о точности нивелировокъ Средне-Азіатской жел. дороги вообще. Судя по хорошему согласію результатовъ желѣзнодорожной нивелировки на линіи Красноводскъ—Ташкентъ съ абсолютными высотами, опредѣленными двойною точною нивелировкой, можно заключить, что и нивелировки по другимъ линіямъ дороги, а именно 1) отъ Мерва до Кушкынскаго поста, 2) отъ Черняева до Андижана и 3) отъ Горчакова до Маргелана исполнены съ удовлетворительной точностью.

Отмѣтки, снятыя съ профилей отдѣльныхъ линій Средне-Азіатской желѣзной дороги, выражаютъ превышенія надъ горизонтомъ Каспійскаго моря и для приведенія къ уровню океана ихъ слѣдуетъ уменьшить на 12,2 саж.

IX. Паденіе рѣкъ Туры и Иртыша отъ Тюмени до Самарова и Оби отъ Самарова до устья.

Весьма важное значеніе для барометрической сѣти въ Сибири имѣетъ станція въ Обдорскѣ, расположенная на протокѣ р. Оби, въ разстояніи около 340 отъ Обской губы; высота Обдорска, правда, не опредѣлена точною геометрическою нивелировкой и едвали въ близкомъ будущемъ можно ожидать такого опредѣленія, но приближенно, съ погрѣшностью, заключающейся въ предѣлахъ $+1$ саж. и -2 саж., она можетъ быть получена на основаніи имѣющихся свѣдѣній о скорости теченія рѣкъ Туры, Иртыша и Оби, а также паденія этихъ рѣкъ отъ Тюмени до Обской губы, предполагая, что Ледовитый океанъ находится на одномъ уровнѣ съ Атлантическимъ океаномъ. Данныя о скорости теченія названныхъ рѣкъ были собраны Г. Ф. Абельсомъ; онъ же и воспользовался этимъ матеріаломъ для опредѣленія паденія рѣкъ на отдѣльныхъ участкахъ¹⁾. Величину паденія рѣкъ отъ Тюмени до Обской губы и отъ Омска до Обской губы г. Абельсъ распредѣляетъ по участкамъ пропорціонально произведенію скорости теченія на число верстъ, выражающихъ длину даннаго участка.

Пользуясь данными г. Абельса о длинѣ отдѣльныхъ участковъ и скорости теченія рѣкъ на этихъ участкахъ, но замѣнивъ высоты уровней Иртыша у Омска и Туры у Тюмени новыми данными, я вновь вычислилъ — по способу г. Абельса — высоты уровней Иртыша и Оби для нѣкоторыхъ пунктовъ, также, какъ и г. Абельсъ, предположивъ, что нѣтъ разности въ высотѣ горизонтовъ Ледовитаго и Атланческаго океановъ. Высота уровня Туры близъ станціи Туры по нивелировкѣ г. Абельса 14 окт. 1887 г. оказалась на 3,56 саж. ниже рельсовъ желѣзной дороги на станціи Тура (близъ Тюмени); отмѣтка рельсовъ по профилю Пермской жел. дороги 26,35 саж., а поправка къ этому профилю принята нами $= +2,30$ саж.; отсюда абсолютная высота горизонта Туры 14 окт. 1887 г. получается $= 25,09$ саж. Отмѣтка меженнаго горизонта Иртыша близъ Омска по профилю Сибирской жел. дороги 105,30 саж.; поправка къ профилю западнаго отдѣла Сибирской жел. дороги принята нами $= -71,63$ саж.; отсюда абсолютная высота меженнаго горизонта Иртыша у Омска получается $= 33,67$ саж.

1) H. Abels. Die Seehöhen der Barometer einiger meteorologischer Stationen in West-Sibirien. Repertorium für Meteorologie. Band XI.

Исходя изъ этихъ данныхъ, находимъ слѣдующія приближенныя абсолютныя высоты осеннихъ уровней рѣкъ:

Туры близъ Тюмени	25,1 саж.
Иртыша у Омска	33,7 »
Иртыша у Тары	29,1 »
Иртыша у Тобольска	20,7 »
Оби у Самарова	12,3 »
Оби у Березова	6,6 »
Оби у Обдорска	3,5 »
Оби у Пуйкова	1,8 »
Оби у мыса Ямъ-Сале	1,1 »

Необходимо замѣтить, что высота уровня Иртыша у Тобольска получается почти совершенно одинаковая, вычислять ли, исходя отъ Омска или отъ Тюмени.

Б.

Абсолютныя высоты опорныхъ станцій барометрической сѣти
въ Азіатской Россіи.

Въ этомъ отдѣлѣ мною указываются связочныя нивелировки, произведенныя съ цѣлью опредѣленія высотъ барометровъ относительно уровня моря, если данная станція расположена вблизи моря, или относительно репера одной изъ перечисленныхъ въ предыдущемъ отдѣлѣ основныхъ геометрическихъ нивелировокъ Азіатской Россіи. Для тѣхъ станцій, наблюденіями которыхъ я пользовался при черченіи среднихъ годовыхъ изобаръ 1871—1895 гг.¹⁾, я даю высоты разныхъ помѣщеній барометровъ съ 1871 по 1899 г. Здѣсь сообщается также, въ теченіе какого именно времени барометръ данной станціи находился на различныхъ высотахъ. Не приводятся высоты anerоидовъ.

I. Высоты барометровъ на станціяхъ, расположенныхъ вблизи моря.

1. Сагастырѣ. Станція полярной экспедиціи Императорскаго Русскаго Географическаго Общества на островѣ Сагастырѣ въ устьѣ Лены находилась въ дѣйствиі съ сентября 1882 г. до іюля 1884 г. Барометръ ея, по опредѣленію участниковъ экспедиціи, помѣщался на высотѣ 4,88 м. надъ уровнемъ океана²⁾.

1) Въ Климатологическомъ атласѣ Николаевской
Главной Физ. Обсерваторіи.

2) Труды Русской полярной станціи на устьѣ Лены.
Часть II. Метеорологическія наблюденія. 1887.

2. Кушка на р. Гижигѣ. Здѣсь барометръ наблюдался съ сентября 1890 г. по іюль 1891 г. Кушка отстоитъ отъ устья р. Гижиги верстахъ въ пяти; паденіе рѣки здѣсь незначительное и во всякомъ случаѣ не достигаетъ 2 м. Высота барометра надъ рѣкою въ сентябрѣ 1890 г. была опредѣлена Э. В. Штеллингомъ = 8 м., а абсолютную высоту его г. Штеллингъ принимаетъ = 10 м. 23 мая 1891 г. барометръ перенесли въ другое помѣщеніе, но высота его при этомъ почти не измѣнилась.

3. Гижигинскъ расположенъ въ 25 верстахъ отъ устья р. Гижиги въ низменной мѣстности. Здѣсь въ 1894 г. барометръ находился на высотѣ около 8 м. надъ рѣкою и на высотѣ около 12 м. надъ уровнемъ океана.

4. Охотскъ. Въ сентябрѣ 1890 г. Э. В. Штеллингъ барометрическою нивелировкой опредѣлилъ высоту барометра надъ среднимъ уровнемъ моря = 6,0 м. Съ 14 ноября 1894 г. до 9 апр. 1895 г. барометръ помѣщался на 0,7 м. выше прежняго положенія, т. е. на высотѣ 6,7 м. надъ уровнемъ моря, а затѣмъ былъ опять перенесенъ на прежнее мѣсто. Съ октября 1898 г. до сентября 1899 г. онъ висѣлъ въ другомъ зданіи, но приблизительно на такой-же высотѣ, какъ и до этого времени (6 м.).

5. Николаевскъ на Амурѣ. Въ октябрѣ 1890 г. Э. В. Штеллингъ посредствомъ геометрической нивелировки опредѣлилъ превышеніе нуля барометра въ зданіи почтовой конторы надъ горизонтомъ Амура = 30,2 м.; паденіе Амура отъ Николаевска до устья г. Штеллингъ принялъ = 5 м. и получилъ абсолютную высоту барометра въ Николаевскѣ на Амурѣ = 35 м. На такой высотѣ барометръ висѣлъ съ 16 апрѣля 1886 г. до 22 іюня 1893 г.; затѣмъ онъ былъ перемѣщенъ въ городское училище, гдѣ его установили, по опредѣленію наблюдателя г. Якимова, на 2,5 м. ниже прежняго положенія, т. е. на высотѣ 32,5 м. надъ уровнемъ океана. Послѣ этого переноса до конца 1899 г. барометръ не мѣнялъ своего положенія.

6. Петропавловскъ на Камчаткѣ. Барометръ, по которому наблюденія дѣлались съ августа 1890 г. по 17 мая 1892 г., былъ установленъ (какъ указываетъ произведенная Э. В. Штеллингомъ въ августѣ 1890 г. нивелировка) на высотѣ 16 м. надъ среднимъ уровнемъ океана.

7. Александровскій постъ на Сахалинѣ. Съ октября 1882 г. до конца 1892 г. станція помѣщалась въ Корсаковской слободкѣ, расположенной около поста Александровскаго. Превышеніе барометра надъ рѣкой Александровкой найдено Э. В. Штеллингомъ въ іюлѣ 1890 г. посредствомъ геометрической нивелировки = 5,4 м. Такъ какъ паденіе р. Александровки отъ Корсаковской слободки до устья, на протяженіи 3—4 верстъ, не можетъ быть значительно, то г. Штеллингъ принимаетъ абсолютную высоту барометра = 7 м. Въ началѣ 1893 г. станція перемѣщена въ постъ Александровскій; здѣсь высота барометра надъ уровнемъ моря была опредѣлена нивелировкой въ 31,4 м. Съ 23 января 1896 г. до конца 1899 г. барометръ помѣщался въ сосѣднемъ зданіи на высотѣ 26,8 м. надъ моремъ.

8. Корсаковскій постъ. Барометръ на станціи Морского Вѣдомства наблюдался съ августа 1890 г. до 12 іюля 1893 г. Высота его надъ среднимъ уровнемъ моря была

опредѣлена Э. В. Штеллингомъ посредствомъ геометрической нивелировки въ августѣ 1890 г. = 15 м. Съ 19 сентября 1891 г. этотъ барометръ находился въ другомъ помѣщеніи; абсолютная высота его, по произведенной нивелировкѣ, была = 26 м. Въ ноябрѣ 1896 г. открыта станція Тюремнаго Вѣдомства. Высота ея барометра надъ уровнемъ моря опредѣлялась помощью нивелировки и оказалась:

съ ноября 1896 г. до конца іюня 1898 г. . . . = 13,5 м.
съ конца іюня 1898 г. до конца 1899 г. . . . = 29,9 м.

9. Владивостокъ. Портовая станція (Морского Вѣдомства). Барометръ этой станціи неоднократно перемѣщался; послѣ cadaго переноса абсолютная высота его опредѣлялась помощью геометрической нивелировки офицерами промѣрной экспедиціи Восточнаго океана, а въ 1890 г. барометръ былъ связанъ съ моремъ нивелировкой Э. В. Штеллинга. Барометръ находился:

съ 18 апрѣля 1881 г. до 17 ноября 1882 г.	на высотѣ	17,5 м.
» 17 ноября 1882 г. » 22 декабря 1882 г.	» »	22,6 »
» 22 декабря 1882 г. » 24 мая 1892 г.	» »	17,5 »
» 24 мая 1892 г. » 2 іюня 1893 г.	» »	26,7 »
» 2 іюня 1893 г. » 3 октября 1893 г.	» »	28,4 »
» 3 октября 1893 г. » 14 октября 1894 г.	» »	26,7 »
» 14 октября 1894 г. » 11 августа 1896 г.	» »	30,5 »
» 11 августа 1896 г. » конца 1899 г. . . .	» »	16,9 »

10. Владивостокъ. Станція желѣзной дороги. Въ 1898 и 1899 гг. барометръ этой станціи находился на высотѣ 6,0 м. надъ уровнемъ моря. Нивелировка произведена инженерами Уссурійской желѣзной дороги.

11. Никольскъ Уссурійскій расположенъ въ 100 верстахъ отъ Владивостока. Нивелировкой Военно-Топографическаго Отдѣла Приамурскаго военнаго округа опредѣлена абсолютная высота основанія пирамиды въ Никольскѣ = 9,966 саж. или 21,26 м. Метеорологическая станція хотя и перемѣщалась, но при этомъ все время оставалась вблизи этой пирамиды. Барометръ станціи былъ установленъ на высотѣ:

	Надъ основаніемъ пирамиды.	Надъ уровнемъ моря.
Съ 1889 г. до 26 марта 1893 г.	1,69 м.	23,0 м.
» 26 марта 1893 г. до 1 сентября 1895 г.	3,14 »	24,4 »
» 1 сентября 1895 г. по 1899 г.	3,41 »	24,7 »

По профилю Уссурійской жел. дороги абсолютная высота полотна дороги у вокзала въ Никольскѣ Ус. = 10,81 саж. или 23,1 м.

12. Камень-Рыболовъ. Геодезическою нивелировкой Военно-Топографическаго Отдѣла Приамурскаго военнаго округа опредѣлена абсолютная высота поверхности земли у астро-

номическаго столба въ Камень-Рыболовъ = 96 м. и озера Ханка = 32,33 саж. = 69,0 м.¹⁾. Э. В. Штеллингъ въ іюнѣ 1890 г. связалъ барометръ геометрическою нивелировкой съ астрономическимъ столбомъ и барометрическою съ оз. Ханка; въ результатѣ получилось превышеніе барометра надъ основаніемъ астрон. столба = 1,8 м. и надъ озеромъ = 34 м. Абсолютную высоту барометра г. Штеллингъ принялъ равной среднему выводу изъ обоихъ результатовъ, а именно = 100 м. Барометръ перемѣщался 28 сентября 1890 г. и въ январѣ 1892 г., при чемъ однако высота его мѣнялась лишь весьма незначительно.

13. Портъ-Артуръ. Абсолютная высота барометра на станціи доктора В. Е. Тищенко въ 1899 г. опредѣлена = 8 саж. 3 ф. или 18,0 м.

14. Талиенвань. Абсолютная высота барометра въ 1899 г. была приблизительно = 4 м.

II. Высоты барометровъ, опредѣленныя по связи съ реперами Сибирской нивелировки Императорскаго Русскаго Географическаго Общества²⁾.

15. Петропавловскъ (Акмолинской обл.). Станція Гл. Физической Обсерваторіи. Съ 20 марта по 25 октября 1891 г. и съ 30 октября 1892 г. по 30 сентября 1893 г. барометръ этой станціи помѣщался въ одной и той-же квартирѣ (назовемъ ее № 1), при чемъ превышеніе его надъ маркою Военно-Топографическаго Отдѣла Омскаго (нынѣ Сибирскаго) военного округа на Вознесенскомъ соборѣ, по нивелировкѣ Г. Ф. Абельса было = 3,86 м.; высота марки надъ реперомъ И. Р. Географическаго Общества (цоколь казачьяго собора) нивелировкой названнаго Отдѣла опредѣлена = 12,29 саж.³⁾, а высота репера Географическаго Общества, согласно книги В. Е. Фуса, = 45,5 саж.; поправка къ этой послѣдней величинѣ = + 1,4 саж. Отсюда получаемъ абсолютную высоту марки на Вознесенскомъ соборѣ = 59,19 саж. или 126,29 м. и высоту барометра = 130,2 м.

Въ другихъ помѣщеніяхъ высоту барометра относительно его положенія въ упомянутой квартирѣ опредѣлилъ наблюдатель г. Поповъ лишь приблизительно, при чемъ оказалось, что барометръ находился на высотѣ:

	Надъ его положеніемъ въ квартирѣ № 1.	Надъ уровнемъ океана.
Съ ноября 1890 г. до 20 марта 1891 г. . .	— 2 м.	128 м.
» 25 октября 1891 г. до 30 окт. 1892 г.	— 3,2 »	127 »

1) Обзоръ геодезическихъ, астрономическихъ, топографическихъ и картографическихъ работъ Военнаго Вѣдомства, представленныхъ на Высочайшее обозрѣніе 26 марта 1890 г. Ежегодникъ И. Р. Географическаго Общества. I. 1890. Стр. 49 (Перепечатано изъ Русскаго Инвалида).

2) В. Фусъ. Результаты Сибирской нивелировки, произведенной въ 1875—1876 г.

3) Мирошниченко. Нивелировка отъ г. Петропавловска до г. Акмолинска, произведенная въ 1885 и 1886 гг. Записки Военно-Топогр. Отдѣла Главнаго Штаба. Часть XLVIII.

Съ октября 1893 г. на этой станціи наблюденія прекратились и тогда-же начала дѣйствовать станція Сибирской жел. дороги, о высотѣ барометра которой говорится ниже (станція 29).

16. Омскъ. Нивелировкой Географическаго Общества опредѣлена высота 3-ей ступѣни снизу подлѣ цоколя казачьей церкви; этотъ реперъ имѣетъ отмѣтку 39,8 саж., а абсолютная высота его = 41,2 саж. или 87,90 м. Высота барометра найдена:

	Надъ реперомъ Геогр. Общества.	Надъ уровнемъ океана.
Съ мая 1875 г. до февраля 1878 г., по нивелировкѣ Э. В. Штеллинга	= — 2,3 м.	85,6 м.
Съ іюня 1887 г. до 2 іюля 1888 г. и съ 14 октября 1888 г. до іюня 1895 г. въ аптекѣ госпиталя по нивелировкѣ Г. Ф. Абельса	= + 4,1 »	92,0 »
Съ 2 іюля до 14 октября 1888 г. на 1,5 м. меньше и слѣдовательно	= + 2,6 »	90,5 »
Съ іюля 1895 г. по 1899 г. въ кабинетѣ главнаго врача госпиталя по опредѣленію П. К. Мюллера на 0,52 м. ниже, чѣмъ въ аптекѣ	= + 2,1 »	90,0 »

17. Каинскъ. Съ 1878 по 1899 г. барометръ находился въ зданіи уѣзднаго училища и высота его не мѣнялась. Онъ висѣлъ на высотѣ 1,9 м. надъ поверхностью земли; такъ какъ между зданіемъ училища и церковью поверхность земли совершенно ровная, то можно допустить, что приборъ находился на такой-же высотѣ и надъ основаніемъ церкви. Въ книгѣ В. Е. Фуса приведена высота подоконника слухового окна церкви = 52,4 саж., а поправка къ этой величинѣ = + 1,4 саж. По измѣренію Э. В. Штеллинга означенный подоконникъ на 4,2 м. выше поверхности земли. По этимъ даннымъ мы находимъ абсолютную высоту

подоконника слухового окна церкви (репера Геогр. Общ.)	= 114,8 м.
основанія церкви	= 110,6 »
нуля барометра въ училищѣ	= 112,5 »

18. Томскъ. Нивелировкой Географическаго Общества въ Томскѣ опредѣлена высота цоколя собора = 43,3 саж. (по В. Е. Фусу); поправка къ этой величинѣ = + 1,4 саж. Съ декабря 1883 г. барометръ наблюдается въ реальномъ училищѣ; на постоянномъ его мѣстѣ положеніе нуля его шкалы, по геометрической нивелировкѣ Г. Ф. Абельса, на 29,5 м. выше цоколя собора. Такъ какъ абсолютная высота цоколя собора = 44,7 саж. или 95,4 м., то абсолютная высота постояннаго мѣста барометра въ реальномъ училищѣ съ декабря 1883 г. по 1899 г. была = 124,9 м. Временно, съ 8 мая до 7 сентября 1887 г. и съ 3 іюля до 15 сентября 1895 г. барометръ висѣлъ въ нижнемъ этажѣ училища на 2,76 м. ниже, т. е. на высотѣ 122,1 м. надъ уровнемъ моря.

До перенесенія въ реальное училище станція неоднократно перемѣщалась; барометръ находился:

	Н а в ы с о т ъ :	
	Надъ цоколемъ собора.	Надъ уровнемъ моря.
Съ сентября 1874 г. до сентября 1875 г., по барометрической нивелировкѣ Г. Ф. Абельса	+ 2,1 м.	116 м.
Съ сентября 1875 г. до 21 августа 1879 г., по геометрической нивелировкѣ Э. В. Штеллинга	— 9,7 »	85,7 »
Съ 21 августа 1879 г. до 29 іюля 1883 г. приблизительно на 4 м. выше	— 5,7 »	90 »
Съ 29 іюля до ноября 1883 г., по городской нивелировкѣ	— 2,8 »	92,6 »

19. Красноярскъ. Высота марки на домѣ Высокаго по профилю Сибирской нивелировки Географическаго Общества = 71,1 саж. (по В. Е. Фусу), а поправка къ этой величинѣ = + 1,4 саж. Такимъ образомъ абсолютная высота марки = 72,5 саж. или 154,7 м. Барометръ помѣщался:

	Н а в ы с о т ъ :	
	Надъ маркою.	Надъ уровнемъ моря.
Въ квартирѣ Г. А. Хотунцова съ іюня 1889 г. по декабрь 1892 г. по нивелировкѣ Э. В. Штеллинга	7,4 м.	162,1 м.
Въ лазаретѣ въ 1898 и 1899 г., по нивелировкѣ А. В. Вознесенскаго	5,9 »	160,6 »

Въ квартирѣ г. Шепетковскаго, съ ноября 1893 г. по октябрь 1896 г., по словамъ А. В. Вознесенскаго, барометръ находился приблизительно на такой-же высотѣ, какъ и въ лазаретѣ, такъ какъ лазаретъ и домъ г. Шепетковскаго находятся на совершенно горизонтальной улицѣ недалеко другъ отъ друга.

20. Канскъ. Высота репера Географическаго Общества (крестъ на сѣверномъ фронтѣ собора) по В. Е. Фусу = 96,8 саж.; поправка къ этой величинѣ = + 1,4 саж. Абсолютная высота этого репера = 98,2 саж. или 209,52 м.

Барометръ помѣщался на высотѣ:

	Н а в ы с о т ъ :	
	Надъ реперомъ.	Надъ уровнемъ моря.
Съ 25 сентября 1890 г. до 28 февраля 1899 г., въ городскомъ училищѣ, по нивелировкѣ Э. В. Штеллинга	— 2,3 м.	207,2 м.
Съ марта до сентября 1890 г. (приблизительно на 4 м. выше)	+ 1,7 »	211 »
Съ 28 февраля до конца 1899 г., по нивелировкѣ А. В. Вознесенскаго	— 0,5 »	209,0 »

III. Высоты барометровъ, опредѣленные по связи съ реперами нивелировокъ Военно-Топографическаго Отдѣла Омскаго (нынѣ Сибирскаго) военного округа.

21. Акмолинскъ. Высота поверхности земли подъ маркою у сѣвернаго входа въ церковь нивелировкой Военно-Топографическаго Отдѣла Омскаго (нынѣ Сибирскаго) военного округа опредѣлена = 177,9 саж.¹⁾; если примемъ для Акмолинска ту же поправку, что и для исходной точки нивелировки по линіи Петропавловскъ—Акмолинскъ, получимъ абсолютную высоту означенной точки = 179,3 саж. или 382,5 м. Съ 4 октября 1896 г. по 1899 г. барометръ висѣлъ на высотѣ приблизительно 2,8 м. надъ поверхностью земли у сѣвернаго входа въ церковь и слѣдовательно абсолютная высота его получается 385,3 м. Приведенныя къ уровню моря среднія величины давленія воздуха оказываются отъ 2 до 2½ мм. выше, чѣмъ-бы можно было ожидать, судя по изобарамъ. До ревизіи Акмолинской станціи, предложенной въ 1901 г., нельзя рѣшить, объясняется ли это неточностью опредѣленія высоты барометра или же погрѣшностями наблюденій по барометру.

22. Семипалатинскъ. По нивелировкѣ Омскаго Военно-Топографическаго Отдѣла высота шестой (верхней) ступени крыльца собора = 97,1 саж.²⁾. Если придадимъ къ этой величинѣ поправку, принятую для исходной точки этой нивелировки, а именно репера Географическаго Общества въ Омскѣ (+ 1,4 саж.), получимъ высоту означеннаго репера въ Семипалатинскѣ = 98,5 саж. или 210,2 м. П. К. Мюллеръ въ 1897 г. связалъ съ этимъ реперомъ отдѣльныя помѣщенія, гдѣ былъ въ разное время установленъ барометръ, и получилъ слѣдующія высоты:

	Надъ реперомъ.	Надъ уровнемъ моря.
Въ верхнемъ этажѣ городского училища, съ 1875 г. до марта 1882 г.	+ 1,7 м.	211,9 м.
Въ квартирѣ г. Лазарева, съ 1 апрѣля до 18 мая 1882 г.	+ 4,6 »	214,8 »
Въ квартирѣ г. Арефьева, съ 18 мая 1882 г. до 1886 г.	+ 0,8 »	211,0 »
Въ статистическомъ комитетѣ, въ 1887 и 1888 гг.	+ 0,9 »	211,1 »
Въ нижнемъ этажѣ городского училища, въ 1891—1896 гг.	— 0,8 »	209,4 »
Съ 26 мая 1897 г. по 1899 г. въ аптекарѣ г. Ансѣева	— 0,2 »	210,0 »

Разница въ высотѣ барометра въ квартирахъ гг. Лазарева и Арефьева съ одной стороны и въ городскомъ училищѣ (до 1882 г.) съ другой была опредѣлена также нивелировкой, произведенною въ 1882 г., которая дала точно такіе же результаты, какъ и нивелировка г. Мюллера.

1) Мирошниченко, полковникъ. Нивелировка отъ г. Петропавловска до г. Акмолинска. Записки Военно-Топограф. Отдѣла Главнаго Штаба. Часть XLVIII.

2) Шмидтъ, геодезистъ полковникъ. Степныя нивелировки. Записки Военно-Топогр. Отдѣла Главнаго Штаба. Часть LVI. 1899.

	Надъ мар- кою № 2.	Надъ уровнемъ моря.
Въ квартирѣ г. Баума, съ октября 1886 г. до 17 мая 1892 г.	= — 36,2 м.	785,2 м.
Въ квартирѣ г. Ларионова, съ 17 мая 1892 г. до 24 мая 1894 г.	= + 0,3 »	821,7 »
Въ домѣ г. Ларионова, съ 24 мая 1894 г. по 1899 г. . .	= — 38,5 »	782,9 »

Эти высоты, по всей вѣроятности, близки къ истиннымъ (см. главу о нивелировкахъ Военно-Топографическаго Отдѣла Омскаго военного округа).

25. Джаркентъ. Нивелировкой Омскаго Военно-Топографическаго Отдѣла опредѣлена высота паперти мечети Вали-ахуна-Юлдашева = 294,4 саж.¹⁾ Придавъ къ этой величинѣ поправку + 1,4 саж., находимъ абсолютную высоту паперти = 295,8 саж. или 631,11 м. Барометръ съ 29 іюня 1897 г. по 1899 г. помѣщался, по произведенной въ 1897 г. П. К. Мюллеромъ нивелировкѣ, на высотѣ 13,06 м. надъ папертью мечети и слѣдовательно на высотѣ 644,2 м. надъ уровнемъ моря. Въ опредѣленіи высоты Джаркента вѣроятно тоже не заключается чувствительной погрѣшности (см. главу о нивелировкахъ Военно-Топографическаго Отдѣла Омскаго военного округа).

IV. Высоты барометровъ, опредѣленные по связи съ Сибирскою желѣзною дорогою и съ западнымъ участкомъ Забайкальской желѣзной дороги.

26. Челябинскъ. Абсолютная высота полотна желѣзной дороги у вокзала въ Челябинскѣ принята нами = 108,90 саж., а высота рельсовъ = 109,13 саж. или 232,84 м. По произведеннымъ нивелировкамъ высота барометра была:

	Надъ рельсами.	Надъ уровнемъ моря.
Въ 1893—1895 гг. по нивелировкѣ П. К. Мюллера	= + 2,98 м.	235,8 м.
Съ 1896 г. до начала октября 1898 г., по нивелировкѣ П. К. Мюллера	= + 6,57 »	239,4 »
Съ 15 октября 1898 г. по 1899 г., по нивелировкѣ П. М. Гашкова	= — 1,17 »	231,7 »

27. Курганъ. Отмѣтка полотна Сибирской жел. дороги на этой станціи по профилю 108,83 саж., а отмѣтка репера № 59 = 108,25 саж. Рельсы на 0,23 саж. выше полотна.

1) Ю. А. Шмидтъ, геодезистъ генераль-маіоръ. Нивелировка долины Или. Записки Военно-Топограф. Отдѣла Главнаго Штаба. Часть LVII.

Придавъ къ приведеннымъ отмѣткамъ поправку профиля = — 71,63 саж., находимъ абсолютную высоту репера = 36,62 саж. и рельсовъ = 37,43 саж. или 79,86 м. По нивелировкѣ П. К. Мюллера барометръ помѣщался:

Съ 1 до 25 октября 1893 г. на высотѣ 1,30 саж. надъ реперомъ или на высотѣ = 37,92 саж. = 80,9 м. надъ океаномъ.

Съ 25 окт. 1893 г. до 1896 г. на высотѣ 1,45 саж. надъ реперомъ или на высотѣ = 38,07 саж. = 81,2 м. надъ океаномъ.

Съ января 1897 г. по 1899 г. барометръ находился, по нивелировкѣ Г. Ф. Абельса, на высотѣ 1,07 м. надъ рельсами или на высотѣ 80,9 м. надъ уровнемъ моря.

28. Старо-Сидорово. Барометръ съ 1880 по 1899 г. не мѣнялъ своего положенія. П. К. Мюллеръ нивелировкой опредѣлилъ превышеніе его надъ основаніемъ солнечныхъ часовъ этой станціи = 0,66 м., а солнечные часы, по нивелировкѣ одного изъ инженеровъ Сибирской жел. дороги, на 0,38 м. выше репера № 41, отмѣтка котораго по профилю названной дороги 123,44 саж. Придавъ къ этой отмѣткѣ поправку = — 71,63 саж., находимъ абсолютную высоту репера = 51,81 саж. или 110,54 м. и высоту барометра надъ уровнемъ моря = 111,6 м.

29. Петропавловскъ (Акмола. обл.). Станція Сибирской жел. дороги. Отмѣтка полотна желѣзной дороги у вокзала по профилю 136,12 саж., а поправка къ профилю = — 71,63 саж.; слѣдовательно абсолютная высота полотна будетъ = 64,49 саж. и высота рельсовъ = 64,72 саж. или 138,08 м. Высота барометра опредѣлялась нивелировкой и при этомъ оказалась:

	Надъ рельсами.	Надъ уровнемъ моря.
Съ 1 октября 1893 г. до августа 1894 г., по нивелировкѣ инженера г. Шредерса = — 4,90 саж.		59,82 саж. = 127,6 м.
Съ августа 1894 г. до 25 сентября 1895 г., по нивелировкѣ г. Шредерса = + 0,345 »		65,065 » = 138,8 »
Съ 25 сентября 1895 г. по 1896 г., по нивелировкѣ г. Шредерса = + 0,391 »		65,11 » = 138,9 »
Съ 1897 г. по 1899 г., по нивелировкѣ Г. Ф. Абельса = + 1,07 м.		— 139,2 »

30. Татарская. По нивелировкѣ Г. Ф. Абельса, барометръ въ 1899 г. находился на высотѣ 0,64 м. надъ рельсами желѣзной дороги; отмѣтка полотна дороги, по профилю, 123,93 саж., поправка же къ профилю = — 71,63 саж.; а такъ какъ рельсы на 0,23 саж. выше полотна, то абсолютная высота рельсовъ получается = 52,53 саж. или 111,88 м. и высота барометра = 112,5 м.

31. Чулымъ. По опредѣленію Г. Ф. Абельса барометръ въ Чулымѣ въ 1899 г. помѣщался на высотѣ 0,26 м. надъ рельсами Сибирской желѣзной дороги или на высотѣ 0,75 м.

надъ полотномъ дороги. Отмѣтка полотна по профилю дороги 137,30 саж.; исправивъ ее поправкою профиля = — 71,63 саж., находимъ абсолютную высоту полотна = 65,67 саж. или 140,11 м. и высоту барометра = 140,9 м.

32. Мариинскъ. По нивелировкѣ Г. Ф. Абельса барометръ въ 1899 г. былъ установленъ на 4,52 м. ниже рельсовъ жел. дороги у вокзала. Отмѣтка полотна дороги по профилю 138,15 саж., рельсы на 0,23 саж. выше полотна, а поправка къ профилю для Мариинска = — 73,86 саж. Отсюда находимъ абсолютную высоту рельсовъ въ Мариинскѣ = 64,52 саж. или 137,66 м. и высоту барометра надъ уровнемъ моря = 133,1 м.

33. Тулунъ. А. В. Вознесенскій двойною нивелировкой опредѣлилъ превышеніе систерны барометра надъ рельсами желѣзной дороги у вокзала = 1,76 м. (въ 1899 г.). Отмѣтка полотна Сибирской желѣзной дороги на ст. Тулунъ по профилю = 307,39 саж., а поправка къ профилю участка Худоелань—Кимельтей получилась = — 72,91 саж.; слѣдовательно въ Тулунѣ полотно дороги находится на высотѣ 234,48 саж. надъ уровнемъ моря, рельсы на высотѣ 234,71 саж. или 500,77 м. и барометръ на высотѣ = 502,5 м.

34. Иркутскъ. Въ магнитной и метеорологической Обсерваторіи, наблюденія которой начались съ 1887 г., барометръ помѣщается, по нивелировкѣ Э. В. Штеллинга, на высотѣ 37,14 м. надъ астрономическимъ столбомъ у театра и на высотѣ 26,97 м. надъ основаніемъ юговосточнаго угла ограды церкви Св. Креста. Послѣдній изъ этихъ реперовъ Географическаго Общества связанъ нивелировкой г. Александрова (въ 1900 г.) съ маркою на водокачкѣ станціи желѣзной дороги, превышеніе которой надъ полотномъ дороги = 0,259 саж. Марка по этой нивелировкѣ на 4,581 саж. ниже основанія ограды. Отмѣтка полотна у вокзала по профилю западнаго участка Забайкальской жел. дороги 275,70 саж.; поправка къ профилю этого участка получилась = — 71,00 саж., и слѣдовательно по этой связи основаніе ограды церкви Св. Креста находится на высотѣ 209,540 саж. или 447,07 м. надъ уровнемъ моря и барометръ Обсерваторіи на высотѣ 474,04 м. Астрономическій столбъ по нивелировкѣ Географическаго Общества на 4,5 саж. или 9,60 м. ниже основанія ограды церкви Св. Креста¹⁾ и слѣдовательно по связи съ астрономическимъ столбомъ абсолютная высота барометра Обсерваторіи получается = 474,61 м. Принимаемъ абсолютную высоту барометра Обсерваторіи равной арифметическому среднему изъ обоихъ результатовъ, т. е. = 474,3 м.

Съ 1 декабря 1885 г. по декабрь 1886 г. наблюденія дѣлались въ помѣщеніи Восточно-Сибирскаго Отдѣла И. Р. Географическаго Общества. Э. В. Штеллингъ связалъ нивелировкой также и барометръ этой станціи съ выше упомянутыми реперами Географическаго Общества; его нивелировка показала, что этотъ барометръ находился на 0,08 м. выше поверхности земли у астрономическаго столба и на 10,23 м. ниже основанія юговосточнаго

1) В. Фусъ. Результаты Сибирской нивелировки отъ Звѣриноголовской до Байкала.

угла ограды церкви Св. Креста. Абсолютная высота барометра въ помѣщеніи Восточно-Сибирскаго Отдѣла Географическаго Общества получается 437,55 м. и 436,84 м.; принимаемъ среднюю величину = 437,2 м.

Съ 1879 по августъ 1886 г. дѣйствовала станція въ учительской семинаріи. По барометрической нивелировкѣ (на основаніи одновременныхъ наблюденій обѣихъ станцій съ января по августъ 1886 г.) превышеніе барометра въ семинаріи надъ нулемъ барометра въ помѣщеніи Отдѣла Географическаго Общества = 11,0 м., и слѣдовательно абсолютная высота барометра семинаріи = 448 м.

Съ 1874 по 1878 г. наблюдалъ г. Усольцевъ. По исполненной имъ же нивелировкѣ, сестерна барометра его станціи приходилась на 3,4 м. выше основанія собора, а такъ какъ основаніе собора на 5,3 саж. или 11,31 м. ниже основанія юговосточнаго угла ограды церкви Св. Креста¹⁾, то абсолютная высота барометра г. Усольцева должна быть принята = 439,2 м.

V. Высоты барометровъ, опредѣленныя по связи съ озеромъ Байкаломъ.

35. Душкчанъ. Превышеніе барометра надъ среднимъ уровнемъ рѣки Душкчана въ октябрѣ 1899 г. А. В. Вознесенскій опредѣлилъ помощью нивелировки = 11,82 м.; паденіе рѣкъ Душкчана и Кичеры до Байкала, на протяженіи 8 верстъ, онъ считаетъ = 0,24 м. Принявъ абсолютную высоту уровня Байкала = 461,7 м., находимъ высоту барометра надъ уровнемъ океана = 474 м.

36. Голоустное. Высота барометра этой станціи надъ среднимъ уровнемъ Байкала, по опредѣленію А. В. Вознесенскаго, = 2,5 м. Принявъ высоту уровня Байкала надъ океаномъ = 461,7 м., получаемъ абсолютную высоту барометра въ Голоустномъ въ 1897—1899 гг. = 464 м.

37. Лиственничное. По опредѣленію А. В. Вознесенскаго, превышеніе барометра надъ среднимъ горизонтомъ Байкала = 2 м., а такъ какъ высота Байкала надъ уровнемъ океана нами принята = 461,7 м., то абсолютная высота барометра въ 1897—1899 гг. получается = 464 м.

38. Култукъ. А. В. Вознесенскій связалъ нивелировкой барометръ этой станціи съ Байкаломъ и получилъ въ результатѣ, что сестерна инструмента на 6,5 м. выше средняго горизонта Байкала. Придавъ эту величину къ принятой нами высотѣ Байкала = 461,7 м., находимъ абсолютную высоту барометра въ 1898 и 1899 гг. = 468 м.

1) Л. с.

39. Мысовая. Превышеніе систерны барометра надъ среднимъ горизонтомъ Байкала опредѣлено А. В. Вознесенскимъ посредствомъ нивелировки = 11,25 м. Придавъ эту величину къ высотѣ Байкала = 461,7 м., находимъ абсолютную высоту барометра въ 1898 и 1899 гг. = 473 м.

VI. Высоты барометровъ, опредѣленныя по связи съ восточной линіей Забайкальской желѣзной дороги.

40. Верхнеудинскъ. Съ 1886 до 1899 г. барометръ висѣлъ во второмъ этажѣ уѣзднаго училища на высотѣ около 6 м. надъ ближайшимъ ко входу въ калитку училища камнемъ. Г. В. Адриановъ даетъ высоту этого камня, по нивелировкѣ Забайкальской желѣзной дороги, = 244,81 саж.¹⁾, а такъ какъ опубликованныя г. Адриановымъ результаты нивелировокъ въ Забайкальской области отнесены къ тому же горизонту, какъ и профиль восточной линіи Забайкальской жел. дороги отъ Байкала до Сохондо, то приведенная высота репера въ Верхнеудинскѣ подлежитъ исправленію поправкою = — 5,20 саж.; слѣдовательно абсолютная высота репера = 239,61 саж. или 511,22 м. и высота барометра = 517 м.

41. Петровскій Заводъ. Съ 28 сентября 1893 г. до 6 іюля 1895 г. барометръ находился въ квартирѣ Я. П. Будкова, на высотѣ 2,1 ф. или 0,30 саж. надъ реперомъ нивелировки Забайкальской жел. дороги, высоту котораго Г. В. Адриановъ даетъ = 375,11 саж.²⁾. Такъ какъ поправка къ профилю Забайкальской жел. дороги отъ Байкала до Сохондо, а равно и къ даннымъ г. Адрианова, отнесеннымъ къ тому же горизонту, = — 5,20 саж., то абсолютная высота барометра съ 28 сентября 1893 г. до 6 іюля 1895 г. получается = 370,21 саж. или 789,9 м. Съ 29 августа 1895 г. до 18 іюня 1896 г. барометръ помещался въ домѣ Еремина, гдѣ положеніе его было, по нивелировкѣ техника г. Малишевскаго, на 8,20 саж. выше, чѣмъ въ упомянутой квартирѣ г. Будкова, и слѣдовательно абсолютная высота была = 378,41 саж. или 807,4 м. Съ 6 іюля до 29 августа 1895 г. барометръ висѣлъ въ горной школѣ, гдѣ высота его была приблизительно на 15 ф. или 4,6 м. больше, чѣмъ въ домѣ Еремина и, стало быть, была = 812,0 м.

42. Чита. Нивелировкой Забайкальской жел. дороги опредѣлена высота поверхности земли у стараго пансіона гимназіи = 322,71 саж.³⁾; поправка къ этой величинѣ, какъ и

1) Г. В. Адриановъ. Вѣдомость абсолютныхъ высотъ въ разныхъ пунктахъ Забайкальской области, опредѣленныхъ по нивелировкамъ экспедиціи для изысканій Забайкальской желѣзной дороги. Извѣстія | Восточно-Сибирскаго Отдѣла И. Р. Географ. Общества, томъ XXV, № 1.
2) Л. с.
3) Л. с.

къ профилю названной дороги отъ Байкала до Сохондо, получилась = — 5,20 саж., и слѣдовательно абсолютная высота основанія пансіона = 317,51 саж. или 677,43 м. Барометръ Читинской станціи неоднократно переносился; по опредѣленію г. Павлова, высота барометра въ различныхъ помѣщеніяхъ оказалась:

	Надъ поверхностью земли у стараго пансіона гимназіи.	Надъ уров- немъ океана.
Съ 22 мая 1890 г. до 31 іюля 1891 г.	= + 11,0 м.	688,4 м.
» 31 іюля 1891 г. до 8 августа 1894 г.	= + 5,5 »	682,9 »
» 8 до 25 августа 1894 г.	= — 0,5 »	676,9 »
» 25 августа 1894 г. до 20 сентября 1895 г. =	+ 11,0 »	688,4 »
» 20 сентября 1895 г. до 2 іюля 1897 г. . . .	= + 15,9 »	693,3 »
» 2 іюля 1897 г. по 1899 г.	= + 16 »	693 »

Высота того помѣщенія, гдѣ барометръ находился съ 22 мая 1890 г. до 31 іюля 1891 г. и съ 25 августа 1894 г. до 20 сентября 1895 г., можетъ быть вычислена также на основаніи связи съ р. Читой посредствомъ барометрической нивелировки Э. В. Штеллинга. Эта нивелировка дала въ результатѣ превышеніе барометра надъ горизонтомъ льда въ рѣкѣ = 40 м., а по нивелировкѣ Забайкальской жел. дороги уровень льда въ р. Читѣ у г. Читы имѣетъ отмѣтку 308,19 саж.¹⁾ и слѣдовательно находится на высотѣ 302,99 саж. или 646,4 м. надъ уровнемъ моря; такимъ образомъ связь съ рѣкой подтверждаетъ опредѣленіе г. Павлова.

VII. Высоты станцій, опредѣленныя нивелировками Китайской Восточной желѣзной дороги.

43. Хайларъ. Отмѣтка полотна желѣзной дороги въ Хайларѣ по исполнительному профилю 295,50 саж., а поправка къ профилю здѣсь = — 5,84 саж. Абсолютная высота полотна = 289,66 саж. или 618,01 м. Высота барометра, находившагося въ 1899 г. въ одномъ изъ желѣзнодорожныхъ зданій, надъ полотномъ дороги точно не была опредѣлена. Принимаемъ абсолютную высоту барометра = 619 м.

44. Джалантунь. Отмѣтка полотна жел. дороги по исполнительному профилю 158,12 саж., а поправка къ профилю для Джалантуни = — 7,19 саж. Абсолютная высота полотна получается = 150,93 саж. или 321,98 м. Такъ какъ барометръ въ 1899 и 1900 гг. нахо-

1) L. с.

дился въ одномъ изъ зданій желѣзнодорожной станціи, то абсолютную высоту его принимаемъ = 323 м.

45. Харбинь. Отмѣтка полотна желѣзной дороги по исполнительному профилю дороги 77,95 саж., а поправка къ профилю для Харбина = — 6,79 саж. Абсолютная высота полотна дороги получается = 71,16 саж. или 151,82 м. Такъ какъ поселокъ Харбинь расположенъ въ совершенно ровной мѣстности, то абсолютную высоту барометра съ 1898 по 1900 г. принимаемъ = 153 м.

46. Хантахеза. Отмѣтка полотна желѣзной дороги по профилю 180,88 саж., а поправка къ ней = + 21,15 саж. Абсолютная высота полотна получается = 202,03 саж. или 430,98 м., а такъ какъ барометръ въ 1900 г. находился въ одномъ изъ зданій станціи желѣзной дороги, то высоту его принимаемъ = 432 м.

VIII. Высоты барометровъ, опредѣленныя по связи съ Уссурійскою желѣзною дорогою.

47. Хабаровскъ. По барометрической нивелировкѣ Э. В. Штеллинга барометръ Хабаровской станціи въ декабрѣ 1890 г. находился на высотѣ 30 м. надъ среднимъ уровнемъ р. Амура, а такъ какъ превышеніе меженнаго горизонта Амура у Хабаровска надъ уровнемъ океана по профилю Уссурійской жел. дороги = 16,21 саж. или 34,6 м., то абсолютная высота барометра получается приближенно = 65. До 1900 г. барометръ не мѣнялъ своего положенія.

48. Вяземская. Абсолютная высота полотна Уссурійской желѣзной дороги на станціи Вяземской по профилю дороги = 34,25 саж. или 73,08 м. Такъ какъ барометръ въ 1899 г. висѣлъ въ одномъ изъ зданій станціи желѣзной дороги, то абсолютную высоту его принимаемъ = 74 м.

IX. Высоты барометровъ, опредѣленныя по связи съ Пермскою желѣзною дорогою.

49. Бисеръ. Отмѣтка полотна желѣзной дороги на станціи «Бисеръ» по профилю 213,44 саж., рельсы на 0,23 саж. выше полотна, а поправка къ профилю получилась = + 2,30 саж. (см. главу о Пермской жел. дорогѣ). По опредѣленію Г. Ф. Абельса, барометръ съ 1888 г. находится на высотѣ 0,866 саж. надъ рельсами и слѣдовательно на высотѣ 216,84 саж. или 462,6 м. надъ уровнемъ моря.

50. Благодать. На горѣ Благодати наблюденія производились съ 1877 г. до 1 мая 1891 г. Барометръ висѣлъ здѣсь, по нивелировкѣ П. К. Мюллера, на высотѣ 141,6 м. надъ рельсами желѣзной дороги на станціи Кушва. Отмѣтка полотна на станціи Кушва, по профилю дороги, 107,09 саж., рельсъ на 0,23 саж. выше полотна, а поправка къ профилю получилась = + 2,30 саж. По этимъ даннымъ находимъ абсолютную высоту рельсовъ на станціи Кушва = 109,62 саж. или 233,88 м. и высоту барометра на горѣ Благодати = 375,5 м.

51. Кушва. Въ Кушвѣ перенесенный съ горы Благодати барометръ наблюдался съ 1 мая по 31 августа 1891 г. Превышеніе нуля барометра надъ рельсами желѣзной дороги на станціи «Кушва», по нивелировкѣ П. К. Мюллера, составляло 43,0 м. и слѣдовательно (см. данныя для Благодати) абсолютная высота барометра была = 276,9 м.

52. Благодатка. На горѣ Благодаткѣ станція помѣщается съ 1 сентября 1891 г. Превышеніе нуля барометра надъ рельсами желѣзной дороги на станціи «Кушва» П. К. Мюллеръ опредѣлилъ геометрическою нивелировкой = 75,2 м., а такъ какъ абсолютная высота рельсовъ въ Кушвѣ = 233,88 м. (см. выше данныя для Благодати), то высоту барометра на Благодаткѣ находимъ = 309,1 м.

53. Нижне-Тагильскъ. Съ 1877 г. по 1899 г. барометръ не мѣнялъ своего положенія. Связочныя нивелировки произведены: Г. Ф. Абельсомъ отъ барометра до тригонометрическаго сигнала и инженеромъ Бержіе отъ сигнала до станціи желѣзной дороги; въ результатѣ этихъ нивелировокъ оказалось, что барометръ на 4,73 саж. выше основанія сигнала, а основаніе сигнала на 3,44 саж. ниже рельсовъ желѣзной дороги у вокзала. Отмѣтка полотна желѣзной дороги въ Нижне-Тагильскѣ по профилю 102,14 саж., рельсъ на 0,23 саж. выше полотна, а поправка къ профилю дороги = + 2,30 саж. По этимъ даннымъ находимъ абсолютную высоту барометра = 105,96 саж. или 226,1 м.

54. Екатеринбургъ. Магнитная и метеорологическая Обсерваторія въ Екатеринбургѣ связана съ рельсами на станціи Екатеринбургъ II нивелировкой инженера А. И. Шилейко¹⁾ и двойною нивелировкой Г. Ф. Абельса²⁾. Результаты этихъ нивелировокъ разнятся лишь на весьма незначительныя величины. Отмѣтка полотна желѣзной дороги на станціи Екатеринбургъ II по профилю дороги 122,21 саж., рельсъ на 0,23 саж. выше полотна, а поправка къ профилю принята нами = + 2,30 саж., слѣдовательно абсолютная высота рельса получается = 124,74 саж. или 266,14 м. Высота нуля барометра найдена:

	Надъ рельсами на станціи Ека- теринбургъ II.	Надъ уров- немъ океана.
По 18 іюня 1886 г.	= 19,91 м.	286,1 м.
Съ 19 іюня до 9 сентября 1886 г. . .	= 19,39 »	285,5 »
Съ 9 сентября до 12 ноября 1886 г. =	19,94 »	286,1 »
Съ 12 ноября 1886 г. до 1901 г. . .	= 19,45 »	285,6 »

1) H. Abels. Reorganisation und Arbeiten des meteorologisch-magnetischen Observatoriums in Katharinenburg 1885 u. 1886. Repertorium für Meteorologie. XI, №4.

2) Отчетъ по Николаевской Гл. Физ. Обсерваторіи за 1899 г. Записки Импер. Академіи Наукъ. Т. X, № 8. Стр. 87.

55. Тюмень. Наблюденія начались съ августа 1884 г.; барометръ перемѣщался до 10 мая 1887 г. три раза, а именно 4 сентября 1885 г., 7 мая 1886 г. и 28 сентября 1886 г., но высота его за это время не опредѣлена нивелировкой. Съ 1884 г. до 10 мая 1887 г. станція находилась все время въ той-же части города, гдѣ и послѣ 10 мая 1887 г., и, по словамъ Г. Ф. Абельса, высота барометра здѣсь не отличалась отъ высоты его положенія послѣ 10 мая 1887 г. болѣе, чѣмъ на 5 м. Связочными нивелировками до рельсовъ желѣзной дороги на станціи «Тура», абсолютная высота которыхъ = 28,68 саж. или 61,19 м. (отмѣтка полотна 26,15 саж., рельсъ выше полотна на 0,23 саж., поправка къ профилю = + 2,30 саж.), опредѣлены слѣдующія высоты барометра въ разныхъ помѣщеніяхъ:

	Надъ рельсами на ст. Тура.	Надъ уров- немъ моря.
Съ 12 мая до 7 авг. 1887 г. (нивелировка Г. Ф. Абельса) =	21,44 м.	82,6 м.
Съ 7 августа 1887 г. до 2 февраля 1888 г. (нивелировка Г. Ф. Абельса) =	24,26 »	85,4 »
Съ 4 января 1891 г. до 7 июня 1893 г. (нивелировка Г. Ф. Абельса) =	21,94 »	83,1 »
Съ 7 июня 1893 г. до 14 августа 1895 г. (нивелировка П. К. Мюллера) =	21,34 »	82,5 »
Съ 14 августа 1895 г. до 1 мая 1896 г. (нивелировка Г. Ф. Абельса) =	24,8 »	86,0 »
Съ 15 октября 1896 г. до 16 іюля 1898 г. (нивелировка Г. Ф. Абельса) =	24,8 »	86,0 »
Съ 16 іюля 1898 г. по 1899 г. (нивелировка Г. Ф. Абельса) =	21,81 »	83,0 »

Въ промежуткѣ между 2 февраля 1888 г. и 4 января 1891 г. барометръ перемѣщался 2 февраля 1888 г., 8 октября 1888 г., 6 іюня 1889 г., 2 октября 1889 г. и 4 января 1891 г., при чемъ высота его мѣнялась въ предѣлахъ ± 5 м.

56. Ирбитъ. Инженеръ Р. Н. Савельевъ, производившій въ 1899 г. желѣзнодорожныя изысканія въ мѣстности между Уральскимъ хребтомъ и рѣкой Турою, произвелъ, между прочимъ, точную нивелировку отъ станціи Невьянскъ Пермской жел. дороги до Ирбита и включилъ въ нее также Ирбитскую метеорологическую станцію. По этой нивелировкѣ цоколь новаго зданія Ирбитскаго городского училища оказался на 81,89 саж. ниже полотна желѣзной дороги на станціи Невьянскъ¹⁾, а такъ какъ абсолютная высота полотна на этой станціи = 114,64 саж. (отмѣтка по профилю 112,34 саж. и поправка къ профилю + 2,30 саж.), то высота цоколя городского училища въ Ирбитѣ = 32,75 саж. или 69,87 м. Съ 9 марта 1898 г. по 1900 г. барометръ помѣщался на высотѣ 5,85 м. надъ

1) Р. Н. Савельевъ. Изъ поѣздки за Уралъ. Извѣстія Императорскаго Русскаго Географическаго Общества. Т. XXXVI, 1900. Выпускъ I.

цоколемъ зданія или на высотѣ 75,7 м. надъ уровнемъ моря; съ 1 января 1896 г. до 9 марта 1898 г. онъ висѣлъ на 5,0 м. ниже, т. е. на высотѣ 70,7 м. надъ уровнемъ моря, а съ мая до 27 сентября 1891 г. и съ 28 мая 1892 г. по декабрь 1895 г. положеніе его было на 8 м. выше, чѣмъ въ 1897 г., и слѣдовательно абсолютная высота его была = 78,7 м. Съ 27 сентября 1891 г. до 28 мая 1892 г. барометръ находился приблизительно на такой-же высотѣ.

Х. Высоты барометровъ, опредѣленныя по связи съ нивелировками Рязанско-Уральской желѣзной дороги.

57. Уральскъ. Войсковая больница. Съ іюня 1888 г. до 4 января 1889 г. барометръ находился въ квартирѣ наблюдателя, а затѣмъ до 1892 г. въ зданіи больницы. Высота его въ обоихъ помѣщеніяхъ была почти одинакова. Нивелировкой экспедиціи Общества Рязанско-Уральской жел. дороги превышеніе барометра въ больницѣ надъ поверхностью земли у пикета № 0 станціонной площадки ст. «Уральскъ» найдено = 0,44 саж.¹⁾, а такъ какъ абсолютная высота этого репера по связи съ нивелировкой желѣзной дороги = 15,41 саж., то высота барометра въ больницѣ получается = 15,85 саж. или 33,8 м.

58. Уральскъ. Сельскохозяйственная школа. Съ 1 ноября 1893 г. по 1899 г. барометръ висѣлъ въ физическомъ кабинетѣ, въ нижнемъ этажѣ зданія школы. По нивелировкѣ П. К. Мюллера (1895 г.) нуль барометра приходится на 0,69 саж. выше поверхности земли у пикета № 0 Рязанско-Уральской жел. дороги, а такъ какъ высота этого репера надъ уровнемъ моря = 15,41 саж., то абсолютная высота барометра въ школѣ = 16,10 саж. или 34,4 м.

59. Уральскъ. Реальное училище. Превышеніе anerоида реального училища надъ поверхностью земли у пикета № 0 станціонной площадки въ г. Уральскѣ, по нивелировкѣ экспедиціи Общества Рязанско-Уральской ж. дороги въ 1892 г., оказалось = 0,26 саж.²⁾, а такъ какъ означенный реперъ находится на высотѣ 15,41 саж. надъ уровнемъ моря, то слѣдовательно абсолютная высота anerоида въ 1892 г. была = 15,67 саж. или 33,4 м. На такой высотѣ anerоидъ помѣщался до 8 іюля 1895 г. Барометръ Фортена, по которому наблюденія дѣлались съ 8 іюля по 31 октября 1895 г., висѣлъ, по опредѣленію П. К. Мюллера, на 4,37 м. выше, чѣмъ anerоидъ до 8 іюля 1895 г., т. е. на высотѣ

1) С. Н. Никитинъ и В. О. Пашкевичъ. Гипсометрія страны между Волгою и Ураломъ. Извѣстія И. Р. Географическаго Общества. XXX, стр. 12.
С. Н. Никитинъ. Отчеты экспедиціи 1892 г. въ

Зауральскія степи Уральской области и Усть-Уртъ. С.-Петербургъ. 1893.

2) Л. с.

37,8 м. надъ уровнемъ моря; барометръ Вильда-Фуса, по которому начались наблюденія съ 1 ноября 1895 г., по 1899 г. былъ установленъ на 0,1 м. выше, чѣмъ барометръ Фортена, т. е. на высотѣ 37,9 м. надъ уровнемъ моря.

60. Уильское. Высота барометра этой станціи опредѣлена нивелировкой экспедиціи, снаряженной Обществомъ Рязанско-Уральской жел. дороги. Принявъ высоту поверхности земли у пикета № 0 на станціи «Уральскъ» = 12,44 саж., С. Н. Никитинъ на основаніи нивелировки экспедиціи получилъ высоту барометра въ Уильскомъ = 40,10 саж.¹⁾; но такъ какъ окончательно исправленная абсолютная высота упомянутого репера = 15,41 саж., то высоту барометра въ Уильскомъ съ 1 июня 1892 г. по 1899 г. слѣдуетъ принять = 43,07 саж. или 91,9 м.

XI. Высоты барометровъ, опредѣленныя по связи съ Каспійскимъ моремъ.

61. Гурьевъ. А. В. Вознесенскій въ 1893 г. произвелъ нивелировку отъ барометра до Каспійскаго моря; по этой нивелировкѣ барометръ находился съ 7 января 1891 г. до 5 октября 1893 г. на высотѣ 3,6 м. надъ Каспіемъ, до 7 января 1891 г. на высотѣ 7,0 м. и съ 5 октября 1893 г. по 1899 г. на высотѣ 3,82 м. надъ уровнемъ Каспія. При этомъ средній уровень былъ опредѣленъ лишь приблизительно. Абсолютная высота барометра, принимая уровень Каспія на 26,0 м. ниже океана, получается:

Съ 1880 г. до 7 января 1891 г.	= — 19,0 м.
Съ 7 января 1891 г. до 5 октября 1893 г. =	— 22,4 »
Съ 5 октября 1893 г. по 1899 г.	= — 22,2 »

62. Фортъ-Александровскій. Съ 1881 г. до 12 апрѣля 1893 г. барометръ висѣлъ, по нивелировкѣ А. В. Вознесенскаго, на высотѣ 48,36 м. надъ уровнемъ Каспійскаго моря или, если горизонтъ Каспія на 26,0 м. ниже уровня океана, на высотѣ 22,4 м. надъ уровнемъ океана. Съ 13 апрѣля 1893 г. до 1896 г. превышеніе барометра надъ уровнемъ Каспія, по той-же нивелировкѣ г. Вознесенскаго, было = 5,40 м. и слѣдовательно абсолютная высота его была = — 20,6 м.

63. Красноводскъ. По двойной нивелировкѣ г. Судовикова (1881 г.) высота нуля барометра надъ уровнемъ Каспійскаго моря оказалась = 5,056 м. (надъ нулемъ футштока 6,72 м.); если Каспійское море на 26,0 м. ниже уровня океана, то абсолютная высота

1) С. Н. Никитинъ. Отчеты Экспедиціи 1892 г. въ Зауральскія степи Уральской области и Усть-Уртъ. Стр. 18.

барометра съ 1881 г. по 1899 г. была = — 20,9 м. Вторая независимая нивелировка, произведенная подполковникомъ Парійскимъ, дала въ результатѣ высоту барометра надъ Каспійскимъ моремъ = 2,65 саж. \pm 0,01 саж. или 5,65 м.¹⁾; по этой нивелировкѣ абсолютная высота барометра будетъ = — 20,4 м. Примемъ арифметическое среднее изъ обѣихъ величинъ = — 20,6 м.

ХІІ. Высоты барометровъ, опредѣленные по связи съ нивелировкой Военно-Топографическаго Отдѣла Туркестанскаго военнаго округа.

64. Старая Бухара. Въ Старой Бухарѣ въ домѣ г. Рейнгарда барометръ наблюдался съ февраля 1890 г. по іюль 1894 г. С. И. Савиновъ въ 1897 г. посредствомъ барометрической нивелировки опредѣлилъ превышеніе барометра этой станціи надъ маркою Туркестанскаго Военно-Топографическаго Отдѣла въ Новой Бухарѣ = 5,5 м., а такъ какъ эта марка, по нивелировкѣ Отдѣла, на 104,777 саж. или 223,55 м. выше уровня океана, то абсолютная высота барометра получается = 229,0 м.

65. Самаркандъ. Абсолютная высота марки Туркестанскаго Военно-Топографическаго Отдѣла = 323,239 саж., а нуль барометра въ домѣ г. Александра, по нивелировкѣ подполковника г. Парійскаго, на 13,70 саж. \pm 0,02 саж. выше марки¹⁾; абсолютная высота барометра въ домѣ г. Александра получается = 336,94 саж. или 718,9 м. На такой высотѣ барометръ находился съ іюля 1895 г. по 1899 г. Съ августа 1893 г. до іюля 1895 г. (въ домѣ г. Вальтера) абсолютная высота барометра была, по нивелировкѣ С. И. Савинова, на 0,547 саж. меньше, чѣмъ въ домѣ г. Александра, и, стало быть, была = 336,39 саж. или 717,7 м., а съ апрѣля 1887 г. до августа 1893 г. барометръ находился тоже въ домѣ г. Вальтера, но на 3 м. ниже, чѣмъ съ августа 1893 г., и слѣдовательно на высотѣ 714,7 м.

66. Джизакъ. По нивелировкѣ подполковника Парійскаго нуль барометра въ Джизакѣ съ 3 августа 1899 г. находится на 2,223 саж. ниже марки Туркестанскаго Военно-Топографическаго Отдѣла¹⁾, абсолютная высота которой = 183,389 саж. Отсюда высота барометра надъ уровнемъ океана съ 3 августа 1899 г. получается = 181,166 саж. или 386,5 м. По словамъ С. И. Савинова, посѣтившаго Джизакъ въ 1897 г., въ прежнихъ помѣщеніяхъ съ 1882 г. барометръ находился приблизительно на такой же высотѣ и во всякомъ случаѣ разница въ высотѣ не превышала 2—3 м. Инструментъ перемѣнялся въ сентябрѣ 1888 г., 10 іюля 1894 г., 3 сентября 1895 г., 9 января 1896 г. и 3 августа 1899 г.

1) Этотъ результатъ весьма обязательно сообщенъ Николаевской Гл. Физ. Обсерваторіи изъ Ташкентской Астрономической и Физической Обсерваторіи.

67. Ташкентъ. Астрономическая и Физическая Обсерваторія. Съ 1881 г. по 1900 г. барометры Обсерваторіи не мѣняли своей высоты. По нивелировкѣ полковника г. Парійскаго они находились на высотѣ 18,875 саж. надъ маркою Военно-Топографическаго Огдѣла Туркестанскаго военнаго округа на вокзалѣ желѣзной дороги¹⁾; такъ какъ абсолютная высота марки = 205,299 саж., то высота барометра надъ уровнемъ океана оказывается = 224,174 саж. или 478,3 м. Съ 1877 г. по 1880 г. барометръ Обсерваторіи помѣщался на 2,57 саж. ниже и слѣдовательно на высотѣ 221,604 саж. или 472,8 м. надъ океаномъ.

ХІІІ. Высоты барометровъ, опредѣленныя по связи съ Средне-Азіатскою желѣзною дорогою.

68. Казанджикъ. По связи съ нивелировкой Средне-Азіатской жел. дороги высота барометра надъ Каспійскимъ моремъ въ 1899 г. опредѣлена = 62,40 м. и слѣдовательно абсолютная высота его = 36,4 м.

69. Кизиль-Арватъ. Съ 1889 г. по 1899 г. барометръ находился на одной и той-же высотѣ. Нивелировкой, произведенною по распоряженію управленія Средне-Азіатской жел. дороги, нуль барометра найденъ на 0,129 саж. выше рельсовъ у пассажирскаго зданія станціи «Кизиль-Арватъ», абсолютная же высота рельсовъ = 46,45 саж. Отсюда высота барометра надъ уровнемъ океана получается = 46,58 саж. или 99,4 м.

70. Асхабадъ. Съ мая 1892 г. по 1899 г. барометръ не мѣнялъ своего положенія. Превышеніе систерны его надъ Каспійскимъ моремъ, по связи съ нивелировкой Средне-Азіатской жел. дороги, найдено = 251,796 м. и слѣдовательно абсолютная высота барометра = 225,8 м.

71. Байрамъ-Али. Абсолютная высота рельсовъ жел. дороги на станціи Байрамъ-Али, по желѣзно-дорожной нивелировкѣ, = 110,31 саж. На основаніи связочныхъ нивелировокъ высота барометра найдена:

	Надъ рельсами жел. дороги на ст. Байрамъ-Али.	Надъ уровнемъ океана.
Съ іюля 1889 г. до начала марта 1898 г. = + 0,929 саж.		111,24 саж. = 237,3 м.
Съ начала марта 1898 г. по 1899 г. . . . = — 0,214 »		110,10 » = 234,9 »

72. Султанъ-Бентъ и Гинду-Куштъ. Въ Султанъ-Бентѣ барометръ наблюдался съ іюля 1889 г. до 9 іюня 1893 г., а съ 9 іюня 1893 г. по 1894 г. станція находилась въ Гинду-Куштѣ, въ 4 верстахъ отъ Султанъ-Бента. По нивелировкѣ, произведенной техниками Мургабскаго

1) Этотъ результатъ весьма любезно сообщенъ Н. Гл. Физ. Обсерваторіи изъ Ташкентской Обсерваторіи.

Государева имѣнія, въ Гинду-Куштѣ барометръ помѣщался на высотѣ 11,237 саж. надъ рельсами на станціи Байрамъ-Али, а такъ какъ абсолютная высота рельсовъ въ Байрамъ-Али = 110,31 саж., то высота барометра въ Гинду-Куштѣ получается = 121,55 саж. или 259,3 м. Въ Султанъ-Бентѣ, по произведенной нивелировкѣ, барометръ помѣщался на 8,5 м. выше, чѣмъ въ Гинду-Куштѣ и слѣдовательно на высотѣ 267,8 м. надъ уровнемъ океана. 10 февраля 1893 г. инструментъ былъ перенесенъ изъ одной квартиры въ другую, но высота его при этомъ не измѣнилась.

73. Аму-Дарья. Съ 1894 г. по 1899 г. барометръ оставался на одномъ и томъ-же мѣстѣ. Превышеніе его надъ рельсами жел. дороги опредѣлено произведенною по распоряженію управленія дороги нивелировкой = 0,775 саж., а такъ какъ абсолютная высота рельсовъ = 89,13 саж., то слѣдовательно высота барометра надъ уровнемъ океана = 89,91 саж. или 191,8 м.

XIV. Высоты барометровъ, опредѣленные по связи съ Аральскимъ моремъ.

74. Нукусъ. Нивелировкой Аму-Дарьинской экспедиціи 1874 и 1875 гг. барометръ въ Нукусѣ былъ связанъ съ Аральскимъ моремъ, причемъ превышеніе нуля шкалы его въ томъ помѣщеніи, гдѣ онъ висѣлъ съ 20 сентября 1874 г. до іюня 1884 г., надъ горизонтомъ Аральскаго моря оказалось = 18,3 м.¹⁾ Принявъ абсолютную высоту Аральскаго моря = 48 м., находимъ абсолютную высоту барометра съ 20 сентября 1874 г. до іюня 1884 г. = 66 м. Съ іюня до 19 сентября 1874 г. барометръ помѣщался на 0,3—0,6 м. ниже.

75. Петро-Александровскъ. По нивелировкѣ Аму-Дарьинской экспедиціи 1874 и 1875 гг. нуль барометра въ Петро-Александровскѣ съ 1875 г. до сентября 1886 г. находился на 33,6 м. выше нуля барометра станціи въ Нукусѣ²⁾ и слѣдовательно на высотѣ 100 м. надъ уровнемъ океана. Послѣ сентября 1886 г. высота барометра была приблизительно такая-же, но точной связи между первоначальнымъ и позднѣйшими помѣщеніями станціи не имѣется.

76. Казалинскъ. Въ началѣ лѣта 1901 г. строителями Оренбурго-Ташкентской жел. дороги произведена двойная нивелировка между Казалинскомъ и Аральскимъ моремъ; слѣдующіе результаты, полученные на основаніи этой нивелировки, весьма обязательно сообщены мнѣ участникомъ Аральской экспедиціи Туркестанскаго Отдѣла И. Р. Географическаго Общества Л. С. Бергомъ, когда предлагаемая статья уже печаталась.

1) Матеріалы, собранные метеорологическимъ Отдѣломъ ученой экспедиціи на Аму-Дарью. 1874—1875. С.-Петербургъ. 1877.

2) Л. с.

Нуль барометра въ Казалинскѣ въ квартирѣ г. Блака оказался на 2,4 м. выше цоколя церкви, цоколь же церкви на 12,5 м. выше уровня Аральскаго моря у почт. станціи Акъ-джулпасъ (сѣв.-вост. берегъ) 12 мая 1901 г. (нов. ст.) или приблизительно на 13,0 м. выше средняго горизонта Аральскаго моря 1874 г. Такъ какъ по нивелировкѣ А. А. Тилло въ 1874 г. абсолютная высота Аральскаго моря была = 48 м., то высота барометра въ квартирѣ г. Блака надъ уровнемъ океана получается = 63 м.

XV. Приближенныя высоты барометровъ, опредѣленныя по связи съ рѣками Западной Сибири.

77. Обдорскъ. Нивелировками 14 сентября 1887 г. и 24 августа 1898 г. Г. Ф. Абельсъ связалъ всѣ помѣщенія, гдѣ находился барометръ съ основанія станціи, съ р. Полуемъ, протокомъ Оби. Абсолютная высота осенняго горизонта Полуя у Обдорска получилась = 3,5 саж. или 7,5 м., а нивелировки г. Абельса дали въ результатѣ слѣдующія высоты барометра:

	Надъ горизон- томъ Полуя 14 сент. 1887 г.	Надъ уров- немъ океана.
Съ сентября до ноября 1887 г.	= 18,6 м.	26 м.
» ноября 1887 г. до сентября 1888 г.	= 21,9 »	29 »
» сентября 1888 г. до 10 сентября 1889 г. =	21,1 »	29 »
» 10 сентября 1889 г. до іюня 1890 г.	= 27,5 »	35 »
» іюня 1890 г. до марта 1891 г.	= 21,1 »	29 »
» марта до мая 1891 г.	= 26,2 »	34 »
» мая до 1 іюля 1891 г.	= 24,4 »	32 »
» 1 іюля 1891 г. до 11 сентября 1892 г. . .	= 24,6 »	32 »
» 11 сентября 1892 г. до 4 марта 1895 г. . .	= 27,6 »	35 »
» 4 марта до 25 сентября 1895 г.	= 24,6 »	32 »
» 25 сентября 1895 г. до 10 февраля 1896 г. =	21,4 »	29 »
» 10 февраля 1896 г. по 1899 г.	= 18,7 »	26 »

78. Березовъ. Абсолютная высота осенняго горизонта Оби близъ Березова получилась = 6,6 саж. или 14,1 м. Высота барометра опредѣлена:

	Надъ горизон- томъ р. Оби 12 сент. 1887 г.	Надъ уров- немъ океана.
Съ августа 1887 г. до 26 марта 1888 г., по нивелировкѣ Г. Ф. Абельса	= 18,26 м.	32 м.
Съ 26 марта 1888 г. до 7 марта 1892 г., по опредѣленію наблюдателя	= 22,8 »	37 »

	Надъ горизон- томъ р. Оби 12 сент. 1887 г.	Надъ уров- немъ океана.
Съ 7 марта до 24 іюня 1892 г., по опредѣленію наблюдателя	= 24,0 м.	38 м.
Съ 25 іюня до 1 декабря 1892 г., въ февралѣ, апрѣлѣ, іюлѣ, съ 1 августа до 4 ноября и въ декабрѣ 1893 г. и въ февралѣ 1894 г., по опредѣленію наблюдателя, приблизительно . .	= 27,7 »	42 »
Въ декабрѣ 1892 г., въ январѣ, мартѣ, маѣ, іюлѣ, съ 4 ноября до 1 декабря 1893 г., въ январѣ 1894 г. и съ марта 1894 г. до октября 1896 г. по опредѣленію наблюдателя	= 24,2 »	38 »
Съ октября 1896 г. до 25 іюля 1898 г. по нивелировкѣ Г. Ф. Абельса	= 23,2 »	37 »
Съ 25 іюля 1898 г. по 1899 г. по нивелировкѣ Г. Ф. Абельса	= 25,25 »	39 »

79. Самарово. Ртутный барометръ наблюдается въ Самаровѣ съ 4 августа 1898 г. Превышеніе его надъ горизонтомъ Оби (средины сентября 1887 г.), по произведенной Г. Ф. Абельсомъ въ 1898 г. нивелировкѣ, приблизительно = 12,5 м., а такъ какъ высота этого горизонта рѣки надъ уровнемъ океана получилась = 12,3 саж. или 26,2 м., то абсолютная высота барометра приблизительно = 38 м.

80. Тобольскъ. Нуль водомѣрнаго поста въ Тобольскѣ находится приблизительно на уровнѣ, соотвѣтствующемъ горизонту воды въ Иртышѣ начала октября 1887 г., абсолютная высота котораго получилась приближенно = 20,7 саж. или 44,16 м. Высота барометра въ разныхъ помѣщеніяхъ Тобольской станціи относительно нуля водомѣрнаго поста опредѣлена связочными нивелировками Г. Ф. Абельса и Л. Е. Луговскаго; эти нивелировки дали слѣдующіе результаты:

	Высота баром. надъ нулемъ футштока.	Абс. высота барометра.
По нивелировкѣ Л. Е. Луговскаго:		
Съ 8 октября 1887 г. до 31 августа 1889 г.	16,11 м.	60 м.
Съ 1 сентября 1889 г. до 30 іюня 1890 г.	10,10 »	54 »
По нивелировкамъ Г. Ф. Абельса:		
Съ 1 іюля 1890 г. до 13 апрѣля 1895 г., въ музеѣ	64,51 »	109 »
Съ 14 апрѣля до 14 октября 1895 г.	13,90 »	58 »
Съ 15 октября 1895 г. до 30 апрѣля 1897 г., въ больницѣ Приказа Общест. Призрѣнія	64,39 »	109 »
Съ 1 мая 1897 г. до 22 ноября 1899 г., въ ветеринарно- фельдшерской школѣ	11,48 »	56 »
Съ 22 ноября до конца 1899 г., въ музеѣ (анероидъ)	61,2 »	105 »

Алфавитный списокъ станцій, высоты которыхъ приведены въ этой главѣ:

	№		№
Акмолинскъ	21	Маринскъ	32
Александровскій постъ на Сахалинѣ	7	Мысовая	39
Аму-Дарья	73	Нижне-Тагильскъ	53
Асхабадъ	70	Николаевскъ на Амурѣ	5
Байрамъ-Али	71	Никольскъ Уссурійскій	11
Березовъ	78	Нукусъ	74
Бисеръ	49	Обдорскъ	77
Благodatка	52	Омскъ	16
Благодать	50	Охотскъ	4
Бухара (Старая)	64	Петро-Александровскъ	75
Верхнеудинскъ	40	Петровский Заводъ	41
Владивостокъ, портовая станція	9	Петропавловскъ, Акмол. обл., станція Главной Физич. Обсерваторіи	15
Владивостокъ, станція жел. дороги	10	Петропавловскъ, Акмол. обл., станція жел. дороги	29
Вѣрный	24	Петропавловскъ на Камчаткѣ	6
Вяземская	48	Портъ-Артуръ	13
Гижигинскъ	3	Сагастырь	1
Гинду-Куштъ	72	Самаркандъ	65
Голоустное	36	Самарово	79
Гурьевъ	61	Семипалатинскъ	22
Джалантунъ	44	Старая Бухара	64
Джаркентъ	25	Старо-Сидорово	28
Джизакъ	66	Султанъ-Бентъ	72
Душкочанъ	35	Талиенванъ	14
Екатеринбургъ	54	Татарская	30
Ирбитъ	56	Ташкентъ	67
Иркутскъ	34	Тобольскъ	80
Казалинскъ	76	Томскъ	18
Казанджикъ	68	Тулунъ	33
Каинскъ	17	Тюмень	55
Камень-Рыболовъ	12	Уильское	60
Канскъ	20	Уральскъ, войсковая больница	57
Кизиль-Арватъ	69	Уральскъ, реальное училище	59
Копалъ	23	Уральскъ, сельскохоз. школа	58
Корсаковская слободка	7	Фортъ-Александровскій	62
Корсаковскій постъ	8	Хабаровскъ	47
Красноводскъ	63	Хайларъ	43
Красноярскъ	19	Хантахеза	46
Култукъ	38	Харбинъ	45
Курганъ	27	Челябинскъ	26
Кушва	51	Чита	42
Кушка (на р. Гижигѣ)	2	Чулымъ	31
Лиственичное	37		

В.

Сличеніе высотъ барометровъ, принятыхъ въ Климатологическомъ атласѣ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, съ исправленными абсолютными высотами.

Въ нижеслѣдующей таблицѣ рядомъ съ приведенными въ предыдущей главѣ исправленными или вновь определенными абсолютными высотами барометровъ на станціяхъ въ Азіатской Россіи и въ нѣкоторыхъ смежныхъ съ нею мѣстностяхъ даны высоты тѣхъ-же станцій за соотвѣтствующее время, принятія при построеніи среднихъ изобаръ въ Климатологическомъ атласѣ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, а также разности между тѣми и другими высотами. По разностямъ можно судить, въ какомъ смыслѣ и приблизительно насколько пришлось бы измѣнить показанное на картахъ для разныхъ мѣстностей среднее давленіе воздуха, если бы были взяты тѣ высоты барометровъ, какія даются въ предыдущей главѣ. Тѣ станціи, которыя не были приняты во вниманіе при проведеніи изобаръ, здѣсь не приводятся.

	Сѣверная широта.	Восточная долгота отъ Гринвича.	Абсолютная высота барометра. Метры.	Высота барометра, принятая въ Климат. атласѣ. Метры.	Разность Абс. высота—высота по Климат. атласу. Метры.
<i>Пермская губ.</i>					
Бисеръ. Съ 1888 г. по 1895 г.	58° 31'	58° 49'	462,6	463,9	— 1,3
Благодать. Съ 1877 г. до 1 мая 1891 г.	58 17	59 47	375,5	376,7	— 1,2
Нушва. Съ 1 мая по 31 августа 1891 г.	58 17	59 47	276,9	278,1	— 1,2
Благодатна. Съ 1 сентября 1891 г. по 1895 г.	58 17	59 45	309,1	310,3	— 1,2
Нижне-Тягильскъ. Съ 1877 г. по 1895 г.	57 54	59 56	226,1	227,3	— 1,2
Екатеринбургъ. Съ 12 ноября 1886 г. по 1895 г.	56 50	60 38	285,6	286,6	— 1,0

	Сѣверная широта.	Восточная долгота отъ Грин- вича.	Абсолют- ная вы- сота ба- рометра. Метры.	Высота барометра, принятая въ Климат. атласѣ. Метры.	Разность. Абс. высо- та—высота по Климат. атласу. Метры.
<i>Оренбургская губ.</i>					
Челябинскъ. Съ 1893 г. по 1895 г.	55° 10'	61° 24'	235,8	237,3	— 1,5
<i>Тобольская губ.</i>					
Обдорскъ. Съ 25 сентября по декабрь 1895 г. . .	66 31	66 35	29	31	— 2,0
Березовъ. Съ марта 1894 г. по декабрь 1895 г. . .	63 56	65 4	38	40	— 2,0
Тобольскъ. Съ 1 июля 1890 г. до 13 апрѣля 1895 г.	58 12	68 14	109	110	— 1,0
Тюмень. Съ 7 июня 1893 г. до 14 августа 1895 г.	57 10	65 32	82,5	83,8	— 1,3
Курганъ. Съ 25 октября 1893 г. по 1895 г. . . .	55 27	65 19	81,2	83,0	— 1,8
Старо-Сидорово. Съ 1880 г. по 1895 г.	55 26	65 10	111,6	113,4	— 1,8
<i>Томская губ.</i>					
Томскъ. Съ декабря 1883 г. до 8 мая 1887 г. и съ 7 сентября 1887 г. до 3 июля 1895 г.	56 30	84 58	124,9	128,5	— 3,6
Канскъ. Съ 1878 г. по 1895 г.	55 27	78 20	112,5	116,1	— 3,6
<i>Енисейская губ.</i>					
Красноярскъ. Съ июня 1889 г. по 1891 г.	56 1	92 49	162,1	164,7	— 2,6
Канскъ. Съ 25 сентября 1890 г. по 1895 г.	56 12	95 39	207,2	210,8	— 3,6
<i>Иркутская губ.</i>					
Иркутскъ. Обсерваторія. Съ 1887 по 1895 г. . . .	52 16	104 19	474,3	472,5	+ 1,8
<i>Якутская обл.</i>					
Сагастьрь. Съ 1882 до 1884 г.	73 23	126 36	4,9	4,9	0,0
<i>Забайкальская обл.</i>					
Верхнеудинскъ. Съ 1886 г. по 1895 г.	51 49	107 35	517	510	+ 7,0
Петровскій Заводъ. Съ 28 сентября 1893 г. до 6 июля 1895 г.	51 17	108 51	789,9	782,6	+ 7,3
Чита. Съ 31 июля 1891 г. по 8 августа 1894 г. . .	52 1	113 30	(682,9)	(675,7)	+ 7,2
<i>Приморская обл.</i>					
Нушна. Съ сентября 1890 г. по июль 1891 г. . . .	62 2	160 40	10	10	0,0
Гижигинскъ. Въ 1894 г.	62 2	160 40	12	10	+ 2,0
Петропавловскъ на Камчаткѣ. Съ августа 1890 г. по 17 мая 1892 г.	52 53	158 47	16	16	0,0
Охотскъ. Съ сентября 1890 г. до 14 ноября 1894 г.	59 21	143 17	6,0	6,0	0,0
Николаевскъ на Амурѣ. Съ 16 апрѣля 1886 г. до 22 июня 1893 г.	53 8	140 45	35	35	0,0
Хабаровскъ. Съ декабря 1890 г. по 1894 г. . . .	48 28	135 7	65	66	— 1,0
Владивостокъ. Съ 22 декабря 1882 г. до 24 мая 1892 г.	43 7	131 54	17,5	17,4	+ 0,1
Никольскъ Уссурийскій. Съ 26 марта 1893 г. до 1 сен- тября 1895 г.	43 47	131 57	24,4	24,4	0,0
Камень-Рыболовъ. Съ июня до 28 сентября 1890 г.	44 46	132 24	100	100	0,0
Александровскій постъ на Сахалинѣ. Съ октября 1882 г. по 1892 г.	50 50	142 7	7	7	0,0
Корсаковскій постъ на Сахалинѣ. Съ августа 1890 г. до 12 июля 1893 г.	46 39	142 48	26	26	0,0

Исправленіе высотъ барометровъ, принятыхъ въ Климатологическомъ атласѣ, должно замѣтно отразиться на расположеніи изобаръ средняго давленія воздуха въ восточной части Туркестана и въ Забайкальской области.

Новыя высоты барометровъ въ Ташкентѣ, Джизакѣ и Самаркандѣ надъ уровнемъ Каспійскаго моря опредѣлены весьма точно, что-же касается неточности въ опредѣленіи средняго горизонта Каспія и его абсолютной высоты, то она не превышаетъ ± 1 м. Но къ сожалѣнію, пока еще нѣтъ полной увѣренности въ томъ, что поправки барометровъ Ташкентской Обсерваторіи и ея сѣти, охватывающей Сыръ-Дарьинскую, Самаркандскую и Ферганскую области, въ точности извѣстны. С. И. Савинову, который въ 1897 г. былъ командированъ изъ Главной Физической Обсерваторіи въ Ташкентъ главнымъ образомъ для провѣрки основного барометра Туркестанской сѣти, вслѣдствіе несчастной случайности, не удалось благополучно доставить свой походный барометръ обратно въ С.-Петербургъ, и такимъ образомъ нельзя было удостовѣриться, не измѣнилась-ли поправка этого походнаго барометра во время перевозки его изъ С.-Петербурга въ Ташкентъ. Произведенное Я. П. Гультьевымъ въ 1900 г. опредѣленіе поправки къ барометру Ташкентской Обсерваторіи при посредствѣ барометра, доставленнаго имъ изъ С.-Петербурга, дало результатъ несогласный съ опредѣленіемъ С. И. Савинова. Однако нѣтъ основанія сомнѣваться въ точности принятыхъ поправокъ къ барометрамъ станцій въ Нукусѣ и Петро-Александровскѣ съ 1874 г. до начала восьмидесятыхъ годовъ; надежно опредѣлялись также поправки къ барометрамъ на станціяхъ въ районахъ, смежныхъ съ Туркестанской сѣтью, а именно въ Закаспійской и Семирѣченской областяхъ. Въ Закаспійской области приморскія станціи осматривались М. А. Рыкачевымъ въ 1881 г. и А. В. Вознесенскимъ въ 1893 г., а остальные станціи были устроены или обрѣзаны И. Е. Мильбергомъ въ 1889 г. Барометръ станцій въ Асхабадѣ провѣрилъ С. И. Савиновъ въ 1897 г. до своей поѣздки на лошадяхъ изъ Самарканда въ Ташкентъ, когда еще, повидимому, его походный барометръ былъ въ исправности. Поправки барометровъ въ Нукусѣ и Петро-Александровскѣ были опредѣлены завѣдывавшимъ временною Обсерваторіею въ Нукусѣ Дорандтомъ. Между тѣмъ какъ разъ, судя по барометрическимъ даннымъ для Нукуса, Петро-Александровска и станцій въ Закаспійской области, слѣдовало бы ожидать въ восточной части Туркестана болѣе высокаго средняго атмосфернаго давленія, чѣмъ то, какое даютъ наблюденія Ташкента, Джизака и Самарканда. Если примемъ вновь опредѣленную высоту барометра въ Казалинскѣ $= 63$ м. вмѣсто принятой въ атласѣ, т. е. 70 м., то здѣсь приведенное къ уровню моря среднее годовое давленіе окажется меньше чѣмъ въ Нукусѣ, что представляется весьма мало вѣроятнымъ и опять таки заставляетъ предположить существованіе погрѣшности въ опредѣленіи поправки къ барометру Ташкентской Обсерваторіи, по отношенію къ которому опредѣлялась поправка барометра въ Казалинскѣ.

Если бы подтвердилось, что барометръ Ташкентской Обсерваторіи имѣетъ положительную поправку около $+ 0,5$ мм. — мы принимаемъ поправку его $= 0,0$ мм. —, то вмѣстѣ съ тѣмъ мы бы получили и указаніе на то, что въ опредѣленіи высотъ Вѣрнаго,

Борохудзира и Джаркента нивелировками Военно-Топографическаго Отдѣла Омскаго (нынѣ Сибирскаго) военнаго округа не заключается значительной положительной погрѣшности, въ противномъ-же случаѣ необходимо будетъ предположить, что высоты названныхъ пунктовъ, опредѣленные нивелировками, на нѣсколько метровъ больше дѣйствительныхъ, но болѣе вѣроятнымъ представляется первое допущеніе.

Какую бы въ указанныхъ выше предѣлахъ ($+ 0,5$ мм. и $0,0$) поправку мы ни приняли къ барометру Ташкентской Обсерваторіи, во всякомъ случаѣ, взявъ для приведенія къ уровню моря показаній барометровъ Ташкента, Джизака и Самарканда вновь опредѣленные высоты, мы должны будемъ нѣсколько измѣнить направленіе среднихъ годовыхъ и мѣсячныхъ изобаръ въ юговосточной части Туркестана сравнительно съ изобарами атласа. Дѣло въ томъ, что приведенное къ уровню моря съ помощью новыхъ высотъ среднее годовое атмосферное давленіе всѣхъ этихъ 3 станцій почти одинаково, тогда какъ среднія годовыя изобары въ атласѣ даютъ для Самарканда на $0,5$ мм. меньшее среднее годовое давленіе на уровнѣ моря, чѣмъ для Ташкента.

Абсолютныя высоты опорныхъ станцій въ Забайкальской области исправлены нами на $+ 7$ м., тогда какъ высота Иркутска увеличена всего на 2 м. Но слѣдуетъ замѣтить, что такое измѣненіе высотъ въ Забайкальѣ лишь незначительно повліяетъ на изображеніе характера распредѣленія атмосфернаго давленія; среднее годовое давленіе на уровнѣ моря въ Верхнеудинскѣ получится почти такое-же, какъ въ Иркутскѣ, что-же касается среднихъ изобаръ отдѣльныхъ мѣсяцевъ, то форма ихъ почти не измѣнится. Наблюденіями станцій въ Читѣ я не могъ воспользоваться при черченіи среднихъ изобаръ года, такъ какъ данныя для Читы оказались около 1 мм. ниже, чѣмъ бы слѣдовало ожидать, судя по наблюденіямъ другихъ станцій въ Забайкальской области; между тѣмъ нѣтъ основанія сомнѣваться въ точности опредѣленія высоты барометра Читинской станціи относительно реперовъ желѣзнодорожной нивелировки, которая въ свою очередь едвали можетъ заключать крупную погрѣшность; два независимыхъ опредѣленія высоты барометра надъ реперами желѣзнодорожной нивелировки дали мало разнящіеся результаты. Остается допустить, или что поправка барометра вскорѣ послѣ осмотра станціи Э. В. Штеллингомъ измѣнилась, или же, что приборъ отсчитывался съ постоянной погрѣшностью около 1 мм.

Увеличена довольно значительно, а именно на 5 м., разница между высотами Иркутска и Канска, но въ виду значительнаго разстоянія между названными пунктами и это измѣненіе не мѣняетъ характерныхъ особенностей формы изобаръ.

Остается еще сказать нѣсколько словъ о высотѣ барометра въ Семипалатинскѣ. Если въ опредѣленіи высоты Семипалатинска надъ реперомъ Императорскаго Русскаго Географическаго Общества не заключается погрѣшности, то среднее годовое атмосферное давленіе на уровнѣ моря въ этомъ пунктѣ должно получиться на 1,0 мм. больше, чѣмъ въ Иркутскѣ, и вообще значительно больше, чѣмъ на всѣхъ другихъ станціяхъ въ Азіатской Россіи, высоты которыхъ опредѣлены точными нивелировками. Однако, какъ мы видѣли въ главѣ А, результатъ нивелировки отъ Омска до Семипалатинска едвали столь точенъ; по всей вѣро-

ятности онъ даетъ высоту Семипалатинска больше дѣйствительной, причемъ погрѣшность можетъ быть значительна, но не больше $3\frac{1}{2}$ саж. или $7\frac{1}{2}$ м. Допустимъ-же, что принятая нами высота барометра въ Семипалатинскѣ на 7 м. больше дѣйствительной, то и въ этомъ случаѣ характеръ распредѣленія давленія воздуха получится такой-же, какой изображенъ въ Климатологическомъ атласѣ; дѣло въ томъ, что при черченіи изобаръ, помѣщенныхъ въ атласѣ, я уже имѣлъ въ виду вѣроятную погрѣшность полученной высоты барометра Семипалатинской станціи; такъ, напримѣръ, на картѣ изобаръ года около Семипалатинска проведена изобара 767,0 мм., хотя для этой станціи и получилось среднее годовое давленіе на уровнѣ моря = 767,9 мм.

Въ таблицѣ приведены лишь тѣ станціи, которыя были приняты во вниманіе при начертаніи среднихъ изобаръ года въ Климатологическомъ атласѣ, но въ настоящее время барометрическая сѣть въ Азіатской Россіи насчитываетъ больше опорныхъ пунктовъ, и представляется возможнымъ отмѣтить еще кое гдѣ, напримѣръ, около Байкала, новыя детали въ распредѣленіи давленія воздуха, которыя еще не могли быть обнаружены помощью наблюденій 1871—1895 гг.

Прибавленіе.

I. Абсолютныя высоты желѣзнодорожныхъ станцій и уровней рѣкъ подѣ желѣзнодорожными мостами въ Азиатской Россіи и въ смежныхъ съ нею мѣстностяхъ.

Въ этой таблицѣ для всѣхъ дорогъ, кромѣ Средне-Азіатской, даются абсолютныя высоты полотна противъ пассажирскихъ зданій станцій и только для Средне-Азіатской жел. дороги приведены абсолютныя высоты рельсовъ на станціонныхъ площадкахъ.

Верста.	Названія станцій и рѣкъ.	Абсолютная высота въ саженьяхъ.	Верста.	Названія станцій и рѣкъ.	Абсолютная высота въ саженьяхъ.
1. СИБИРСКАЯ желѣзная дорога.			294	Юрахлы	70,00
			318	Лебяжья	66,20
			362	Макушино	66,78
			406	Пѣтухово	66,78
			448	Мамлютка	64,19
а) Главная линія (Челябинскъ—Иркутскъ).			481	Рѣка Ишимъ { Горизонтъ высо-	46,73
—	Челябинскъ	108,90		{ кихъ водъ	
20	Козырево	94,84	489	{ Горизонтъ низкихъ	43,27
41	Чернявская	87,87	522	{ водъ	64,49
60	Иивкино	87,10	546	Петропавловскъ	66,28
82	Чумлякъ	79,90	567	Токуши	63,76
102	Чистоозеро	85,20	589	Гавькино	62,86
116	Шумиха	83,06	616	Медвѣжья	60,75
136	Бутырскій разъѣздъ	72,96	657	Кара-Гугу	60,00
155	Мишкино	73,09	699	Исиль-Куль	55,80
205	Зырянка	72,51		Кочубаево	52,95
240	Курганъ	37,20	742	Маріановка	
246	Рѣка Тоболъ, горизонтъ высокихъ	34,25		{ Горизонтъ самыхъ	36,51
	водъ			{ высокихъ водъ	
276	Варгаши	73,22	745	Рѣка Иртышъ { Горизонтъ низ-	33,55
				{ кихъ водъ	40,99
				Омскъ	

Верста.	Названія станцій и рѣкъ.	Абсолютная высота въ саженьяхъ.	Верста.	Названія станцій и рѣкъ.	Абсолютная высота въ саженьяхъ.
789	Кормиловка.	52,90	1791	Косуль.	116,94
819	Калачинская	50,40	1810	Боготоль	139,49
859	Шадринская (Колонія)	50,65	1827	Мѣдяково.	143,22
903	Татарская	52,30	1841	Красная	119,96
952	Карачи	52,42	1859	Бѣлый Яръ.	104,02
996	Тебисская	51,57	1874	Ачинскъ	100,33
1048	Каинскъ	56,97	1894	Тарутицо	118,43
1089	Кожурла	64,87	1910	Чернорѣченская.	126,64
1127	Убинская.	66,37	1932	Козулька	159,30
1165	Каргатъ	63,43	1955	Кемчугъ	138,42
1208	Чулымъ	65,67	1978	Жуковка.	206,19
1248	Дупленская.	76,27	1996	Кача.	221,04
1284	Камышенка (Коченово).	77,72	2011	Еловка.	180,87
1298	Чикъ.	57,92	2023	Минино.	131,47
	{ Горизонтъ высокихъ	47,89	2040	Красноярскъ	74,34
	водъ (загорный).			{ Горизонтъ самыхъ	69,59
1326	Рѣка Обь } Горизонтъ высокихъ	46,72	2042	Рѣка Енисей } Горизонтъ межени-	66,31
	водъ (нормальный).			ныхъ водъ.	
	Горизонтъ межени-	44,08		Горизонтъ самыхъ	65,14
	ныхъ водъ.			низкихъ водъ	
1332	Обь	62,14	2059	Злобино	71,47
1352	Каменка	106,49	2070	Зыково.	91,27
1366	Сокуръ	108,55	2081	Свищево	114,07
1386	Анисимовка.	104,76	2093	Сорокино.	138,82
1408	Ояшъ	83,49	2102	Таежный.	159,67
1426	Чбула	70,97	2116	Комарчага	170,59
1450	Болотное	95,09	2126	Ташта	159,48
1466	Барнаульскій разъѣздъ	72,99	2139	Балай	189,43
	{ Горизонтъ самыхъ	45,64	2163	Ольгинская.	172,59
1485	Рѣка Томь } высокихъ водъ		2169	Рѣка Рыбная, горизонтъ высокихъ	142,42
	Горизонтъ высо-	43,01		водъ	
	кихъ водъ.		2180	Амосовскій разъѣздъ	132,24
1489	Поломошная	61,66	2191	Троицко-Заозерная	99,84
1504	Терехино.	108,81	2211	Тырбыль.	154,84
1515	Литвиново	120,16	2224	Пермяково	160,24
1530	Лѣсной разъѣздъ	132,61	2234	Петрушково.	116,34
1547	Тайга	121,54	2252	Филимоново	97,34
1563	Лебедянка	123,74	2266	Канскъ.	97,44
1576	Анжерскій разъѣздъ.	116,99		{ Горизонтъ самыхъ	96,98
1584	Судженка.	116,54	2269	Рѣка Канъ } высокихъ водъ	
1602	Яя.	67,54		Горизонтъ низкихъ	95,59
1617	Ижморская.	113,44		водъ.	
1633	Воскресенскій разъѣздъ	105,54	2280	Ловать	169,36
1653	Берикульская	93,14	2292	Иланская.	126,86
	{ Горизонтъ самыхъ	67,73	2306	Степаново	166,14
1669	Рѣка Антибесъ } высокихъ водъ		2320	Ингашъ	125,86
	Горизонтъ межени-	66,74	2333	Пойма	137,84
	ныхъ водъ		2345	Тинская	121,89
1672	Антибесскій разъѣздъ	78,59	2363	Рѣшеты	124,60
1685	Маринскъ	64,29	2374	Ключи	183,14
	{ Горизонтъ самыхъ	60,34	2385	Точильный	171,82
1688	Рѣка Кія } высокихъ водъ		2396	Юрты	144,04
	Горизонтъ межени-	58,25	2407	Бирюса.	122,66
	ныхъ водъ		2424	Тайшетъ	148,74
1708	Суслово.	92,91	2436	Лаврентьевка.	126,29
1722	Ключевской разъѣздъ	118,59	2444	Байроновка.	146,84
1742	Тяжинъ	101,04	2456	Гарь	214,09
1754	Солдатка	103,59	2471	Разгонъ	201,69
1775	Итагъ	116,57			

Верста.	Названія станцій и рѣкъ.	Абсолютная вы-сота въ саженихъ.	Верста.	Названія станцій и рѣкъ.	Абсолютная вы-сота въ саженихъ.
2483	Моховая	136,29	3017	Суховская	203,75
2490	Алзамай	139,32	3042	Иркутскъ I (Иннокентіевская)	208,10
2500	Алгашетъ	143,74			
2510	Замзоръ	150,69			
2531	Камышетъ	168,33			
2547	Укъ	234,32			
2560	Мара	199,94	—	Тайга	121,54
2573	Нижеудинскъ	195,52	45	Басандайка	100,49
	Рѣка Уда { Горизонтъ самыхъ высокихъ водъ	198,53	74	Межениновка	63,04
2580		Горизонтъ межени- ныхъ водъ	196,43	82	Томскъ
2596	Хингуй	227,33	89	Черемушники	36,99
2607	Кадуй	263,54			
2618	Худюелань	274,16			
2652	Курзанъ	260,77			
	Рѣка Сауръ { Горизонтъ высокихъ водъ	236,29			
2658		Горизонтъ межени- ныхъ водъ	235,89		
2679	Рѣка Курзанъ, горизонтъ межени- ныхъ водъ	223,68	—		
2682	Тулунъ	234,48	24	Иркутскъ II	204,70
2702	Азей	236,48	62	Михалево	208,96
2722	Шерагуль	243,98		Байкаль	218,26
2757	Куйтунъ	261,98			
2769	Листвянка	255,77			
2786	Кимильтей	213,09			
2799	Соколовскій разъѣздъ	246,87			
2813	Зима	215,99			
	Рѣка Ока { Горизонтъ высокихъ водъ	214,78			
2816		Горизонтъ стояня льда	212,53		
	Горизонтъ межени- ныхъ водъ	212,40			
2826		Шетикъ	267,16	132	Рѣка Селенга { Горизонтъ самыхъ высокихъ водъ
2843	Тыреть	242,01		Горизонтъ низкихъ водъ	232,08
	Рѣка Ума { Горизонтъ высокихъ водъ	209,16	154		Верхнеудинскъ
2848		Горизонтъ межени- ныхъ водъ	207,74		Рѣка Уда { Горизонтъ самыхъ высокихъ водъ
2850	Холярта	219,94	161	Горизонтъ низкихъ водъ	
2866	Залари	216,04	170	Тальцы	243,90
2885	Головинская	253,15	187	Онохой	253,15
2905	Кутуликъ	238,80	208	Заиграево	269,64
2926	Черемхово	261,58	230	Илька	289,05
2951	Половина	256,57	257	Горхонъ	333,01
	Рѣка Бялаъ { Горизонтъ высокихъ водъ	193,84	289	Петровскій заводъ	377,54
2967		Горизонтъ низкихъ водъ	190,64	302	Рѣка Бялаъ { Горизонтъ высокихъ водъ
2972	Мальта	202,88		Горизонтъ межени- ныхъ водъ	361,40
2985	Усолье	211,79	307		Баяга
2994	Тельма	203,70	320	Тарбагатай	351,85
	Рѣка Китой { Горизонтъ самыхъ высокихъ водъ	196,72	337	Толбага	346,48
3004		Горизонтъ низкихъ водъ	194,93	359	Хохотуй
			381	Бада	362,73
			404	Жичегень	370,04
			428	Хилокъ	378,20

Вѣрста.	Названія станцій и рѣкъ.	Абсолютная вы-сота въ саженьяхъ.	Вѣрста.	Названія станцій и рѣкъ.	Абсолютная вы-сота въ саженьяхъ.
197	Вижай	189,30	35	Безъимянная	38,22
211	Бисеръ	215,74	59	Нахой	36,48
225	Теплая Гора	185,79	72	Урбахъ	33,87
239	Усть-Тискосъ	142,54	95	Ерусланъ	46,72
248	Европейская	178,22	107	Мокроусъ	49,57
262	Уральская	182,56	116	Николаевская	49,59
276	Азіатская	119,89	126	Илесь	51,49
291	Кушва	109,39	137	Чугунка	49,67
300	Баранчинская	110,58	145	Жулидовъ	48,50
317	Лая	107,46	159	Ершовъ	48,07
335	Нижній Тагиль	104,44	168	Половниковъ	49,97
347	Шайтанка	92,56	178	Мавринка	32,93
360	Анатольская	127,31	187	Шверинъ	44,83
382	Невьянскъ	114,64	199	Алтата	28,90
400	Нейво-Рудянская	121,35	225	Новорослейка	42,17
409	Верхъ-Нейвинскъ	124,63	236	Часовникова	52,60
430	Тарасково	142,65	247	Чалыкла	75,37
447	Исетъ	126,68	260	Тайчуба	69,22
467	Екатеринбургъ I	124,03	273	Озинка	40,19
472	Екатеринбургъ II (разъѣздъ)	124,51	297	Семиглавый Маръ	67,52
482	Истокъ	114,65	319	Шипово	34,23
500	Косулино	124,41	346	Зеленый	28,72
520	Баженово	112,77	358	Переметная	25,06
542	Грязновская	104,45	396	Уральскъ	16,26
561	Богдановичъ	78,45			
580	Пышминская	63,15			
601	Камышловъ	46,59			
619	Аксариха	67,45			
638	Ощешково	43,05			
668	Поклевская	37,07			
699	Юшала	53,61			
715	Тугулымъ	50,55			
733	Кармакъ	49,55			
752	Перевалово	49,95			
771	Тюмень	39,95			
776	Тура	28,45			
	б) Линія отъ Екатеринбурга до Челябинска.				
—	Екатеринбургъ II (разъѣздъ)	124,51			
7	Уктусъ	119,34			
37	Мраморская	180,43			
66	Полдневая	173,05			
95	Уфалей	182,96			
122	Маукъ	161,87			
143	Кыштымъ	118,57			
176	Аргаяшъ	120,26			
204	Есаульская	102,34			
227	Челябинскъ	108,90			
	6. РЯЗАНСКО-УРАЛЬСКАЯ желѣзная дорога.				
	Линія отъ Покровской слободы до Уральска.				
—	Покровская слобода	9,57			
10	Анисовка	18,57			
				7. СРЕДНЕ-АЗІАТСКАЯ желѣзная дорога.	
				а) Линія Красноводскъ—Андижанъ.	
				Красноводскъ I	—10,33
				Кайли (Койлю)	—10,07
				Янгаджа	— 8,52
				Кара-Тенгиръ	2,19
				Белекъ	—10,22
				Ягманъ	— 9,86
				Джебель	— 4,05
				Балла-Ишемъ	— 4,91
				Айдинъ	— 7,57
				Переваль	20,08
				Ахча-Куйма	31,23
				Казанджикъ	15,74
				Узунъ-Су	39,47
				Ушакъ	77,49
				Кизиль-Арватъ	46,45
				Коджъ	32,08
				Бами	35,22
				Арчманъ	42,41
				Бахарденъ	75,32
				Келята	77,73
				Геокъ-Тепе	95,40
				Безмеинъ	109,78
				Асхабадъ	104,52
				Аннау	106,30
				Гяурскъ	108,56
				Ахсу	99,10
				Баба-Дурмазъ	94,78

II. Алфавитный списокъ желѣзнодорожныхъ станцій въ Азіатской Россіи и въ смежныхъ съ нею мѣстностяхъ съ указаніемъ абсолютныхъ высотъ полотна или рельсовъ (для Средне-Азіатской) желѣзныхъ дорогъ у пассажирскихъ зданій этихъ станцій.

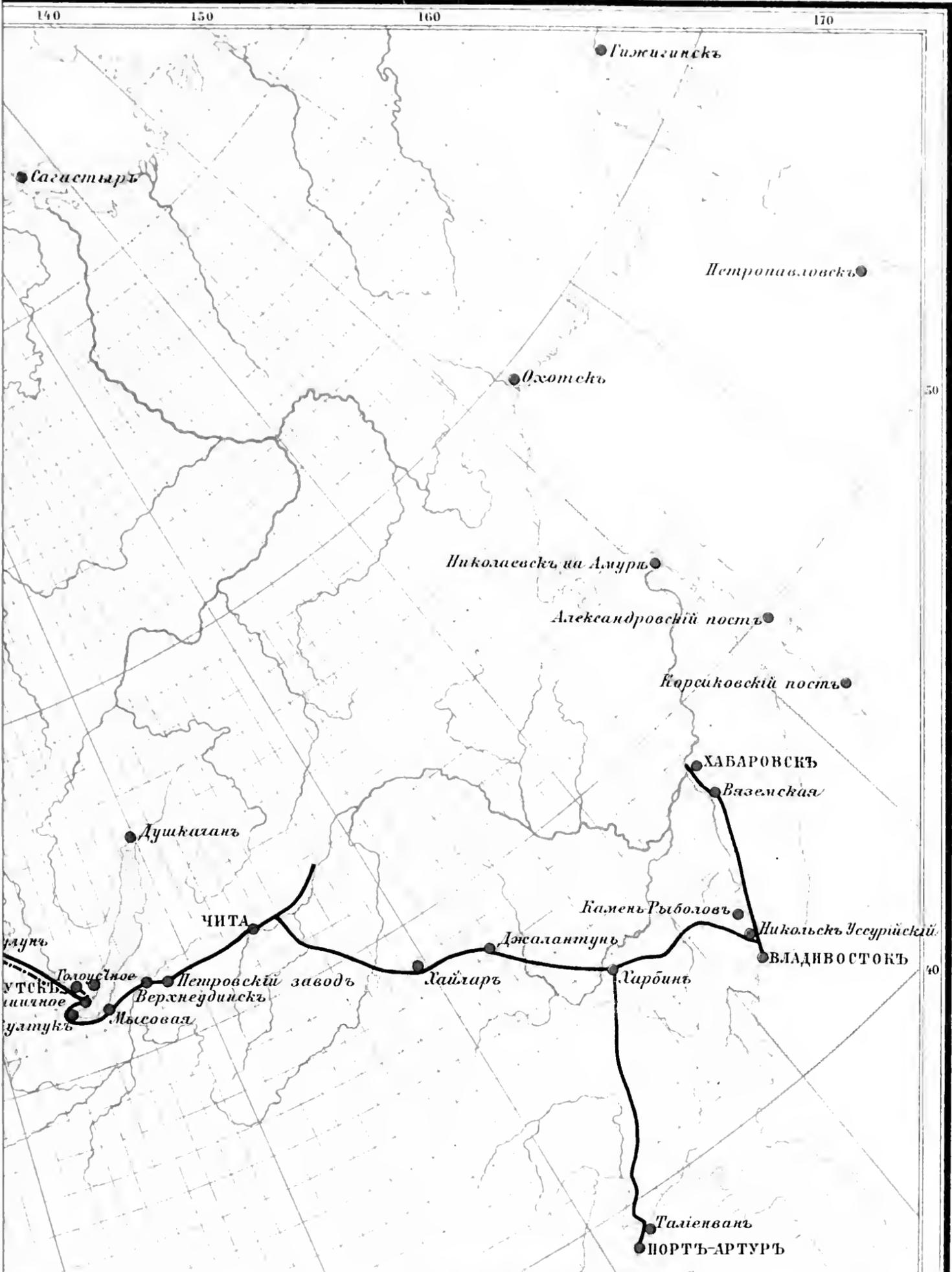
Названіе станціи.	Какой дороги.	Абсолютная высота въ саженьяхъ.	Названіе станціи.	Какой дороги.	Абсолютная высота въ саженьяхъ.
Ажехе	Китайской Вост. . .	63,64	Балла-Ишемъ . . .	Средне-Азіатской . .	— 4,91
Ажехе, разъѣздъ . .	Китайской Вост. . .	67,17	Баляга	Забайкальской . . .	350,07
Азей	Сибирской	236,48	Бами	Средне-Азіатской . .	35,22
Азіатская	Пермской	119,89	Барановскій	Уссурійской	5,53
Айдинъ	Средне-Азіатской . .	— 7,57	Баранчинская . . .	Пермской	110,58
Акса-Кала	Средне-Азіатской . .	168,08	Баримъ	Китайской Вост. . .	209,07
Аксариха	Пермской	67,45	Барнаульскій разъѣздъ	Сибирской	72,99
Алгашеть	Сибирской	143,74	Барханы	Средне-Азіатской . .	92,99
Алзамай	Сибирской	139,32	Басандайка	Сибирской	100,49
Алтата	Рязанско-Уральск. . .	28,90	Бахарденъ	Средне-Азіатской . .	75,32
Алчанъ	Уссурійской	29,54	Баянъ	Забайкальской . . .	218,13
Амосовскій разъѣздъ	Сибирской	132,24	Безменъ	Средне-Азіатской . .	109,78
Аму-Дарья	Средне-Азіатской . .	89,13	Безъимянная	Рязанско-Уральск. . .	38,22
Анатольская	Пермской	127,31	Бейцуха	Уссурійской	62,85
Авда	Китайской Вост. . .	70,81	Белекъ	Средне-Азіатской . .	— 10,22
Анджанъ	Средне-Азіатской . .	233,64	Берикульская . . .	Сибирской	93,14
Анжерскій разъѣздъ	Сибирской	116,99	Бикинъ	Уссурійской	27,97
Анисимовка	Сибирской	104,76	Бирюса	Сибирской	122,66
Анисовка	Рязанско-Уральск. . .	18,57	Бисеръ	Пермской	215,74
Аннау	Средне-Азіатской . .	106,30	Богдановичъ	Пермской	78,45
Анненково	Средне-Азіатской . .	103,99	Боготоль	Сибирской	139,49
Антибесскій	Сибирской	78,59	Болотное	Сибирской	95,09
Апрѣлково	Забайкальской . . .	231,38	Бочарова	Уссурійской	32,19
Аргаяшъ	Пермской	120,26	Боярскій разъѣздъ . .	Забайкальской . . .	225,80
Арманъ-Сагадъ . . .	Средне-Азіатской . .	139,52	Буссе	Уссурійской	29,75
Артыкъ	Средне-Азіатской . .	106,16	Бутырскій разъѣздъ .	Сибирской	72,96
Архиповка	Пермской	149,41	Бухара	Средне-Азіатской . .	104,21
Арчманъ	Средне-Азіатской . .	42,41	Бухату	Китайской Вост. . .	316,17
Асхабадъ	Средне-Азіатской . .	104,52	Бѣлая	Пермской	175,55
Атамановскій разъѣздъ	Забайкальской . . .	305,98	Бѣлый Яръ	Сибирской	104,02
Ахсу	Средне-Азіатской . .	99,10	Бянкина	Забайкальской . . .	222,28
Ахча-Куйма	Средне-Азіатской . .	31,23	Валезная	Пермской	83,64
Ачинскъ	Сибирской	100,33	Ванновская	Средне-Азіатской . .	206,54
Баба-Дурмазъ	Средне-Азіатской . .	94,78	Варгаши	Сибирской	73,22
Багчинъ	Китайской Вост. . .	176,03	Вейсухе	Китайской Вост. . .	118,46
Бада	Забайкальской . . .	362,73	Веревкино	Средне-Азіатской . .	169,57
Баженово	Пермской	112,77	Верхнеудинскъ . . .	Забайкальской . . .	255,07
Байкаль	Забайкальской . . .	218,26	Верхній Ключъ . . .	Забайкальской . . .	224,58
Байрамъ-Али	Средне-Азіатской . .	110,31	Верхъ-Нейвинскъ . .	Пермской	124,63
Байроновка	Сибирской	146,84	Вижай	Пермской	189,30
Балай	Сибирской	189,43	Владивостокъ	Уссурійской	1,45
			Воскресенскій разъѣздъ	Сибирской	105,54

Названіе станціи.	Какой дороги.	Абсолютная вы-сота въ саженьяхъ.	Названіе станціи.	Какой дороги.	Абсолютная вы-сота въ саженьяхъ.
Опозь	Забайкальской . .	242,23	Сокуртъ	Сибирской	108,55
Онохой	Забайкальской . .	253,15	Солдатка	Сибирской	103,59
Ощепково	Пермской	43,05	Солончаки	Китайской Вост. . .	67,83
Ояшъ	Сибирской	83,49	Сорокино	Сибирской	138,82
Пашія	Пермской	141,70	Сохондо	Забайкальской . . .	443,03
Первая Рѣчка	Уссурийской	1,75	Спасская	Уссурийской	45,18
Перевалово	Пермской	49,95	Степаново	Сибирской	166,14
Переваль	Китайской Вост. . .	315,28	Стрѣтенскъ	Забайкальской . . .	212,88
Переваль	Средне-Азіатской .	20,08	Судженка	Сибирской	116,54
Переметная	Рязанско-Уральск. .	25,06	Султанъ-Бентъ . . .	Средне-Азіатской .	127,38
Пермь	Пермской	45,30	Сунгарь	Китайской Вост. . .	60,81
Пермяково	Сибирской	160,24	Суслово	Сибирской	92,91
Пески	Средне-Азіатской .	90,79	Суховская	Сибирской	203,75
Петровский Заводъ .	Забайкальской . . .	377,54	Сылва	Пермской	47,05
Петропавловскъ . . .	Сибирской	64,49	Сырть-Дарьинская .	Средне-Азіатской .	123,52
Петрушково	Сибирской	116,34	Сѣдловой развѣздъ .	Забайкальской . . .	403,12
Пивкино	Сибирской	87,10	Сѣрово	Средне-Азіатской .	196,09
Плесь	Рязанско-Уральск. .	51,49	Сяо-Суйфунъ	Китайской Вост. . .	152,03
Пограничная	Китайской Вост. . .	215,22	Ся-фын-сын-линъ . .	Китайской Вост. . .	121,76
Пойма	Сибирской	137,84	Тасжнй	Сибирской	159,67
Поклевская	Пермской	37,07	Тайга	Сибирской	121,54
Покровская слобода .	Рязанско-Уральск. .	9,57	Тай-ма-гоу	Китайской Вост. . .	300,42
Подневая	Пермской	173,05	Тай-нинъ-линъ	Китайской Вост. . .	261,87
Половина	Сибирской	256,57	Тайчуба	Рязанско-Уральск. .	69,22
Половниковъ	Рязанско-Уральск. .	49,97	Тайшетъ	Сибирской	148,74
Поломошная	Сибирской	61,66	Такиръ	Средне-Азіатской .	89,07
Посольское	Забайкальской . . .	225,50	Таловка	Забайкальской . . .	229,45
Посьетовка	Средне-Азіатской .	182,78	Талхатанъ-Баба . . .	Средне-Азіатской .	111,21
Прохаско	Уссурийской	30,80	Тальцы	Забайкальской . . .	243,90
Пышминская	Пермской	63,15	Тарасково	Пермской	142,65
Пѣтухово	Сибирской	66,78	Тарбагатай	Забайкальской . . .	351,85
Равнина	Средне-Азіатской .	97,32	Тарутино	Сибирской	118,43
Разгонъ	Сибирской	201,69	Татарская	Сибирской	52,30
Раздольное	Уссурийской	3,79	Татаурово	Забайкальской . . .	232,50
Размахино	Забайкальской . . .	249,28	Та-фын-сын-линъ . .	Китайской Вост. . .	90,76
Репетекъ	Средне-Азіатской .	87,37	Ташкентъ	Средне-Азіатской .	205,25
Ровная	Китайской Вост. . .	70,48	Ташта	Сибирской	159,48
Розенгартовка	Уссурийской	26,85	Ташъ-Кепри	Средне-Азіатской .	151,80
Ростовцево	Средне-Азіатской .	354,59	Тебисская	Сибирской	51,57
Рыжовъ	Уссурийской	35,00	Тедженъ	Средне-Азіатской .	87,26
Рѣшеты	Сибирской	124,60	Тельма	Сибирской	203,70
Савинскій развѣздъ .	Забайкальской . . .	262,38	Темлюй	Забайкальской . . .	224,45
Самаркандъ	Средне-Азіатской .	322,29	Теплая Гора	Пермской	185,79
Сандыкъ-Качи	Средне-Азіатской .	142,13	Терехино	Сибирской	108,81
Сарту	Китайской Вост. . .	71,43	Тинская	Сибирской	121,89
Сары-Язы	Средне-Азіатской .	144,39	Тойдутъ	Забайкальской . . .	414,10
Свицево	Сибирской	114,07	Токуши	Сибирской	66,28
Свягино	Уссурийской	41,08	Толбага	Забайкальской . . .	346,48
Селенга	Забайкальской . . .	225,80	Томскъ	Сибирской	69,54
Селинхэ	Китайской Вост. . .	180,82	Тоннель (Большой Хинганъ)	Китайской Вост. . .	450,55
Селянка	Пермской	113,61	Точильный	Сибирской	171,82
Семеникъ	Средне-Азіатской .	109,14	Троицко-Заозерная .	Сибирской	99,84
Семиглавый Мартъ . .	Рязанско-Уральск. .	67,52	Тугулымъ	Пермской	50,55
Сибирь	Забайкальской . . .	347,09	Туйчисанъ	Китайской Вост. . .	58,21
Снарскій	Уссурийской	45,15	Тулунъ	Сибирской	234,48
Соколовскій развѣ- здъ	Сибирской	246,87	Тура	Пермской	28,45
			Туринскій развѣздъ .	Забайкальской . . .	291,28

Названіе станціи.	Какой дороги.	Абсолютная высота въ саженихъ.	Названіе станціи.	Какой дороги.	Абсолютная высота въ саженихъ.
Турчиha	Китайской Вост.	87,44	Цицикаръ	Китайской Вост.	70,23
Тырбыль	Сибирской	154,84	Цуголь	Забайкальской . . .	302,13
Тыреть	Сибирской	242,01	Чалькла	Рязанско-Уральск.	75,37
Тюмень	Пермской	39,95	Часовникова	Рязанско-Уральск.	52,60
Тяжинъ	Сибирской	101,04	Чебула	Сибирской	70,97
Убинская	Сибирской	66,37	Челябинскъ	{ Пермской }	108,90
Удми	Китайской Вост.	99,36		{ Сибирской }	244,38
Узунъ-Су	Средне-Азіатской .	39,47	Чемень-и-Бидъ	Средне-Азіатской .	36,99
Уктусъ	Пермской	119,34	Черемушники	Сибирской	261,58
Укъ	Сибирской	234,32	Черемхово	Сибирской	38,01
Улимо	Китайской Вост.	71,20	Черниговка	Уссурійской	316,63
Унбурга	Забайкальской . . .	296,70	Черновскій	Забайкальской . . .	126,64
Унуръ	Китайской Вост.	357,37	Чернорѣченская	Сибирской	33,55
Уральская	Пермской	182,56	Черный	Уссурійской	87,87
Уральскъ	Рязанско-Уральск.	16,26	Чернявскій	Сибирской	169,39
Урбахъ	Рязанско-Уральск.	33,87	Черняево	Средне-Азіатской .	57,92
Урульга	Забайкальской . . .	267,28	Чикъ	Сибирской	124,53
Урусъ-Душенъ	Средне-Азіатской .	150,90	Чингизъ-Ханъ	Китайской Вост.	85,20
Усолъе	Сибирской	211,79	Чистоозеро	Сибирской	307,38
Усури	Уссурійской	32,38	Чита	Забайкальской . . .	49,67
Усть-Тискосъ	Пермской	142,54	Чугунга	Рязанско-Уральск.	65,67
Уфалей	Пермской	182,96	Чулымъ	Сибирской	79,90
Учь-Аджи	Средне-Азіатской .	88,43	Чумлякъ	Сибирской	58,41
Ушакъ	Средне-Азіатской .	77,49	Чусовская	Пермской	
Фарабъ	Средне-Азіатской .	88,64	Шадринская (Коло-		
Федченко	Средне-Азіатской .	223,34	нія)	Сибирской	50,65
Филлимоново	Сибирской	97,34	Шайтанка	Пермской	92,56
Хабаровскъ	Уссурійской	44,97	Шанши	Китайской Вост.	145,69
Хабаровскъ - при-			Шверинъ	Рязанско-Уральск.	44,83
станъ	Уссурійской	18,98	Шерагуль	Сибирской	243,98
Хаджа-Давлетъ	Средне-Азіатской .	88,49	Шеткъ	Сибирской	267,16
Хайларъ	Китайской Вост.	289,66	Шилка	Забайкальской . . .	236,70
Хайлинъ	Китайской Вост.	122,72	Шипово	Рязанско-Уральск.	34,23
Хакъ	Китайской Вост.	293,01	Шитохеза	Китайской Вост.	162,34
Хантахеза	Китайской Вост.	202,03	Шмаковка	Уссурійской	34,68
Харагунъ	Забайкальской . . .	404,10	Шумиха	Сибирской	83,06
Харбинъ	Китайской Вост.	71,16	Эбергардтъ	Уссурійской	29,15
Хилково	Средне-Азіатской .	141,85	Юрахлы	Сибирской	70,00
Хилково	Уссурійской	0,90	Юрты	Сибирской	144,04
Хилокъ	Забайкальской . . .	378,20	Юшала	Пермской	53,61
Хингуй	Сибирской	227,33	Яблоновая	Забайкальской . . .	396,75
Ходжентъ	Средне-Азіатской .	190,97	Ягманъ	Средне-Азіатской .	—9,86
Холярта	Сибирской	219,94	Якатуть	Средне-Азіатской .	97,02
Хорхонте	Китайской Вост.	291,96	Якши	Китайской Вост.	314,99
Хоръ	Уссурійской	28,32	Яль	Китайской Вост.	253,99
Хохотуй	Забайкальской . . .	353,82	Янгаджа	Средне-Азіатской .	—8,52
Худослаиъ	Сибирской	274,16	Яя	Сибирской	67,54
Хуръ-Хура	Китайской Вост.	74,64			
Хушенга	Забайкальской . . .	398,90			

Названіе станціи.	Какой дороги.	Абсолютная вы-сота въ саженьяхъ.	Названіе станціи.	Какой дороги.	Абсолютная вы-сота въ саженьяхъ.
Вревская	Средне-Азіатской	141,30	Зыково	Сибирской	91,27
Всесвятская	Пермской	167,48	Зырянка	Сибирской	72,51
Вяземская	Уссурійской	34,25	Ижморская	Сибирской	113,44
Ганькино	Сибирской	63,76	Иланская	Сибирской	126,86
Гарь	Сибирской	214,09	Иловайская	Уссурійской	28,50
Гедике	Уссурійской	39,65	Илька	Забайкальской	289,05
Геокъ-Сюръ	Средне-Азіатской	87,36	Имамъ-Баба	Средне-Азіатской	135,98
Геокъ-Тене	Средне-Азіатской	95,40	Имамъ	Уссурійской	28,35
Головинская	Сибирской	253,15	Имемно	Китайской Вост.	100,41
Голодная Стенъ	Средне-Азіатской	128,77	Ингашь	Сибирской	125,86
Гонгота	Забайкальской	449,80	Ингода	Забайкальской	324,23
Горхонъ	Забайкальской	333,01	Иннокентіевская (Иркутскъ I)	Сибирской	208,10
Горчаково	Средне-Азіатской	240,45	Иркутскъ II	Китайской Вост.	411,04
Грязновская	Пермской	104,45	Иркутскъ I (Инно- кентіевская)	Забайкальской	204,70
Гыръ-Шелунъ	Забайкальской	387,03	Исетъ	Сибирской	208,10
Гяурсъ	Средне-Азіатской	108,56	Исиль-Куль	Пермской	126,68
Далай-Норъ	Китайской Вост.	270,41	Истокъ	Сибирской	60,00
Джалантунъ	Китайской Вост.	150,93	Итатъ	Пермской	114,65
Джаромте	Китайской Вост.	300,39	Илотанъ	Сибирской	116,57
Джебелъ	Средне-Азіатской	—4,05	Каахка	Средне-Азіатской	119,33
Джизакъ	Средне-Азіатской	182,83	Кадуи	Средне-Азіатской	136,56
Джу-Джу-Клу	Средне-Азіатской	89,39	Казанджикъ	Сибирской	263,54
Джума	Средне-Азіатской	292,89	Казыклы-Бентъ	Средне-Азіатской	15,74
Дормидоптова	Уссурійской	24,92	Кайдалово	Средне-Азіатской	132,59
Дортъ-Кую	Уссурійской	89,20	Кайла (Койлю)	Забайкальской	278,61
Драгомипрово	Средне-Азіатской	176,77	Кайла (Койлю)	Средне-Азіатской	—10,7
Дроздовъ	Уссурійской	44,19	Капнскъ	Сибирской	56,97
Дубининскій	Уссурійской	20,76	Кала-и-Моръ	Средне-Азіатской	191,13
Дупленская	Сибирской	76,27	Калачинская	Сибирской	50,40
Духовская	Уссурійской	39,10	Каменка	Сибирской	106,49
Душакъ	Средне-Азіатской	116,24	Камышейка (Коче- ново)	Сибирской	77,72
Европейская	Пермской	178,22	Камышетъ	Сибирской	168,33
Екатеринбургъ I	Пермской	124,03	Камышовъ	Пермской	46,59
Екатеринбургъ II (разъѣздъ)	Пермской	124,51	Канскъ	Сибирской	97,44
Еловка	Сибирской	180,87	Карабата	Сибирской	96,48
Ермакъ	Пермской	100,96	Кара-Гугу	Средне-Азіатской	60,75
Ерусалавъ	Рязанско-Уральск.	46,72	Каракуль	Сибирской	60,75
Ершовъ	Рязанско-Уральск.	48,07	Кара-Тенгиръ	Средне-Азіатской	92,04
Есаульская	Пермской	102,34	Карауль-Кую	Средне-Азіатской	2,19
Жинхегенъ	Забайкальской	370,04	Карачи	Средне-Азіатской	92,10
Жуковка	Сибирской	206,19	Карачи	Сибирской	52,42
Жулдовъ	Рязанско-Уральск.	48,50	Каргатъ	Сибирской	63,43
Журавликъ	Пермской	161,21	Кармакъ	Пермской	49,55
Загаринъ	Забайкальской	423,74	Карымскъ	Забайкальской	283,78
Заиграево	Забайкальской	269,64	Катта-Курганъ	Средне-Азіатской	223,04
Залари	Сибирской	216,04	Кауфманская	Средне-Азіатской	168,91
Замзоръ	Сибирской	150,69	Каушутъ	Средне-Азіатской	123,88
Зеленый	Рязанско-Уральск.	28,72	Кача	Средне-Азіатской	221,04
Зерабулакъ	Средне-Азіатской	218,58	Келята	Сибирской	77,73
Зима	Сибирской	215,99	Кемчугъ	Средне-Азіатской	138,42
Зіадивъ	Средне-Азіатской	197,57	Кермине	Сибирской	186,70
Злобино	Сибирской	71,47	Кизиль-Арватъ	Средне-Азіатской	46,45
Зубарево	Забайкальской	258,18	Кизиль-Тене	Средне-Азіатской	124,74
			Кимильтей	Сибирской	213,09
			Кипарисовъ	Уссурійской	3,18

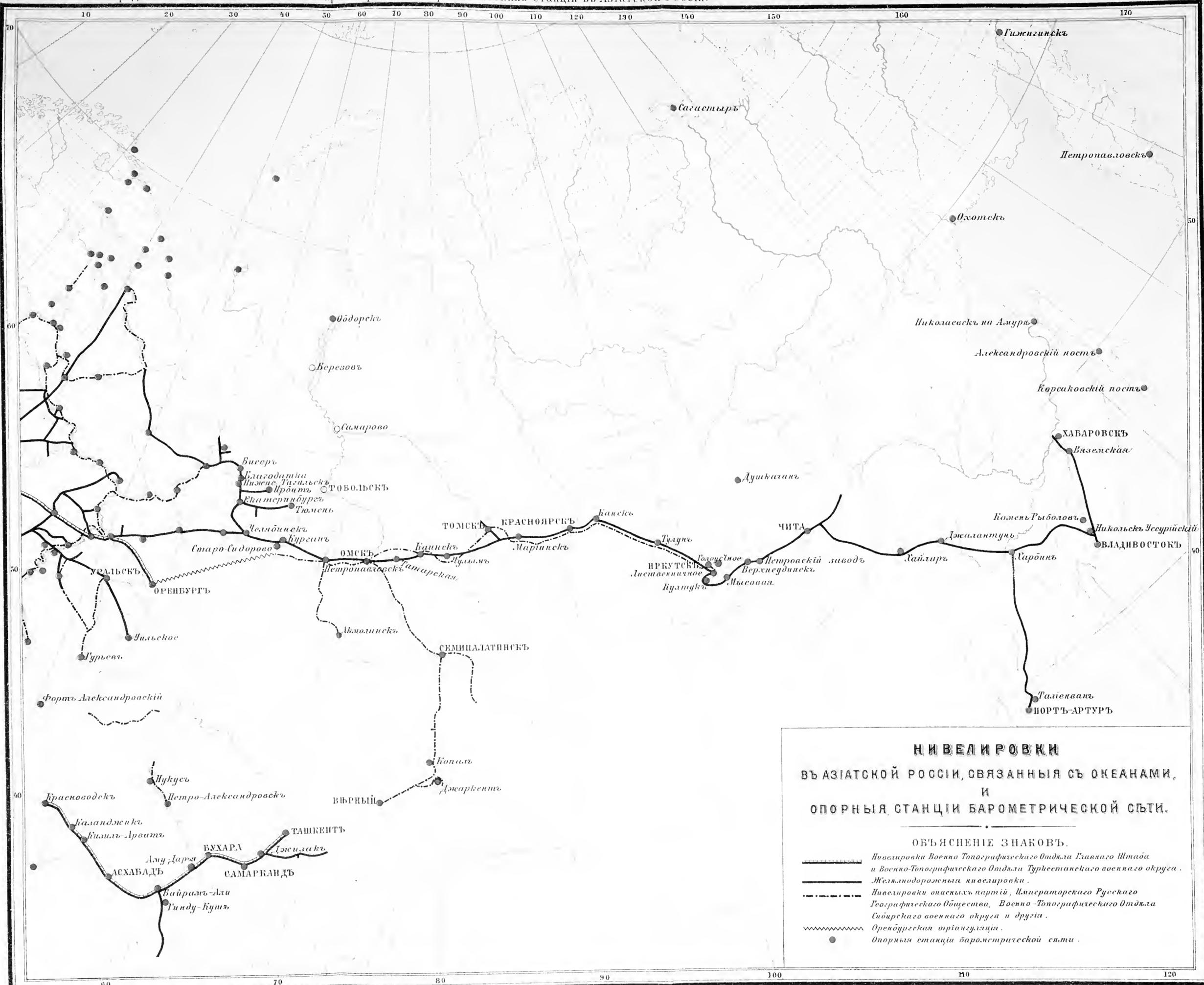
Названіе станціи.	Какой дороги.	Абсолютная высота въ саженьяхъ.	Названіе станціи.	Какой дороги.	Абсолютная высота въ саженьяхъ.
Китайскій развѣздъ	Забайкальской . . .	275,88	Мамлютка	Сибирской	64,19
Ключевской развѣздъ	Сибирской	118,59	Манчжурія	Китайской Вост. . .	304,94
Ключи	Сибирской	183,14	Маошанъ	Китайской Вост. . .	121,61
Кноррингъ	Уссурийской	40,21	Мара	Сибирской	199,94
Коджъ	Средне-Азіатской . .	32,08	Маргеланъ	Средне-Азіатской . .	262,30
Кожурла	Сибирской	64,87	Маріановка	Сибирской	52,95
Козулька	Сибирской	159,30	Маринскъ	Сибирской	64,29
Козырево	Сибирской	94,84	Маукъ	Пермской	161,87
Кокандъ	Средне-Азіатской . .	105,51	Маціохэ	Китайской Вост. . .	152,32
Кокуй	Забайкальской . . .	217,38	Медвѣжья	Сибирской	62,86
Комарихинская	Пермской	88,60	Межениновка	Сибирской	63,04
Комарчага	Сибирской	170,59	Мельниково	Средне-Азіатской . .	166,83
Кормиловка	Сибирской	52,90	Мендухей	Китайской Вост. . .	331,64
Корфовская	Уссурийской	41,00	Мервъ	Средне-Азіатской . .	105,02
Косулино	Пермской	124,41	Милютинская	Средне-Азіатской . .	266,60
Косуль	Сибирской	116,94	Минино	Сибирской	131,47
Кочубаево	Сибирской	55,80	Миръ	Забайкальской . . .	368,68
Краевскій	Уссурийской	35,73	Михалево	Забайкальской . . .	208,96
Красицкій	Уссурийской	38,65	Мишкино	Сибирской	73,09
Красная	Сибирской	119,96	Могзонъ	Забайкальской . . .	425,98
Красная Рѣчка	Уссурийской	26,30	Моготуй	Забайкальской . . .	310,34
Красноводскъ I	Средне-Азіатской . .	-10,33	Модаши	Китайской Вост. . .	149,75
Красноярскъ	Сибирской	74,34	Мокроусъ	Рязанско-Уральск. .	49,57
Кругликовъ	Уссурийской	34,60	Монастырщце	Уссурийской	33,71
Кручина	Забайкальской . . .	297,68	Монгольскія	Китайской Вост. . .	64,61
Куйтувъ	Сибирской	261,93	Мотовила	Пермской	45,35
Кука	Забайкальской . . .	349,08	Моховая	Сибирской	136,29
Курбанъ-Кала	Средне-Азіатской . .	107,74	Мраморская	Пермской	180,43
Курганъ	Сибирской	37,20	Мудандзянтъ	Китайской Вост. . .	114,57
Курдюмова	Уссурийской	29,21	Муравьевъ-Амурскій	Уссурийской	31,00
Курзанъ	Сибирской	260,77	Мургакъ	Средне-Азіатской . .	99,03
Куропаткино	Средне-Азіатской . .	350,81	Мурень	Китайской Вост. . .	158,82
Кутуликъ	Сибирской	238,80	Мысовая	Забайкальской . . .	220,00
Кушва	Пермской	109,39	Мѣдяково	Сибирской	143,22
Кушка	Средне-Азіатской . .	294,81	Нагорная	Средне-Азіатской . .	258,41
Куэнга	Забайкальской . . .	220,74	Надеждино	Уссурийской	9,61
Кую-Мазаръ	Средне-Азіатской . .	115,36	Нахой	Рязанско-Уральск. .	36,43
Кыштымъ	Пермской	118,57	Невельская	Уссурийской	41,71
Лаврентьевка	Сибирской	126,29	Невьянскъ	Пермской	114,64
Лая	Пермской	107,46	Нейво-Рудянская . . .	Пермской	121,35
Лебедянка	Сибирской	123,74	Нерчинскъ	Забайкальской . . .	326,41
Лебяжья	Сибирской	66,20	Нижнеудинскъ	Сибирской	195,52
Левшино	Пермской	47,61	Нижній-Тагиль	Пермской	104,44
Листвянка	Сибирской	255,77	Николаевская	Рязанско-Уральск. .	49,59
Литвиново	Сибирской	120,16	Никольскъ - Уссурийскій	Уссурийской	10,81
Ловать	Сибирской	169,36	Нинзашанъ	Китайской Вост. . .	105,75
Ломакіно	Средне-Азіатской . .	189,63	Новорослейка	Рязанско-Уральск. .	42,17
Лысьва	Пермской	62,01	Нонни	Китайской Вост. . .	72,28
Лѣсной развѣздъ	Сибирской	132,61	Обагайтуй	Китайской Вост. . .	258,85
Ляды	Пермской	47,18	Обручево	Средне-Азіатской . .	183,82
Ляолинъ	Китайской Вост. . .	297,33	Объ	Сибирской	62,14
Мавринка	Рязанско-Уральск. .	32,93	Озерная	Китайской Вост. . .	69,08
Макавѣево	Забайкальской . . .	291,28	Озинка	Рязанско-Уральск. .	40,19
Макушино	Сибирской	66,78	Ольгинская	Сибирской	172,59
Маликъ	Средне-Азіатской . .	169,40	Омекъ	Сибирской	40,99
Мальта	Сибирской	202,88	Онгунъ	Китайской Вост. . .	286,23



**НИВЕЛИРОВКИ
ВЪ АЗИАТСКОЙ РОССІИ, СВЯЗАННЫЯ СЪ ОКЕАНАМИ,
И
ОПОРНЫЯ СТАНЦІИ БАРОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪТТИ.**

ОБЪЯСНЕНІЕ ЗНАКОВЪ.

-  Нивелировки Военно Топографическаго Отдѣла Главнаго Штаба и Военно-Топографическаго Отдѣла Туркестанскаго военнаго округа.
-  Железнодорожныя нивелировки.
-  Нивелировки описныхъ партій, Императорскаго Русскаго Географическаго Общества, Военно-Топографическаго Отдѣла Сибирскаго военнаго округа и другихъ.
-  Оренбургская триангуляція.
-  Опорныя станціи барометрической сѣти.



ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.

MÉMOIRES

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.

VIII^e SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ.

CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Томъ XII. № 3.

Volume XII. № 3.

DER

GEGENWÄRTIGE STAND DER FRAGE

ÜBER

ELEKTRISCHE ERDSTRÖME.

VON

P. Bachmetjew,

Professor an der Hochschule in Sophia.

Nebst 6 Tafeln mit Zeichnungen.

(Vorgelegt der Akademie am 17. Januar 1901.)



С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1901. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской
Академіи Наукъ:

Н. Н. Глазунова, М. Эггерса и Комп. и К. Л. Риккера
въ С.-Петербургѣ,
Н. П. Карбасникова въ С.-Петербур., Москвѣ, Варшавѣ и
Вильнѣ,
Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Рапопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie IMPÉRIALE des
Sciences:

J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Péters-
bourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et
Vilna,
N. Oglobline à St.-Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopoff à Odessa,
N. Kymmel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цена: 1 руб. 20 коп. — Prix: 3 Mark.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.

С.-Петербургъ, Октябрь 1901 г.

Непремѣнный секретарь, Академикъ *Н. Дубровинъ*.

ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

Вас. Остр., 9 линія, № 12.

I. Uebersicht der bis jetzt existirenden Theorien.

Ueber die Ursachen, welche elektrische Ströme in unserer Erdkugel hervorrufen, existiren mehr oder weniger wahrscheinliche Hypothesen, die von verschiedenen Forschern ausgesprochen worden sind.

Barlow [19¹⁾] kommt mittelst seiner Versuche zu dem Schlusse, dass der Erdstrom keinen atmosphärischen Ursprung haben kann, sondern als Strom tellurischen Ursprunges betrachtet werden muss.

De-la-Rive [32] kommt mittelst seiner theoretischen Betrachtungen zu dem Schlusse, dass die in der Erde in Folge verschiedener Ursachen erzeugte Elektrizität durch Wasserdämpfe in unsere Atmosphäre (hauptsächlich am Aequator) und von dort vermittelt der Winde nach den Polen übertragen wird. Dort wird die auf diese Art angesammelte Elektrizität in Form von Nordlichtern entladen, geht in die Erde hinein und geht wieder durch die Erde zum Aequator zurück.

Wir können jedoch diese Theorie nicht als wahrscheinliche betrachten, da nach derselben die Winde immer dieselbe Richtung und zwar vom Aequator aus zum Norden oder zum Süden haben sollen.

Lamont [47] betrachtet die Erde als eine mit negativer Elektrizität geladene Kugel, wobei diese Elektrizität vom Wetter und täglicher Bewegung der Erde abhängig ist. Diese elektrische Spannung wird durch die Anziehungskraft der übrigen geladenen Himmelskörper, hauptsächlich aber der Sonne, in Bewegung gesetzt und in Folge dessen bildet sich eine elektrische Ebbe und Fluth, also auch die Erdströme.

Blavier [24] erklärt den mittelst Telegraphendrähten erhaltenen Erdstrom folgendermaassen: in den oberen Regionen unserer Atmosphäre fliesst ein elektrischer Strom, welcher die Tagesvariationen und die Perturbationen der magnetischen Elemente erzeugt. Dieser Strom erzeugt aber auch in niedrigeren Luftschichten einen anderen elektrischen Strom

1) Diese Zahlen beziehen sich auf das am Schluss befindliche Litteratur-Verzeichniss.

von entgegengesetzter Richtung, welcher in Telegraphendrähten beobachtet wird. Der erste Strom kann in Folge der Bewegung von elektrischen Massen durch Winde stattfinden, welche in oberen Regionen der Atmosphäre von SO nach NW wehen.

Preece [60] schliesst, indem er die gleichzeitig vorkommenden Nordlichter und Sonnenflecken in Betracht zieht, dass die Perturbationen in der Sonnenatmosphäre die elektromagnetischen Wirkungen auf unserer Erdoberfläche erzeugen.

Wild [79] spricht folgende «wahrscheinlichste» Meinung bezüglich des Erdstromes aus: «Die beständige eruptive Thätigkeit auf der Sonne bedingt einen mittleren elektrischen resp. magnetischen Zustand derselben, welcher in Folge der Drehung der Erde und der Sonne um ihre Axen durch direkte Einwirkung auf den Magnetismus der Erde die bekannten periodischen Variationen des letzteren bedingt. In Folge der grösseren eruptiven Vorgänge auf der Sonne zur Zeit der Sonnenflecken-Maxima ist daher auch die Amplitude der periodischen Variationen um diese Epochen eine bedeutendere. Die einzelnen grösseren und unregelmässig auftretenden Eruptionen auf der Sonne (Fackeln, Protuberanzen), sind unzweifelhaft auch von mächtigen Elektrizitätsentwickelungen begleitet, welche auf der Erde zum Theil Ströme direkt induciren, zum Theil auch wohl nur auslösend resp. entladend auf angesammelte Luft- und Erd-Elektrizität einwirken, und so indirekt die Polarlichter und die magnetischen Störungen hervorbringen. Die ersteren werden gleichzeitig auf der ganzen Erde eintreten, während die letzteren d. h. die Entladungsströme der Erd-Elektrizität selbst mehr localer Natur sein werden, wodurch die Gleichzeitigkeit des Eintritts und vieler Haupt-Phasen einer magnetischen Störung auf der ganzen Erde einerseits und die Verschiedenheit im Verlauf der Störungen an entfernten Orten andererseits befriedigend erklärt werden. Die Sonne ist also die Störungsquelle, und die von ihr erzeugten Induktionsströme repräsentieren die störenden Kräfte, welche sich gleichzeitig und gleichartig auf die ganze Erde erstrecken, während die mehrfachen Störungsherde, welche nur beschränkte Theile der Erdoberfläche in verschiedener Weise magnetisch beeinflussen, zusammt den entsprechenden Nordlichtern auf die diversen Entladungen der angesammelten Luft- und Erd-Elektrizität zurückzuführen sind» (p. 48—49).

Ich schliesse die hier kurz angeführte Uebersicht der Theorien zur Erklärung des Erdstromes mit der Rede des berühmten Gelehrten Lord Kelvin [1], welche er am 30. XI. 1892 bei der Eröffnung der Jahresversammlung der Royal Society hielt und in welcher er den magnetischen und elektrischen Einfluss der Sonne auf den Erdmagnetismus negirt. Diese Rede wird hier möglichst abgekürzt angeführt: «Geleitet von Maxwell's elektromagnetischer Theorie des Lichtes und von der in ihr enthaltenen Theorie der wellenartigen Fortpflanzung magnetischer Kraft, dürfen wir hoffen, die schon 50 Jahre bestehende Schwierigkeit der Annahme, dass die Sonne die direkte Ursache der magnetischen Stürme der Erde sei, vollkommen zu überwinden, obwohl bisher jeder Versuch in dieser Richtung erfolglos war.

1) Proc. Roy. Soc. 52, p. 317. 1892.

Diese Schwierigkeit wird von Prof. W. C. Adams klar präcisirt in den nachstehenden Sätzen, die ich seinem Bericht an die British Association (1881) «Ueber magnetische Störungen und Erdströme» entnehme: «So sehen wir, dass die magnetischen Schwankungen, welche an verschiedenen Punkten der Erdoberfläche in demselben Momente stattfinden, so gross sind, dass sie vollkommen vergleichbar sind der magnetischen Gesamtkraft der Erde und, damit irgend eine Ursache die wirkliche und ausreichende sei, muss sie im Stande sein, diese Aenderungen schnell hervorzubringen.

Die Hauptschwierigkeit nämlich ist, sich die Sonne als veränderlichen Magnet oder Elektromagnet vorzustellen, der kräftig genug ist, um in der Entfernung, in der sich die Erde befindet, Aenderungen der magnetischen Kraft hervorzubringen, die in den extremen Fällen bis auf $\frac{1}{20}$ oder $\frac{1}{30}$ und oft, bei den gewöhnlichen magnetischen Stürmen, auf $\frac{1}{400}$ der ungestörten erdmagnetischen Kraft steigen.

Der Abstand der Erde von der Sonne ist 228 mal so gross als der Sonnenhalbmesser und der Kubus dieser Zahl ist etwa 12,000,000. Wenn daher die Sonne, ebenso wie dies Gilbert für die Erde nachgewiesen, ein kugelförmiger Magnet wäre, und wenn sie dieselbe durchschnittliche Magnetisirungsintensität wie die Erde besässe, so würde nach dem bekannten Gesetz von der Abnahme der magnetischen Kraft mit der Entfernung die von der Sonne herrührende magnetische Kraft in der Entfernung der Erde in jeder Richtung nur ein Zwölfmilliontel der wirklichen Kraft des Erdmagnetismus an irgend einem Punkte der Erdoberfläche in einer entsprechenden Stellung zur magnetischen Axe betragen. Daher muss die Sonne ein Magnet von durchschnittlich ungefähr 12,000 maliger Intensität des Erdmagneten sein (eine nicht absolut unvorstellbare Annahme, wie wir bald sehen werden), um durch direkte Wirkung, einfach als Magnet, irgend eine Störung des Erdmagnetismus hervorzubringen, die von den Instrumenten unserer magnetischen Observatorien angezeigt werden kann.

Erwäge ich die Wahrscheinlichkeiten und Möglichkeiten über die Geschichte der Erde von ihrem Anfang bis zur Jetztzeit, so finde ich indessen undenkbar, dass der Erdmagnetismus von der Grösse und der Rotation der Erde herrühre. Wenn es wahr ist, dass der Erdmagnetismus eine nothwendige Folge der Grösse und der Rotation der Erde ist, so müssen andere Körper, die in diesen Eigenschaften mit der Erde vergleichbar sind, und auch in Betreff des Materiales und der Temperatur mit der Erde verglichen werden können, nämlich Venus und Mars, auch Magnete sein, die an Stärke mit dem Erdmagneten vergleichbar sind, und sie müssen ähnlich, wie die Erde einen Nordpol und Südpol hat, im Norden und Süden vom Aequator Pole besitzen, da die Richtung ihrer Rotation, wie wir sie von der Nordseite der Ekliptik erblicken, dieselben sind wie die der Erde. Es scheint auch wahrscheinlich, dass die Sonne wegen ihrer grossen Masse und ihrer der Umdrehung der Erde gleich gerichteten Rotation ein Magnet ist mit Polen an der Nord- und Südseite ihres Aequators, ähnlich den magnetischen Nord- und Südpolaritäten der Erde. Da die äquatoriale Oberflächengeschwindigkeit der Sonne nahezu vier und ein halb mal so gross ist als

die der Erde, scheint es wahrscheinlich, dass das durchschnittliche magnetische Moment der Sonne das der Erde viel bedeutender übertrifft als im Verhältniss ihrer Masse. Absolut ohne Kenntniss darüber, in welcher Weise kalte, feste rotirende Körper, wie Erde, Venus, Mars, oder heisse, flüssige, rotirende Körper, wie die Sonne, den sie rings umgebenden Aether beanspruchen, können wir nicht sagen, dass die Sonne nicht ein 1,000 oder 10,000, oder 100,000 mal so intensiver Magnet sein kann als die Erde. Es ist somit ein vollkommen geeignetes Untersuchungsobjekt, aufzufinden, ob eine Störung des Erdmagnetismus existire, oder nicht, von der Art, dass sie hervorgebracht sein könnte durch einen konstanten Magneten an dem Orte der Sonne, dessen magnetische Axe mit der Rotationsaxe der Sonne zusammenfällt. Vernachlässigt man zunächst die 7 Grad Schiefe des Sonnenäquators und nimmt man an, dass die Axe genau senkrecht zur Ekliptik ist, so hat man einen ungemein einfachen Fall magnetischer Action zu betrachten, nämlich eine magnetische Kraft senkrecht zur Ekliptik an jedem Abschnitte der Erdbahn, die sich umgekehrt ändert, wie der Kubus des Abstandes der Erde von der Sonne. Die Componenten dieser Kraft parallel und senkrecht zur Erdaxe sind bezw. 0,92 und 0,4 der ganzen; und von ihnen könnte die erstere nur wahrgenommen werden in Folge des wechselnden Abstandes der Erde von der Sonne im Laufe eines Jahres, während die letztere eine tägliche Variation veranlassen würde, wie sie auch beobachtet werden würde, wie die rothen Enden der irdischen Magnetnadeln angezogen würden von einem ideellen Stern, dessen Declination 0° und dessen Rectascension 270° ist. Um daher die Störungen des Erdmagnetismus zu entdecken, welche von einer direkten Wirkung der Sonne als Magnet herrühren, wenn eine solche existirt, müssten die photographischen Curven der drei magnetischen Elemente, welche jedes Observatorium liefert, für den einfachen harmonischen Constituenten von der jährlichen Periode und den einfachen harmonischen Constituenten einer dem siderischen Tage gleichen Periode analysirt werden. Wir haben so zwei sehr einfache Probleme, von denen jedes leicht gesondert behandelt werden kann durch eine sehr vereinfachte Verwendung der Principien, mit welchen Schuster sein viel complicirteres Thema behandelt hat, nämlich nach der Gauss'schen Theorie den äusseren oder inneren Ursprung der Störung und nach Prof. Horace Lamb's Untersuchungen die elektrischen Ströme anzufinden, die im Inneren einer Kugel inducirt werden durch einen veränderlichen äusseren Magnet. Der siderische Tages-Constituent, welcher das Object des zweiten dieser vereinfachten Probleme bildet, ist kleiner, aber nicht viel kleiner als das Sonnentages-Glied, welches mit dem Sonnenhalbtages-, Sonnendritteltages- und Sonnenvierteltages-Constituenten die Gegenstände von Schuster's Abhandlung bildet. Der Schluss, zu dem er gelangt, dass die Quelle der Störung eine äussere ist, bildet sicherlich einen reichen Lohn für die grosse Arbeit, die er auf die bisherige Untersuchung verwendet hat, und ich hoffe, dass er veranlasst werde, die verhältnissmässig geringe Erweiterung seiner Arbeit zu unternehmen, welche erforderlich sein wird für die gesonderte Behandlung der beiden Probleme der siderischen Tages- und Sonnenjahres-Constituenten und für jeden die Frage zu beantworten: Ist die Quelle eine äussere oder innere?

Aber selbst wenn die Antwort, die in beiden Fällen gefunden worden wäre, lautete, die Ursache sei eine äussere, dürfen wir hieraus allein nicht annehmen, dass die Ursache eine direkte Wirkung der Sonne als eines Magneten sei. Die Grösse der Sonnenhalbtages-, Dritteltages- und Vierteltages-Constituenten, die bei der harmonischen Analyse gefunden worden, von denen keiner durch die direkte Wirkung der Sonne als Magnet erklärt werden kann, beweist eine relativ grosse Wirkung irgend eines anderen äusseren Einflusses, vielleicht der elektrischen Ströme unserer Atmosphäre, welche Schuster als wahrscheinliche Ursache vorgeschlagen. Welches auch die Ursache sein mag für die Halbtages- und höheren Constituenten, so wird sie wahrscheinlich auch eine Schwankung in der Sonnentages-Periode zeigen wegen des Temperaturunterschiedes bei Nacht und bei Tage und eine siderische und Jahresperiode wegen des Temperaturunterschiedes zwischen Sommer und Winter.

Selbst, wenn wir, was nicht sehr wahrscheinlich scheint, durch die Analyse zu dem Glauben geführt würden, dass die magnetische Kraft der Sonne hier auf der Erde direkt wahrnehmbar sei, sind wir ganz sicher, dass diese stetige Kraft sehr bedeutend geringer ist, als die sich plötzlich ändernde Kraft, welche wir seit der Zeit, da mein Vorgänger auf dem Präsidentenstuhle, Sir Edward Sabine vor 40 Jahren einen scheinbaren Zusammenhang zwischen Sonnenflecken und erdmagnetischen Stürmen entdeckt hat, fast gedrängt worden sind, irgend einer Art störender Action auf der Sonnenoberfläche zuzuschreiben.»

Weiter führt der Redner die Belege für diesen Glauben an und fährt nachher fort, wie folgt: «Nun wollen wir aber einen Augenblick die Arbeit erwägen, welche auf der Sonne geleistet werden muss, um einen magnetischen Sturm auf der Erde zu erregen. Nehmen wir z. B. den magnetischen Sturm vom 25. Juni 1885, von dem Adams die Einzelheiten in seiner Abhandlung vom Juni 1891 gegeben. Wir finden an 11 Orten, Petersburg, Stonyhurst, Wilhelmshafen, Utrecht, Kiew, Wien, Lissabon, San Fernando, Colaba, Batavia und Melbourne, die Horizontalkraft bedeutend vermehrt von 2^h bis $2^h 10^m$ p. m. und an all diesen Orten wieder sinken von $2^h 10^m$ bis 3^h p. m. mit einigen Schwankungen in der Zwischenzeit. Der Sturm dauerte im Ganzen von Mittag bis 8^h p. m. In Petersburg, Stonyhurst und Wilhelmshafen war die Horizontalkraft über das Gewöhnliche um resp. 0,00075, 0,00088 und 0,00090 C. G. S. um $2^h 10^m$ p. m. erhöht und bezw. 0,0007, 0,00066, 0,00075 unter Pari um 3 Uhr. Der Mittelwerth für alle 11 Orte war nahezu 0,0005 über Pari um $2^h 10^m$ und 0,0005 unter Pari um 3^h . Die photographischen Curven zeigen Aenderungen von etwa ähnlicher Grösse, die sich sehr unregelmässig folgen, aber mit vollkommener Gleichzeitigkeit an den 11 verschiedenen Stationen durch die sämmtlichen acht Stunden des Stromes. Um solche Aenderungen, wie diese, durch irgend eine mögliche dynamische Thätigkeit in der Sonne oder in ihrer Atmosphäre hervorzubringen, muss das Agens mit etwa 160 Million mal Million mal Million Pferdestärken ($12 \cdot 10^{35}$ Ergs pro Sec.) gearbeitet haben, was etwa 364 mal die gesammten Pferdestärken ($3,3 \times 10^{33}$ Ergs pro Sec.) der Sonnenstrahlung ist. So muss in diesen acht Stunden eines nicht sehr starken magnetischen Sturmes ebenso viel Arbeit geleistet worden sein in der Aussendung magnetischer Wellen nach allen Richtungen

durch den Raum als sie wirklich in vier Monaten ihrer regelmässigen Wärme- und Lichtstrahlung leistet. Dies Resultat ist, wie mir scheint, absolut beweisend gegen die Annahme, dass die erdmagnetischen Stürme von einer magnetischen Wirkung der Sonne herrühren, oder von irgend einer Art dynamischer Action, die in der Sonne stattfindet, oder dass sie in Verbindung stehen mit Wirbelstürmen in ihrer Atmosphäre oder irgendwo ausserhalb in der Nähe der Sonne.

Es scheint, dass wir auch gezwungen sind zu schliessen, dass der behauptete Zusammenhang zwischen magnetischen Stürmen und Sonnenflecken kein wirklicher ist, und dass die scheinbare Uebereinstimmung zwischen beiden Perioden ein bloss zufälliges Zusammentreffen ist.»

Nach dieser Rede von Lord Kelvin ist man gezwungen zu gestehen, dass die Sonne mittelst ihrer magnetischen und elektrischen Induktionsfähigkeit unmittelbar keine merkliche Aenderung der magnetischen und elektrischen Erdelemente hervorrufen könne, wie es Wild [79], Preece [60] und Andere gedacht haben.

Die Hypothesen von Lamont [47] und Blavier [24] sind zu allgemein, um nicht zu sagen oberflächlich, und können die Details der Erscheinungen des elektrischen Erdstromes nicht erklären, z. B. seine verschiedene Vertheilung der Kraft und der Richtung nach auf der Erdkugel; ausserdem macht Blavier die auf nichts gegründete Voraussetzung, dass die Winde in den oberen Regionen der Atmosphäre von SO nach NW wehen.

Auf diese Weise müssen wir die Ursachen der Erdströme nicht auf der Sonne, sondern auf der Erde suchen. Ich kann mich weiter nicht einverstanden erklären, dass die Aenderung des elektrischen Zustandes unserer Atmosphäre, welche vielleicht durch Temperaturvariationen bedingt wird, auf diese Art die indirekte Ursache des Entstehens der Erdströme sein könne. Dagegen sprechen Thatsachen: «Die Vergleichung der Erdströme mit den Luft-Elektrizitäts-Beobachtungen im Observatorium zu Pawlowsk hat uns bis jetzt ebenso wenig eine Beziehung zwischen beiden ergeben, wie zwischen Luft-Elektrizität und Erdmagnetismus», so schreibt mir der Direktor vom physikalischen Central-Observatorium, Prof. Wild, in seinem Briefe vom 23. November (5. Dezember) 1893.

Brander [25] beobachtete wirklich die Stösse des Erdstromes, aber nur während der Elektrizitätsentladung der Wolken, als folglich auch die Entladung des Leiters, welcher Antheil an ihrer elektrischen Induktion nahm, vor sich ging.

Die Meinung von Palmieri [58], dass die Ursache des Erdstromes die atmosphärische Elektrizität sei, kann ich in so fern nicht in Betracht ziehen, da sein Observatorium auf dem Vesuv eine ganz absonderliche Lage hat; ausserdem ist diese Voraussetzung durch systematische Beobachtungen über die atmosphärische Elektrizität in dem gegebenen Ort noch nicht bestätigt worden und widerspricht dem von Wild über diese Abhängigkeit Gesagten.

Zwar ergaben die Beobachtungen von Matteucci [53], dass je höher der Draht in der Luft gezogen ist, desto stärker auch in ihm der sogenannte elektrische Strom ist.

Die Beobachtungen von Blavier [24], Lamont [47], Barlow [19] und anderen bestätigten aber diesen Schluss nicht. Somit sind wir gezwungen anzunehmen, dass Matteucci seine Beobachtungen unter besonderen Bedingungen, wie z. B. als die Atmosphäre ausnehmend stark elektrisch geladen war, ausgeführt hat.

Wir gelangen somit zu dem Schlusse: die Ursache des Erdstromes liegt nicht in unserer Atmosphäre.

Um die wahrscheinlichsten Ursachen des Entstehens des elektrischen Stromes in unserer Erde festzustellen, wollen wir uns zu den über den Erdstrom bis jetzt bekannt gewordenen Thatsachen wenden.

II. Der tägliche Gang des Erdstromes.

Hier widersprechen sich, wie es scheint, die Beobachtungen verschiedener Forscher einander, und Palmieri [57] sagt sogar, gestützt auf seine Beobachtungen, dass das Vorhandensein irgend einer täglichen Periodicität garnicht existirt. Wenn wir in Betracht ziehen, dass seine Linie sich auf dem Vesuv — thätigem Vulkan — befindet, wo folglich die Quelle verschiedener Perturbationen vorhanden ist, so werden uns seine Resultate garnicht überraschen. Wie stark diese Perturbationen waren, ist unter Anderem aus der Thatsache zu ersehen, dass die magnetische Nadel seines Galvanometers zuweilen entmagnetisirt wurde und sogar die umgekehrte Polarität erhalten hatte; als der Strom jedoch nicht geschlossen war, änderte sich der Magnetismus der Nadel sehr stark.

Bei Barlow [19] änderten die Erdströme ihre Richtung um 9^h morgens und 9^h abends, und folglich ist während dieser Zeit in den Linien kein Strom vorhanden gewesen. Die Extreme waren bei ihm um 8^h morgens und um 12^h mittags.

Aus den Untersuchungen von Airy [2], welche auch in England ausgeführt wurden, ist ersichtlich, dass in der Westcomponente des Erdstromes das Maximum von 3^h—4^h nachmittags und um 4^h morgens, während das Minimum um 11^h abends und von 8^h—9^h morgens stattfand; hingegen war das Maximum des Erdstromes in der Nordcomponente von 1^h—2^h nachmittags und um 4^h morgens, das Minimum um 11^h abends und um 8^h morgens. Indem wir die mittleren Werthe von diesen Daten nehmen, erhalten wir für beide Componenten:

4 ^h morgens.	8 ^h 15 ^m morgens.	2 ^h 30 ^m nachmittags.	11 ^h abends.
Maximum.	Minimum.	Maximum.	Minimum.

Tromhold [73] in Schweden und Norwegen fand das Maximum für den Erdstrom von 8^h—9^h abends und das Minimum von 1^h—2^h nachmittags. Diese Resultate sind denjenigen von Airy [2] ganz entgegengesetzt.

Die Beobachtungen von Wild [79] in Petersburg haben wieder zu Resultaten geführt,

die mit denjenigen von Airy übereinstimmen: in Linien NS und WO erreichte der Erdstrom sein Maximum vormittags und sein Minimum nachmittags.

Lamont [47] in München beobachtete das Maximum des Erdstromes morgens in Linien WO und NS, das Minimum abends in der Linie WO und in der Linie NS von 3^h—4^h nachmittags.

Von Stephan [71] in Deutschland fand das Maximum des Erdstromes um 11^h vormittags und das Minimum um 4^h morgens.

Brander [25] ermittelte aus seinen Beobachtungen ein schwaches Minimum in der Schweiz (St. Gotthard) um 5^h morgens.

Meine eigenen Beobachtungen in Bulgarien ergaben folgende Resultate:

§ 1. 1883. 18.—27. September. Im Keller der Hochschule in Sophia. Die Beobachtungen wurden nur bei Tage ausgeführt. Die Entfernung zwischen den Elektroden von Brander war $d = 30$ meter. Das Maximum des Erdstromes trat gegen 3^h nachmittags ein. [4 (p. 53)].

§ 2. 1893. 1.—4. Oktober. Auf der Constantinopler Chaussee, 3,5 kilometer von Sophia entfernt. Die Beobachtungen wurden Tags und Nachts ausgeführt. $d = 80$ m. Das Minimum trat zwischen 1^h—4^h nachmittags, das Maximum gegen 5^h morgens ein. Sehr starke Stromstärke-Aenderungen wurden von 8^h morgens bis 9^h abends beobachtet, des Nachts aber waren diese Variationen verhältnissmässig schwach. [4 (p. 58)].

§ 3. 1893. 9.—15. Oktober. Im Keller der Hochschule in Sophia. Die Beobachtungen wurden nur am Tage ausgeführt. $d = 30$ m. Das Minimum wurde in folgenden Stunden beobachtet:

	9. Oktober	um	2 ^h 30 ^m	nachmittags
	10.	»	» 12 ^h —	»
	11.	»	» 2 ^h —	»
	13.	»	» 2 ^h 30 ^m	»
	14.	»	» 3 ^h —	»
	15.	»	» 12 ^h —	»

[4 (159—162)].

§ 4. 1893. 30. November bis 10. December. Im Keller der Hochschule in Sophia. Die Beobachtungen wurden nur bei Tage ausgeführt. Das Minimum wurde an folgenden Stunden beobachtet:

	30. November	um	2 ^h 40 ^m	nachmittags
	1. December	»	» 3 ^h 30 ^m	»
	2.	»	» 10 ^h 30 ^m	»
	10.	»	» 2 ^h 33 ^m	»

[4 (p. 176)].

§ 5. 1894. 7.—20. Juli. Auf einem prähistorischen Grabe in der Nähe des Dorfes Slatino (5 Kilom. von Sophia). Die Form des Grabes ist konisch ($h = 5,5$ m., $2r = 26$ m.).

8 Elektroden wurden in gleicher Entfernung von einander auf der Peripherie, die neunte aber auf der Spitze des Grabes plaziert. $d = 13,5$ m. Das Centrum des Grabes und die Linie № 8 lagen im magnetischen Meridian, während die Linie № 1 mit dem magnetischen Meridian nach Osten den Winkel von 45° , die Linie № 3 den Winkel von 90° etc. bildeten. Die Beobachtungen wurden nur bei Tage ausgeführt. Das Maximum oder das Minimum des Stromes war beim Verbinden der Centralelektrode (№ 9) mit einer, auf der Peripherie liegenden, um folgende Zeit eingetreten:

7.	Juli	in der Linie	№ 3	um	1^h	—	nachmittags
8.	»	»	»	»	№ 2	»	$2^h 30^m$ »
	»	»	»	»	№ 4	»	$3^h 30^m$ »
9.	»	»	»	»	№ 3	»	$2^h 30^m$ »
13.	»	»	»	»	№ 3	»	3^h — »
16.	»	»	»	»	№ 2	»	$2^h 30^m$ »
	»	»	»	»	№ 4	»	$2^h 30^m$ »
	»	»	»	»	№ 5	»	$2^h 30^m$ »
	»	»	»	»	№ 6	»	$11^h 30^m$ vormittags
17.	»	»	»	»	№ 5	»	4^h — nachmittags
	»	»	»	»	№ 6	»	4^h — »
	»	»	»	»	№ 7	»	4^h — »
18.	»	»	»	»	№ 6	»	12^h — »
	»	»	»	»	№ 1	»	$12^h 30^m$ »
	»	»	»	»	№ 2	»	1^h — »
	»	»	»	»	№ 3	»	2^h — »
	»	»	»	»	№ 8	»	2^h — »
	»	»	»	»	№ 5	»	$2^h 30^m$ »
	»	»	»	»	№ 4	»	4^h — »
	»	»	»	»	№ 7	»	$4^h 30^m$ »
20.	»	»	»	»	№ 4	»	4^h — »
	»	»	»	»	№ 5	»	4^h — »
	»	»	»	»	№ 6	»	4^h — »
	»	»	»	»	№ 8	»	4^h — »

[10 (p. 65—69)].

§ 6. 1894 17.—20. Juli. Dasselbe wie bei oben erwähntem § 5, aber in einer Linie in der Nähe des Grabes, welche mit dem magnetischen Meridian einen Winkel von 45° westlich bildete. $d = 210$ m. Das Extrem des Stromes trat ein:

17.	Juli	um	2^h	nachmittags
18.	»	»	4^h	»
20.	»	»	4^h	»

[10 (p. 68—69)].

§ 7. 1894 29. Juli—2 August. Der Berg Witoscha in der Nähe des Bojana-Wasserfalls (6 Kilom. von Sophia entfernt). Die Lage der Linien ist im Kapitel «die Richtung des Erdstromes» beschrieben. Die Extreme des Stromes traten ein:

Linie.	29. VII.	30. VII.	31. VII.	1. VIII.	2. VIII.
BD	11 ^h a. und 4 ^{1/2} ^h p.	12 ^h a. und 6 ^{1/2} ^h p.	12 ^h a. und 6 ^{1/2} ^h p.	1 ^h p. und 10 ^{1/2} ^h p.	—
BE	12 ^h 30 ^m p.	—	—	4 ^{1/2} ^h p. und 10 ^{1/2} ^h p.	—
CD	12 ^h 30 ^m p.	1 ^h 30 ^m p.	1 ^h p.	—	—
CE	11 ^h a. und 4 ^{1/2} ^h p.	12 ^h a.	12 ^h a. und 5 ^{1/2} ^h p.	10 ^h p.	4 ^h a.
AE	—	—	4 ^h p.	6 ^h p.	—
CF	—	—	—	11 ^h 30 ^m p. und 12 ^h a.	—
AF	—	—	—	12 ^h a.	4 ^h 30 ^m a.
BF	—	—	—	6 ^h p. und 8 ^{1/2} ^h p.	5 ^h a.
AD	—	—	—	—	3 ^h a.

[10 (p. 80—83)].

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, dass der Strom innerhalb 24 Stunden vier Extreme hat und zwar in runden Zahlen gegen: 12^h mittags, 5^h abends, 11^h abends und 4^{1/2}^h morgens.

§ 8. 1894 8.—10. August. Bei dem Sophianer Bahnhof. Die Beobachtungen wurden mit 5 Elektroden, welche am Bogen des nordöstlichen Quadranten plaziert und welche mit der 6-ten Centralelektrode der Reihe nach verbunden waren, Tags und Nachts ausgeführt. $d = 150$ m. Strommaximum wurde in allen Linien gegen 6^h abends, das Minimum gegen 6^h morgens erhalten. Die anderen zwei Extreme konnten in Folge der schwachen Stromstärke nicht bestimmt werden. [10 (p. 89—91)].

§ 9. 1894 1.—4. September. Muster-Ferme, 10 Kilom. von Rustschuk entfernt. Die Centralelektrode wurde mit 6 Elektroden, welche gleichmässig am Bogen des nordöstlichen Quadranten vertheilt waren, der Reihe nach verbunden. Die Linie № 1 befand sich mit dem Centrum des Quadranten im magnetischen Meridian. Die Beobachtungen wurden Tags und Nachts ausgeführt. Die erhaltenen Resultate sind in folgender Tabelle enthalten: (siehe p. 11). [10 (p. 94—97)].

Daraus ist ersichtlich, dass das Stromminimum in Allgemeinen gegen 10^h mittags und das Maximum gegen 5^h abends in allen Linien eintrat. Für einige Linien (№№ 1, 4 und 5) wird in der Originaltabelle noch ein sehr schwaches Minimum gegen 4^h morgens und ein schwaches Maximum gegen 7^{1/2}^h morgens beobachtet.

§ 10. 1894 1.—3. September. Der Hof der pädagogischen Schule in Lom-Palanka. Die Lage der Elektroden und die Art der Beobachtungen waren dieselben, wie in Rustschuk

№ der Linie.	Datum.	Minimum um:	Maximum um:	Mittel für	
				Minimum.	Maximum.
1	1. IX.	8 ^h 30 ^m a.	2 ^h 30 ^m a.	10 ^h 30 ^m a.	3 ^h 30 ^m p.
»	2. »	11 ^h 30 ^h a.	4 ^h p.		
2	1. »	8 ^h a.	6 ^h p.	9 ^h 30 ^m a.	5 ^h 30 ^m p.
»	2. »	10 ^h 30 ^m a.	5 ^h p.		
3	1. »	10 ^h a.	6 ^h p.	10 ^h 30 ^h a.	5 ^h p.
»	2. »	11 ^h a.	4 ^h p.		
4	1. »	10 ^h a.	5 ^h 30 ^m p.	10 ^h 30 ^m a.	4 ^h 30 ^m p.
»	2. »	11 ^h a.	4 ^h p.		
5	1. »	8 ^h a.	5 ^h 30 ^m p.		
»	2. »	11 ^h a.	4 ^h p.	9 ^h 30 ^m a.	5 ^h p.
»	3. »	4 ^h 30 ^m a.	7 ^h 30 ^m p.		
6	1. »	8 ^h a.	6 ^h p.	9 ^h 30 ^m a.	5 ^h p.
»	2. »	11 ^h a.	4 ^h p.		

(siehe § 9). Eine klare Periodicität im Stromgange ist aus den Originaltabellen nicht ersichtlich, obwohl in den Linien № 2 und № 6 ein Minimum (und in der Linie № 7 ein negatives Maximum) gegen 8^h morgens und ein Maximum in den Linien № 5 und № 6 gegen 7^h abends eintrat. [10 (p. 100—103)].

§ 11. 1894 1.—4. September. Auf dem Petrohan-Balkan in der Nähe des Hotel Rakowski [1440 m. über dem Meeres-Niveau]. Die Lage der Elektroden war dieselbe wie in Rustschuk. Das Strommaximum trat in allen Linien gegen 6^h morgens und 3^{1/2}^h nachmittags und das Minimum gegen 10^h morgens ein. Diese Variationen des Erdstromes waren scharf periodisch. Die nächtlichen Beobachtungen, welche am 3. und 4. September ausgeführt wurden, ergaben fast keine Stromvariationen. [10 (p. 109—111)].

§ 12. 1894 1.—4. September. Dorf Gorublane (9 Klm. von Sophia an der Constantinopoler Chaussee). Die Lage der Elektroden war dieselbe wie in Rustschuk. Das Strommaximum wurde in allen Linien gegen 3^h nachmittags beobachtet. Nachts wurden keine Beobachtungen ausgeführt. [10 (p. 113—115)].

§ 13. 1896 31. Juli—3. August. In der Nähe des russischen Friedhofes bei Sophia. $d = 110$ m. Die Richtung dieser einzelnen Linie war von SW nach NO und bildete mit dem magnetischen Meridian einen Winkel von 45° östlich. Das Maximum trat um 3^{1/2}^h nachmittags und um 6^h morgens, das Minimum um 6^h abends ein. [12 (p. 106—108)].

§ 14. 1896 7.—9. August. Brauerei von Pawlowo (4 Kilm. von Sophia SW). Die Linie

($d = 600$ m.) bildete mit dem magnetischen Meridian einen Winkel von 50° östlich. Das Maximum war um $2\frac{1}{2}^h$ nachmittags und um $7\frac{1}{2}^h$ abends, das Minimum um $10\frac{3}{4}^h$ vormittags und um 6^h abends zu beobachten. [12 (p. 109—111)].

§ 15. 1896 17.—21. August. Auf dem Gute des Kokaleni-Kloster (1100 m. über dem Meeresspiegel), am südöstlichen Abhange des Witoschaberges (25 Klm. von Sophia). Grosses Hochplateau. Die Linie ($d = 120$ m.) bildete mit dem magnetischen Meridian einen Winkel von 32° östlich. Ich erhielt:

Das Maximum: 2^h morgens (18. VIII); 4^h morgens (19. VIII); 1^h nachts (20. VIII).

Das Minimum: 12^h mittags (18. VIII); 7^h morgens (20. VIII); 7^h morgens (21. VIII).

[12 (p. 112—116)].

Indem ich die Resultate dieses Capitels verallgemeinere, muss ich bemerken, dass ich, wie auch Prof. Wild, als positiven Strom denjenigen bezeichne, welcher von W nach O geht. Ob die anderen Beobachter diese Regel in Betracht gezogen, ist mir nicht bekannt; im entgegengesetzten Falle muss das, was bei Einem von diesen Beobachtern als Maximum figurirte, als Minimum angesehen werden und umgekehrt. In Folge dessen werde ich hier nur die Extreme des Stromes der verschiedenen Beobachter zusammenstellen, wobei ich diese Extreme in 4 Gruppen entheile:

Forscher.	I.	II.	III.	IV.
Barlow.	—	8^h a.	12^h a.	—
Airy	4^h a.	$8^h 15^m$ a.	$2^h 30^m$ p.	11^h p.
Tromholt	—	—	$1^h 30^m$ p.	$8^h 30^m$ p.
Lamont	—	morgens	$3^h 30^m$ p.	abends
Wild.	—	vormittags	nachmittags	—
v. Stephan.	4^h a.	—	11^h a.	—
Brander	5^h a.	—	—	—
Bachmetjew: § 1.	—	—	3^h p.	—
§ 2.	5^h a.	—	$2^h 30^m$ p.	—
§ 3.	—	—	$1^h 45^m$ p.	—
§ 4.	—	—	$1^h 50^m$ p.	—
§ 5.	—	—	$2^h 45^m$ p.	—
§ 6.	—	—	$3^h 20^m$ p.	—
§ 7.	$4^h 30^m$ a.	12^h a.	5^h p.	11^h p.
§ 8.	6^h a.	—	6^h p.	—
§ 9.	4^h a.	10^h a.	5^h p.	—
§ 10.	—	8^h a.	—	7^h p.
§ 11.	6^h a.	10^h a.	$3^h 30^m$ p.	—
§ 12.	—	—	3^h p.	—
§ 13.	6^h a.	—	3^h p.	6^h p.
§ 14.	—	$10^h 40^m$ a.	$2^h 30^m$ p.	$7^h 30^m$ p.
Mittel	5^h a.	$9^h 30^m$ a.	$2^h 40^m$ p.	8^h p.

III. Die Richtung des Erdstromes.

Blavier [24] in Paris fand mittelst langen Linien (bis zu 400 Kilm.), dass der Erdstrom von SW nach NO geht und mit dem magnetischen Meridian einen Winkel von 70° bildet. Wild [79] gelangte auch zu demselben Resultate in Petersburg.

Bei Lemström [48] ging der Strom ungefähr von West nach Ost sowohl in Kittilä, wie auch in Enare (Finnland).

Walker [75] in England erhielt die Richtung des Erdstromes von SW nach NO; diese Richtung bildete mit dem magnetischen Meridian einen Winkel von 63° .

Bei Palmieri [59] ging der Strom von SW nach NO (und vom Thale nach dem Vesuv hinauf. Bei Brander [25] ging der Strom auch von unten nach oben.

Airy [3] im Greenwicher Observatorium fand die Stromrichtung von SW nach NO.

In Norwegen und Deutschland wurde von verschiedenen Beobachtern gefunden, dass die stärksten Stromvariationen in südwestlichen Linien stattfanden, während in der Schweiz, Frankreich, Italien, Holland, Vereinigte Staaten von Nord-Amerika und Australien dieselben in verschieden gerichteten Linien vorkamen.

Gestützt auf die hier angeführten Richtungen des Stromes sehen wir, dass dieselben alle sehr nahe mit einander übereinstimmen und zwar geht der Erdstrom von SW nach NO und bildet mit dem magnetischen Meridian verschiedene Winkel: bei den Einen 63° , bei den Anderen 70° und bei den Dritten keinen genau bestimmten.

Ich benutzte bei meinen Richtungsbestimmungen des Erdstromes gewöhnlich mehrere Elektroden, welche am Bogen des nördlichen Quadranten lagen, dessen Radius in verschiedenen Fällen verschieden war. Die Elektrode, die sich im Centrum dieses Quadranten befand, wurde der Reihe nach mit jeder einzelnen Elektrode verbunden.

Um klarer vorzustellen, wie ich die Stromrichtung bestimmte, führe ich hier als Beispiel die Beobachtungen aus dem Thale von Sophia ($3\frac{1}{2}$ Kilom. an der Constantinopler Chaussee von Sophia) vom 2-ten Oktober 1893 $8^h 20^m$ morgens bis zum 3. Oktober $7^h 30^m$ morgens an.

Der Bogen des Quadranten wurde mit einem Radius vom 80 m. beschrieben. Die Anzahl der Elektroden auf dem Bogen war sieben, wobei № 7 so plaziert wurde, dass sie mit der Central-Elektrode im magnetischen Meridian lag, während № 1 mit der Central-Elektrode zum magnetischen Meridian senkrecht stand (Fig. 1).

Der stärkste Strom floss in der Linie № 5, wie es aus nachstehender Tabelle zu ersehen ist, wo für jede Linie die Summe aller Galvanometer-Ablenkungen für den Erdstrom in der Zeit vom 2-ten Oktober $8^h 20^m$ morgens bis zum 3-ten Oktober $7^h 30^m$ morgens (d. h. während 44 Zeitintervallen) in Skalentheilen angeführt ist.

Linie.	Summe innerhalb 44 Zeitintervallen.	Summe 44.
Nº 1	156,8	— 3,56
Nº 2	179,1	4,07
Nº 3	374,2	8,05
Nº 4	461,9	10,50
Nº 5	701,6	15,94
Nº 6	395,5	9,00
Nº 7	401,6	9,13

[4 (p. 69)].

In der letzten Colonne ist die Stromstärke in Skalentheilen angeführt, indem man annimmt, dass dieselbe innerhalb 23 Stunden (d. h. innerhalb 44 Zeitintervallen) in einer und derselben Linie constant blieb, so z. B. war diese Summe in der Linie Nº 1 innerhalb 44 Intervallen 156,8; dividirt man diese Zahl durch 44, so erhält man für jedes Zeitintervall die Zahl 3,56 u. s. w.

Aus dieser letzten Colonne ist auch ersichtlich, dass die Stromrichtung in unserem Quadranten im Allgemeinen immer dieselbe blieb, d. h. wie die Originalbeobachtungen zeigten, war dieselbe vom Centrum zur Peripherie; eine Ausnahme weist nur die Linie Nº 1 auf. Der stärkste Strom floss in der Linie Nº 5, dann in Nº 4, Nº 7, Nº 6, Nº 3, Nº 2 und endlich in Nº 1.

Wir wollen, um die Stromstärke klarer vorzustellen, die erwähnten Grössen graphisch darstellen. Aus der Fig. 1 ist unser Quadrant und die Richtung der Linien ersichtlich; auf jeder Linie sind die Grössen für den mittleren Tagesstrom (die letzte Colonne in der oben angeführten Tabelle) vom Centrum aus aufgetragen und die erhaltenen Punkte mit einander verbunden. Die Linie, welche das Centrum mit dem Maximum dieser Curve verbindet, stellt auch die herrschende Richtung des Erdstromes in der Zeit von 2.—3. Oktober 1893 am gegebenen Orte dar. Diese Richtung bildet mit dem magnetischen Meridian einen Winkel von ungefähr 35° östlich.

Die ähnlichen, gleichzeitigen Beobachtungen an 4 verschiedenen Orten in Bulgarien haben ergeben, dass zwischen dem 1. und 4. September 1894 die Richtung des Erdstromes mit dem magnetischen Meridiane im Durchschnitt folgenden Winkel östlich bildete:

In Rustschuk	circa 70°
» Lom-Palanka	» 45°
» Gorublane bei Sophia	» 0°
» Petrochan-Balkan	» 70°

[10 (p. 120)].

Am 8.—10. August 1894 variierte dieser Winkel bei dem Bahnhofe von Sophia zwischen 22° 30' und 45°. [10 (p. 88)].

Hier wird es nicht ohne Interesse sein, die Frage über die Schwankungen der herrschenden Richtung des Erdstromes innerhalb 24 Stunden zu besprechen. Wir nehmen hierzu die Daten vom 2.—3. Oktober 1893, welche im Thale von Sophia (3½ Klm. auf der Constantinopler Chaussee von Sophia) beobachtet wurden. [4 (p. 58)].

Da die resultirende Richtung in diesem Falle mit der Richtung der fünften Linie (siehe Fig. 1) nahe übereinstimmt, so begnügen wir uns nur mit der Betrachtung der Daten von den benachbarten Linien und zwar № 6 und № 4. Wenn die Stärke des Erdstromes in den Linien № 6 und № 4 immer dieselbe wäre, so würde seine Resultirende immer auf der 5.ten Linie liegen; da aber die Ströme in der 6.ten und 4.ten Linie sich ändern, so wird sich die Resultirende ein Mal der einen, das andere Mal der anderen dieser Linien nähern.

Zur Bestimmung dieser Schwankung wollen wir das Verhältniss der Stromstärken in der 6. und der 4. Linie nehmen, dann erhalten wir:

Schwankungen der Resultirenden für die Erdströme im Thale von Sophia in der Zeit vom 2.—3. Oktober 1893.

Stunde.	Zeit.	№ 4 : № 6.	Stunde.	Zeit.	№ 4 : № 6.
8 ^h 30 ^m	morgens	1,08	9 ^h —	abends	1,29
9 ^h —	»	1,07	9 ^h 30 ^m	»	1,23
9 ^h 30 ^m	»	1,01	10 ^h —	»	1,24
10 ^h —	»	0,93	10 ^h 30 ^m	»	1,22
10 ^h 30 ^m	»	0,91	11 ^h —	»	1,22
11 ^h —	»	0,80	11 ^h 30 ^m	»	1,22
11 ^h 30 ^m	»	0,71	12 ^h —	nachts	1,21
12 ^h —	»	0,87	12 ^h 30 ^m	»	1,21
12 ^h 30 ^m	mittags	0,75	1 ^h —	»	1,21
1 ^h —	»	0,65	1 ^h 30 ^m	»	1,21
1 ^h 30 ^m	»	0,94	2 ^h —	»	1,19
2 ^h —	»	1,17	2 ^h 30 ^m	»	1,19
2 ^h 30 ^m	»	1,80	3 ^h —	»	1,19
3 ^h —	»	1,44	3 ^h 30 ^m	»	1,19
3 ^h 30 ^m	»	1,70	4 ^h —	»	1,20
4 ^h —	»	1,74	4 ^h 30 ^m	»	1,20
4 ^h 30 ^m	»	1,90	5 ^h —	morgens	1,19
5 ^h —	»	2,08	5 ^h 30 ^m	»	1,19
5 ^h 30 ^m	»	1,83	6 ^h —	»	1,17
6 ^h —	»	1,53	6 ^h 30	»	1,15
6 ^h 30 ^m	»	1,25	7 ^h —	»	1,05
7 ^h —	»	1,20	7 ^h 30	»	1,13

Dieses Verhältniss (№ 4 : № 6) hat um 5 Uhr Abends ein Maximum und 2 Minima: um 2^h Mittags und um 6^h Morgens. [4 (p. 75)].

Stellen wir diese Verhältnisse graphisch dar, so erhalten wir Schwankungsamplituden der Stromrichtung für verschiedene Zeiten. In der Fig. 2 ist die Richtung der 4-ten, 5-ten und 6-ten Linie so dargestellt, wie dieselbe in der Wirklichkeit vorhanden war, d. h. sie bildeten mit einander einen Winkel von 15° . Auf der 6-ten Linie sind gleiche Theile nach beliebigem Maassstabe aufgetragen (es befinden sich auf der 4. Linie 10 solche Theile) und nachher wurden Parallelogramme so construirt, dass die Proportion ihrer Seiten, welche auf der Linie № 6 und № 4 liegen, einem minimalen (0,65) und einem maximalen (2,08) Verhältnisse, welches in obengenannter Tabelle angeführt ist (№ 4 : № 6), entspricht; ausser diesen Parallelogrammen sind noch andere Zwischenparallelogramme construirt. Die auf diese Art erhaltenen Diagonalen drücken die resultirende Richtung des Erdstromes im Thale vom Sophia, in einem gegebenen Moment, aus. Wie aus dieser Fig. zu ersehen ist, fanden die Schwankungen der Richtung dieser Resultirenden in Grenzen von 9° statt, wobei die Ablenkung von der Richtung der 5-ten Linie nach einer Seite $3^\circ 30'$ und nach der anderen $5^\circ 30'$ betrug. Auf diese Art bildete die Richtung der Resultirenden des Erdstromes am 2-ten Oktober 1893 mit dem magnetischen Meridian einen Winkel von $26^\circ 30'$ bis $35^\circ 30'$, wobei der erste Winkel auf 1^h nachmittags und der zweite auf 5^h abends fällt.

Der Gang der Richtungsänderung der Resultirenden der Erdströme im Thale von Sophia innerhalb 24 Stunden ist aus Fig. 3 ersichtlich, wobei die Zahlenverhältnisse in der oben erwähnten Tabelle als Ordinaten dienen. Daraus folgt, dass am Tage sehr starke Variationen in der Richtung dieser Resultirenden vorkommen, wogegen abends und nachts dieselben kaum zu merken sind.

In Folge der Betrachtungen, welche im letzten Capitel der gegenwärtigen Abhandlung besprochen worden sind, führte ich die Richtungsbestimmungen des Stromes auch noch auf Hügeln und Bergen aus.

Die auf dem prähistorischen Grabe in der Nähe von Sophia (siehe § 5) ausgeführten Versuche haben ergeben, dass der Erdstrom am 6., 7., 8. und 9. Juli 1894 in allen 8 Linien im Grabe von oben nach unten ging. Darauf wurde in einigen Linien eine Schwächung des Stromes beobachtet, und seine Richtung änderte sich sogar in einigen Linien (der negative Strom), so dass am 17. Juli der Strom von oben nach unten nur in den Linien № 2 und № 7 floss. Dieser Umstand änderte sich auch am 18., 19., 20., 21. und 22. Juli nicht. Daraus folgt der unmittelbare Schluss, dass Erdströme in künstlich aufgeschütteten Hügeln ihre Richtung sowohl von oben nach unten, wie auch von unten nach oben haben.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass sich die Richtung des Erdstromes im Grabe deshalb geändert hat, weil der feuchte Zustand des Grabes sich geändert hatte, und dies ungefähr dann eingetreten war, als der Bach, welcher in der Nähe des Grabes fliesst, austrocknete.

Es ist nicht uninteressant, hier zu bemerken, dass, als der negative Strom in einigen Linien allmählig stärker wurde, der positive Strom in den übrigen Linien zu gleicher Zeit schwächer wurde. [10 (p. 77)].

Ausführliche Beobachtungen stellte ich in dieser Richtung beim Dorfe Bojana (6 Klm. von Sophia am Fusse des Witoscha-Berges) an. Auf dem Berge Witoscha, 2,300 m. über dem Meeresniveau, befindet sich eine Menge Sümpfe, die alle eine ziemlich starke Moosdecke tragen; sein geologischer Bau ist u. A. aus den Untersuchungen von Luca Dimitrov¹⁾ zu ersehen.

Die Vertheilung der Elektroden ist aus der schematischen Zeichnung in Fig. 4 zu ersehen. Dabei muss bemerkt werden, dass die Elektrode *A* sich 800 m. über dem Meeresniveau befand (Sophia liegt 540 m. über dem Meeresniveau); die Witoschaspitze erhöht sich über die Elektrode *F* noch circa um 1,100 m.

Die Elektroden *B* und *F* wurden in einem und demselben Felsen plaziert, wobei die Entfernung von *E* bis *A* 300 m. betrug. Die Elektroden *C* und *D* wurden in einem Hügel plaziert, welcher aus Resten eines Steinbruches, aus römischer Zeit her, bestand. Die Entfernung zwischen *D* und *A* betrug 70 m. und zwischen *C* und *D* circa 20 m. Die Elektroden *F* und *A*, welche in einen und denselben Witoschaabhang eingegraben wurden, waren 800 m. von einander entfernt.

Die Versuche wurden hier am 29., 30., 31. Juli und 2. August 1894 nur bei Tage und am 1. August bei Tag und bei Nacht ausgeführt. Die dabei erhaltenen Resultate waren folgende:

Der Strom floss die ganze Zeit:

von <i>A</i> zu <i>E</i>	d. h.	von unten nach oben
» <i>A</i> » <i>F</i>	» »	» » » »
» <i>E</i> » <i>C</i>	» »	» » » »
» <i>C</i> » <i>F</i>	» »	» » » »
» <i>E</i> » <i>B</i>	» »	» » » »
» <i>B</i> » <i>F</i>	» »	» » » »
» <i>A</i> » <i>D</i>	» »	» oben » unten
» <i>C</i> » <i>D</i>	» »	» » » »
» <i>B</i> » <i>D</i>	» »	» » » »

Da *C* und *D* in einem zwar alten, aber künstlich aufgeschütteten Hügel eingegraben waren, so floss der Strom in demselben von oben nach unten, wie es auch aus den Beobachtungen am praehistorischen Grabe, welche oben erwähnt sind, ersichtlich ist. Aus diesem Grunde floss auch in zwei anderen Linien *AD* und *BD*, welche die Elektrode *D* enthalten, der Strom von oben nach unten.

1) Beiträge zur geologischen und petrographischen Kenntniss des Vitoša - Gebietes in Bulgarien. — Denkschrift d. math.-naturwiss. Classe der Akad. der Wissenschaften, XL. Wien 1893. (Separatum).

Dies in Betracht ziehend, kommen wir zu dem Schlusse, dass der Strom in gebirgigen Gegenden immer von tiefliegenden nach hoch liegenden Punkten, also von unten nach oben, fliesst. [10 (p. 87)].

Brander [25] beobachtete den Erdstrom am St. Gotthard in der Schweiz zwischen dem Hospiz (2,094 m.) und der Station Airolo (1,160 m.) von 24. bis 31. August 1887 jede Nacht von 9^h Abends bis 7^h Morgens und ausserdem noch am 29., 30. und 31. August von 12^h bis 1^h Mittags. Der Strom hatte die ganze Zeit die Richtung von Airolo zum Hospiz, d. h. von unten nach oben.

Die Beobachtungen von Palmieri [57] auf dem Vesuvobservatorium ergaben, dass der Strom von Resina zur Spitze des Vesuvus floss, wenn die vulkanische Thätigkeit eine minimale war, d. h. wieder von unten nach oben. Diese Beobachtungen werden seit 1899 um 9^h morgens, 12^h mittags, 3^h und 9^h abends ausgeführt. Die Linie ist 8 km. lang.

Baumgartner [20] beobachtete in der Linie Wien—Graz (145 km.), dass der Erdstrom bei Tage gleichzeitig von Wien und von Graz zu einer hochliegenden Zwischenstation floss, und nachts war es umgekehrt.

Auf diese Art stimmen die Beobachtungsergebnisse von Brander und Palmieri für die Stromrichtung in gebirgigen Gegenden mit den meinigen überein.

IV. Die Spannung des Erdstromes.

Hier können wir über die Spannung des Erdstromes nur während magnetisch ruhiger Zeit reden, denn während magnetischer Perturbationen erreichen die Ströme eine solche Stärke, dass sie das Telegraphieren stören.

Wild [79], welcher seine Beobachtungen in Pavlovsk (in der Nähe von St.-Petersburg) 1883 anstellte, erhielt die Potentialdifferenz, bei der Elektroden-Entfernung = 1 km., im Maximum 0,05 Volt (und im Winter 0,073 Volt).

Brander [25] erhielt in Airolo, auf dem St.-Gotthard, Ende August 1887, einen Strom, welcher, auf die Elektrodenentfernung = 1 km. reducirt, ein Maximum 0,035 Volt und ein Minimum 0,018 Volt gibt.

Meine eigenen Beobachtungen führten mich zu folgenden Resultaten:

§ 1. Im Keller der Hochschule zu Sophia in der Linie, welche von West nach Ost lag (Länge = 30 m.). Die Beobachtungen wurden bei Tage ausgeführt. Die Potentialdifferenz in dieser Linie war am 9., 10. und 11. October (1893) 0,00061 Volt im Maximum und 0,00039 Volt im Minimum. Am 12., 13., 14. und 15. October war dieselbe 0,0071 Volt im Maximum und im Minimum 0,186 Volt [4 (p. 78)].

§ 2. In Sophia (35 km. der Constantinopler Chaussée) 1893 in V. Linie ¹⁾ des nordöstlichen Quadranten ($R = 80$ m.) habe ich innerhalb 24 Stunden erhalten:

1) Von allen anderen Linien war in dieser Linie | magnetischen Meridian einen Winkel von 30° östlich stets ein maximaler Strom, dessen Richtung mit dem | bildete.

Am 2. October 3^h nachmittags Minimum = 0,0027 Volt
 » 3. » 4^h 30^m morgens. Maximum = 0,0071 »

[4 (p. 58)].

In folgenden 4 Orten war die Vertheilung der Linien dieselbe, und zwar enthielt der nord-östliche Quadrant, welcher mit einem $R = 50$ m. beschrieben wurde, auf seinem Bogen 7 Linien, deren Winkelentfernung von einander 15° betrug. (N^o 1 war mit der Central-elektrode stets im magnetischen Meridian.) Die Ströme sind hier nur für diejenigen Linien angeführt, in welchen diese Ströme maximal waren. Das Minimum für den Strom ist auch aus dieser Linie entnommen, obwohl er in anderen Linien zuweilen auch geringer war [10 (p. 118—119)].

§ 3. Rustschuk (Musterferm), 1894. Die Beobachtungen wurden tags und nachts ausgeführt.

1. September	{	Maximum = 0,01571 Volt	}	V. Linie.
		Minimum = 0,01397 »		
2. »	{	Maximum = 0,01253 »	}	V. »
		Minimum = 0,01107 »		
3. »	{	Maximum = 0,00984 »	}	V. »
		Minimum = 0,00925 »		

§ 4. Lom-Palanka, Mon. September 1894. Die Beobachtungen wurden am 1. nur bei Tage ausgeführt.

1. September	{	Maximum = 0,00946 Volt	}	III. Linie.
		Minimum = 0,00821 »		
2. »	{	Maximum = 0,01031 »	}	III. »
		Minimum = 0,00946 »		
3. »	{	Maximum = 0,01217 »	}	IV. »
		Minimum = 0,00946 »		

§ 5. Petrochan (Balkan 1,450 m.) 1894. Die Beobachtungen sind am 1. und 2. September nur bei Tage und am 3. und 4. auch nachts ausgeführt worden.

1. September	{	Maximum = 0,054 Volt	}	V. Linie.
		Minimum = 0,000 »		
2. »	{	Maximum = 0,044 »	}	V. »
		Minimum = 0,000 »		
3. u. 4. »	{	Maximum = 0,056 »	}	V. »
		Minimum = 0,049 »		

§ 6. Gorublenje (8 klm. von Sophia an der Constantinopler Chaussée) 1894. Die Beobachtungen wurden bei Tage ausgeführt.

1. September	{	Maximum = 0,00745 Volt	}	I. Linie.
		Minimum = 0,00611 »		
2. »	{	Maximum = 0,00916 »	}	I. »
		Minimum = 0,00819 »		
3. »	{	Maximum = 0,01045 »	}	I. »
		Minimum = 0,00929 »		

An folgenden 3 Orten war nur je eine Linie, deren Richtung mit dem magnetischen Meridiane einen Winkel von circa 40° östlich bildete. Daher drücken die weiter unten angeführten Werthe keinen maximalen Strom in der gegebenen Gegend aus, sondern nur den maximalen Strom in dieser Linie.

§ 7. Russischer Kirchhof (in der Nähe von Sophia). Die Länge der Linie 110 m. 31. Juli bis 3. August 1896. Die Beobachtungen wurden tags und nachts ausgeführt. Maximum für $E = 0,0059$ Volt [12 (p. 106—108)].

§ 8. Pavlowo (6 km. von Sophia entfernt) in der Nähe vom Berge Witoscha. Die Länge der Linie 600 m. 7.—9. August 1896. Die Beobachtungen wurden tags und nachts ausgeführt. Maximum für $E = 0,0067$ Volt [12 (p. 109—111)].

§ 9. Gut von Kokalene-Kloster (25 km. von Sophia entfernt, am Abhange des Berges Witoscha, 1,000 m. über der Meeresoberfläche). Die Länge der Linie 120 m. 17.—21. August 1896. Die Beobachtungen wurden tags und nachts angestellt. Maximum für $E = 0,06$ Volt [12 (p. 111—116)].

§ 10. In der Nähe vom praehistorischen Grabe (4 km. von Sophia). Die Länge der Linie 210 m. und ihre Richtung bildete mit dem magnetischen Meridian einen Winkel von 45° östlich. Vom 15.—22. Juli 1896. Die Beobachtungen wurden nur bei Tage ausgeführt. Maximum für $E = 0,00677$ Volt [10 (p. 68—69)].

Indem wir alle diese Daten zusammenstellen, erhalten wir folgende Tabelle, wo E_{km} die Potentialdifferenz in Volt für die Entfernung zwischen den Elektroden = 1 km. bedeutet, indem man annimmt, dass diese Differenz mit der Entfernung proportional wächst, während E die Potentialdifferenz in Volt, wie es bei einzelnen Beobachtern für ihre Linien angegeben worden ist, bedeutet.

STATION.	Die Länge der Linie in m.	E		E_{km}	
		Max.	Min.	Max.	Min.
St. Petersburg.	—	—	—	0,050	—
»	—	—	—	0,073	—
Sophia § 1	30	0,0061	0,0039	0,203	0,131
» § 1	30	0,0071	0,0056	0,235	0,186
» § 2	80	0,0071	0,0027	0,0848	0,0316

STATION.	Die Länge der Linie in m.	<i>E</i>		<i>E_{km}</i>	
		Max.	Min.	Min.	Max.
Rustschuk § 3.	50	0,0157	0,0140	0,314	0,280
» § 3.	50	0,0125	0,0111	0,250	0,222
» § 3.	50	0,0098	0,0092	0,196	0,184
Lom Palanka § 4	50	0,0095	0,0082	0,190	0,164
» » § 4	50	0,0103	0,0095	0,206	0,190
» » § 4	50	0,0122	0,0095	0,244	0,190
Petrochan § 5.	50	0,054	0,000	1,040	0,000
» § 5.	50	0,044	0,000	0,880	0,000
» § 5.	50	0,056	0,049	1,120	0,980
Gorublenje (Sophia) § 6.	50	0,00745	0,00611	0,149	0,122
» » § 6.	50	0,00916	0,00819	0,183	0,164
» » § 6.	50	0,01045	0,00929	0,209	0,186
Sophia § 7	110	0,0059	—	0,054	—
Pawlovo (Sophia) § 8	600	0,0067	—	0,011	—
Kokalene Kloster § 9	120	0,06	—	0,48	—
Sophia § 10.	210	0,00677	—	0,032	—

Aus der angeführten Tabelle ist zu ersehen, dass die Potentialdifferenz für den Erdstrom im Sophiathale im Juli, August, September und October 1893, 1894 und 1896 fast eine und dieselbe war, obwohl die Länge der Linien von 30—210 m. betrug und zwar:

Sophia § 1	<i>E</i> = 0,0061
» § 1	0,0071
» § 2	0,0071
» § 6	0,0074
» § 6	0,0091
» § 6	0,0104
» § 7	0,0059
» § 8	0,0067
» § 10	0,0068

Im Mittel *E* = 0,0074 Volt.

Die Linie, in welcher dieses Maximum beobachtet wurde, bildete mit dem magnetischen Meridian einen mehr oder weniger gleichen Winkel (im Durchschnitte 45° östlich).

Aus derselben Tabelle ist ersichtlich, dass in hoch gelegenen Gegenden, wenn auch ebenen, diese maximale Potentialdifferenz viel bedeutender ist und zwar:

In Petrochan (1,440 m.). . . .	$E = 0,054$
» » » »	0,044
» » » »	0,066
» Kokalene-Kloster (1,100 m.)	0,06
Mittel $E = 0,053$ Volt	

d. h. 7,1 mal mehr als in Sophia (540).

Über die Frage, ob eine längere Linie eine bedeutendere Potentialdifferenz des Erdstromes zeigen kann, gibt es in der Litteratur folgende Daten:

Weinstein [76], welcher ein sehr reichhaltiges Material, das ihm von verschiedenen Staaten zu Gebote stand, bearbeitete, sagt:

«Die Stromstärke schien mit der Länge der Leitung zuzunehmen».

Blavier [24], französischer Ingenieur, welcher 1883 und 84 die Messungen der Erdströme ausführte, sagt, dass dieselben desto stärker sind, je länger die Entfernung zwischen zwei Endpunkten der Linie ist.

Wild [80] fand, dass das Verhältniss der Kraft des abgezweigten Erdstromes im Letier zur Stärke des Platten-Stromes von dem Widerstande dieses Leiters und von der Grösse der Erdplatten unabhängig war, aber mit der Zunahme der Entfernung zwischen den letzteren zunahm. Der Versuch von Wild, um die elektromotorische Kraft der Erdplatten mittelst algebraischen Gleichungen zu bestimmen, stellte sich als ungeeignet heraus, da alle Gleichungen unter sich identisch waren (Vid. auch die Kritik von C. Schering [70]).

In Deutschland hat man 1883—1884 Beobachtungen über die elektrischen Erdströme zweimal monatlich ausgeführt, zu welchem Zwecke die Linien Berlin—Dresden (163 klm.) und Berlin—Hamburg (256 klm.) benutzt wurden. Weinstein [76], welcher das Beobachtungsmaterial bearbeitete, fand, dass die elektromotorische Kraft meistens 1 Volt war.

Meine Beobachtungen, wie oben erwähnt, zeigen keine Zunahme der Potential-Differenz für den Erdstrom mit der Zunahme der Entfernung zwischen den Elektroden, sondern sie war fast dieselbe in Sophia (circa 0,07 Volt), ob die Linie 30 m. oder 600 m. lang war; wobei jedoch die Bedingung erfüllt werden musste, dass die Elektroden in der Richtung des Erdstromes in der gegebenen Gegend liegen.

Betrachten wir jetzt die Spannung des Erdstromes, wenn die Elektroden nicht in einer Horizontal-Ebene sich befinden, sondern die eine höher, die andere niedriger.

Brander [25] fand mit der Linie von 9,5 klm., wobei eine der Elektroden höher als die andere um $2,090 - 1,160 = 934$ m. lag, die Potential-Differenz im Maximum $= 0,332$ und Minimum 0,171 Volt.

Meine Untersuchungen auf dem Berge Witoscha (vide die Beschreibung oben und die Vertheilung der Elektroden in der Fig. 4) ergaben folgende Resultate:

§ 11. Die Höhe der Elektrode F über A betrug 380 m., die Länge der Linie 800 m. Der maximale Strom (1. August 1894, 12^h mittags) betrug 0,0144 Volt.

§ 12. Die Höhe der Elektrode B über E betrug 50 m., die Länge der Linie 65 m., der maximale Strom (1. August 1893, 4 $\frac{1}{2}$ ^h Nachmittag) betrug 0,0045 Volt.

Die Höhe der Electrode F über B betrug 280 m., die Länge der Linie circa 800 m., der maximale Strom (1. August 1894, 9 $\frac{1}{2}$ morgens) betrug 0,0075 Volt.

§ 14. Die Höhe der Electrode E über A betrug 50 m., die Länge der Linie 300 m., der maximale Strom (1. August 1894, 6^h morgens) betrug 0,0059 Volt. Da jedoch eine Stunde vorher der Strom 2 $\frac{1}{2}$ mal schwächer und nachher wiederum 2 $\frac{1}{2}$ mal schwächer wurde, so muss ich diesen Sprung im Gange des Stromes als zufällig betrachten. Bei allmählichem Gange des Stromes erreichte derselbe ein Maximum (3^h morgens am 2. August 1894) = 0,0037 Volt [12 (p. 80—83)].

Auf diese Art haben wir:

l	h	Die Potentialdifferenz.	Die Potentialdifferenz für $h_1 - h_2 = 1$ m.
800	380	0,0144	0,0000038
800	280	0,0075	0,0000027
300	50	0,0037	0,0000074
65	50	0,0045	0,0000090

In den ersten zwei Fällen waren die Linienlängen dieselben (800 m.), während die Potential-Differenz im ersten Falle fast doppelt so gross war, wie im zweiten. Daraus geht hervor, dass mit der Entfernung der Elektrode nach der verticalen Richtung die Potential-Differenz (E) zunimmt.

Im 3. und 4. Falle waren die Höhen einer Elektrode über die andere dieselben (50 m.), wobei auch die Ströme fast dieselbe Spannung besaßen, obwohl eine Linie 5 mal länger als die andere war.

Daraus ist zu schliessen, dass die Länge der Linie auf die Potential-Differenz in meinen Versuchsanordnungen keinen Einfluss hat.

Die Zunahme der Potential-Differenz mit der Zunahme der Entfernung zwischen den Elektroden in der verticalen Richtung ist nicht dieselbe in den oben erwähnten Fällen. Wenn man die Länge der Linie (l) nicht in Betracht zieht, so ist die Potential-Differenz für 1 m. Höhendifferenz grösser bei kleinen Höhendifferenzen als bei grossen.

Bei Brander [25] entspricht für 1 m. Höhendifferenz 0,000018 Volt d. h. viel mehr als bei mir.

Es bleiben mir noch einige Worte über die Messungen der Spannung des Erdstromes, welche ich am Teiche in der Nähe von Sophia ausführte, zu sagen übrig. Als Elektroden dienten mir Platinplatten, welche in's Wasser eingesenkt worden. Die Entfernung zwischen

denselben betrug 30 m. Die Polarisation ist in Betracht gezogen worden. Die Beobachtungen bei stillem Wetter morgens, am 23. October 1894, zeigten, dass der Strom in der Richtung von Süd nach Nord stärker war, als von Ost nach West, so dass es wahrscheinlich erscheint, dass die herrschende Richtung des Stromes von Süd-West zu Nord-Ost war. Die Richtung fällt mit dem Flussstrome, welcher durch den obenerwähnten Teich vorbeizog, zusammen. Der Strom in der Richtung von Süd nach Nord betrug im Maximum 0,00517 Volt und nahm durch die Bewegung der Kähne am Teiche sehr stark zu, so dass die Scala vom Gesichtsfelde verschwand [4 (p. 84)].

V. Der Zusammenhang des Erdstromes mit magnetischen Elementen.

Barlow [19] fand bei Beobachtungen des Erdstromes in England (1847) keine Beziehung zwischen den Aenderungen des Erdstromes und der magnetischen Declination.

Aus den Beobachtungen von Walker [75] in England ist zu ersehen, dass 1847 und 48 starke magnetische Störungen vorkamen, welche auch durch bedeutende Aenderungen der Stärke des Erdstromes begleitet wurden.

Lamont [47] bemerkte 1860 in München, dass der Zunahme der Horizontalintensität des Erdmagnetismus die Abnahme der Stromstärke in der Linie W—O entsprach. Was nun den Zusammenhang mit der Declination betrifft, wurde derselbe in diesem Jahre nicht bemerkt. 1861 wurde jedoch solcher Zusammenhang erhalten, und zwar wurde der N—S Strom durch die Zunahme der Westdeclination und der O—W Strom durch die Zunahme der Horizontalintensität begleitet.

Die Beobachtungen von Airy [3] in England haben in derselben Zeit gezeigt, dass auf der Curve für den Erdstrom mehr Schwankungen erhalten werden, als auf der Curve, welche vom Magnetometer erhalten wird. Ausserdem kamen die Schwankungen auf der Erdstromcurve fast stets früher — oft $1\frac{1}{2}$ Stunden — als die Variationen auf der Magnetometer-Curve vor.

Obwohl Airy [3] auf Grund seiner Beobachtungen keinen Zusammenhang zwischen den Aenderungen des Erdmagnetismus und Erdstromes findet, kommt jedoch Weinstein [76], indem er die Ergebnisse von Airy [3] betrachtet, zu dem Schluss, dass die Schwankungen des Erdmagnetismus durch die Schwankungen des Erdstromes sehr leicht hervorgerufen werden könnten.

Ende 1883 fand der französische Ingenieur Blavier [24] in Paris, dass die Erdströme stets den Variationen der magnetischen Elemente entsprechen (die Beobachtungen wurden 71 Tage lang angestellt).

Wild [79] fand 1882—83 in St.-Petersburg, dass die Zunahme des positiven Stromes, welcher in der Erde von Nord zu Süd floss, der Zunahme der westlichen Declination entsprach, während die Zunahme des positiven Stromes, welcher in der Erde von Ost nach West floss, einer Zunahme der Horizontalintensität des Magnetismus entsprach. Auf Grund

dieser Resultate kommt Wild zu dem Schlusse, dass nur die Störungen, nicht aber die periodische Variationen des Erdmagnetismus, durch die Erdströme hervorgerufen werden; was nun das von ihm erhaltene Resultat betrifft: «die Extreme der beiderlei Componenten der Potential-Variationen fallen mit denen der entsprechenden magnetischen Elemente der Zeit nach nur selten genau zusammen, sondern treten meistens um 5—20 Minuten früher ein als diese» (p. 47) — so erklärt er, die Bewegung der Magnetnadel in Apparaten zur Messung des Erdmagnetismus nicht durch direkte Einwirkung des Erdstromes, welcher unmittelbar unter denselben in der Erdrinde fliesst, sondern auf solche Art, dass dieser Strom zuerst mehr oder weniger grosse Theile der Erdschichten magnetisiert, und dass erst dann dieser Magnetismus auf die Nadel einwirkt. Da die Magnetisierung von grossen Massen selbstverständlich auch eine längere Zeit verlangt, so wird es uns einleuchtend sein, warum die Verspätung der magnetischen Wirkung, verglichen mit der Zeit des Vorkommens des Erdstromes, eintritt.

Giese [38] bearbeitete Beobachtungsmaterial, welches 1883 in der deutschen Polarstation, Kingna Fjord, gesammelt wurde und konnte wegen Mangel an Beobachtungen keine Beziehung zwischen Erdstrom und magnetischen Variationen feststellen. Dagegen wurden in der Linie, welche mit der Erde verbunden war, und welche die Form eines Polygons hatte (Flächeninhalt 7,889 klm.), Ströme erhalten, deren Variationen von Variationen der Verticalintensität abzuhängen schienen.

Von Stephan [71] führt in seiner Abhandlung: «die Erdstromaufzeichnungen in den deutschen Telegraphen-Linien» eine Zeichnung an, aus welcher zu ersehen ist, dass am 2.—3. November 1883 die Schwankungen der Stärke des Erdstromes und der Horizontalintensität des Erdmagnetismus im allgemeinen einen und denselben Charakter haben. Der mittlere Tagesgang des Erdstromes und die Total-Intensität des Erdmagnetismus waren 1884 fast einander parallel.

Lemström [50] beobachtete 1882—83 in Sodankylä, dass die Variationen des Erdstromes vollständig von magnetischen Variationen abhingen.

In Observatorium in Greenwich fand man auf Grund mehrjähriger Beobachtungen (bis 1892); dass die Variationen des Erdstromes eine grosse Analogie mit den Variationen der Horizontalintensität des Erdmagnetismus zeigen; eine Proportionalität existirte jedoch nicht.

Aus dem «Report of the 62-nd Meeting of the British Association», von Preece [60] zusammengestellt, ersehen wir, dass 1892 das Vorkommen, die Dauer und die Stärke des Erdstromes, mit den magnetischen Perturbationen so übereinstimmen, dass die Angaben der Magnetnadel auf magnetischen Observatorien auch zu denselben Elementen des Erdstromes dienen können.

Ellis [35a] fand ausserdem, dass plötzliche magnetische Stösse, welche der magnetischen Störung vorausgehen, zeitlich mit den momentanen Vorkommen des Erdstromes in Greenwich übereinstimmen, welcher jedoch einige Secunden früher als der magnetische Impuls stattfindet. Dieser Strom steht immer in einem und demselben Verhältnisse zu den

magnetischen Bewegungen und zwar: während der Strom nach einer gewissen Richtung geht, findet eine Zunahme der magnetischen Declination, Horizontalkraft und Verticalkraft statt; wenn dagegen der Strom in entgegengesetzter Richtung geht, so findet eine Abnahme der genannten Grössen statt.

Weiter sagt der Verfasser: «Wenn die nahe zeitliche Beziehung, welche somit zwischen der anfänglichen magnetischen und Erdstrom-Bewegung zu Greenwich festgestellt ist, auch allgemein während des Verlaufes eines magnetischen Sturmes gültig ist, so scheint jede Schwierigkeit beseitigt für die Annahme, dass die unregelmässigen Aenderungen der magnetischen Declination und Horizontalkraft durch begleitende Erdströme hervorgebracht sein können. Aber wenn auch die Aenderungen der Horizontalkraft während einer magnetischen Störung den Aenderungen des Erdstromes nahe folgten, zeigen diejenigen der Inclination nicht dieselbe Beziehung, und die Aenderungen der Verticalkraft müssen noch erklärt werden; ausserdem scheint es nun definitiv festzustehen, dass die tägliche magnetische Schwankung nicht abhängt vom Erdstrom, da die steile Schwingung dieser Curve (wenn ungestört) begleitet ist von einer verhältnissmässigen Ruhe des Erdstromes».

Auf Grund von Beobachtungen von Mascart *) 1882 in Paris geht hervor, dass die senkrecht zum magnetischen Meridian stehende Linie für den Erdstrom eine Curve angibt, welche der vom Declinator verzeichneten Curve sehr ähnlich ist. Die Schleiflinie, welche einen Riesenring ohne Elektroden vorstellt, ergibt eine Curve, deren Gang eine gewisse Analogie mit dem Gange der Verticalcomponente des Erdmagnetismus darstellt.

Meine eigenen Beobachtungen führten zu folgende Resultaten:

§ 1. Sophia, 14.—15. October 1893. Die Lageänderung der Nadel des Magnetometers ist aus Fig. 5 und die Stromstärke aus Fig. 6 ersichtlich. Aus diesen Figuren ersehen wir, dass der Strom ein Minimum seiner Stärke in verschiedenen Linien um eine und dieselbe Zeit hatte, und zwar um 1 und 3^h mittags, während dass Maximum zwischen 4^h 30^m und 5^h 30^m morgens eintrat (in der IV. Linie trat das Maximum um 10^h abends ein). Auf der Curve für die Declination bemerkt man wirklich um diese Zeit die entsprechenden Extreme und zwar: das Minimum war um 11^h 30^m mittags und das Maximum um 9^h abends. Für die Morgenstunden sind die magnetischen Beobachtungen recht mangelhaft.

Auf Grund anderer Beobachtungen, welche ich zu dieser Zeit im physikalischen Laboratorium der Hochschule zu Sophia anstellte, geht im Durchschnitte hervor, dass die Schwankungscurven der Magnetnadel innerhalb 24 Stunden 2 Maxima und Minima be-
tragen, und zwar:

das	I.	Maximum	gegen	10 ^h	mittags.
»	II.	»	»	9 ^h	abends.
»	I.	Minimum	»	2 ^h	mittags.
»	II.	»	»	3 ^h	nachts.

[4 (p. 58)].

*) Nach seinem privaten Brief.

§ 2. Sophia 25.—27. October 1893. Die Ruhelageänderung der Magnetnadel ist aus Fig. 7 und der Gang des Erdstromes aus Fig. 8 ersichtlich. Daraus geht hervor, dass die Declination am 27. X 9^h 15^m morgens ein Maximum hatte; ein gleiches Maximum um 9^h 15^m morgens desselben Tages zeigt auch die Curve für den Strom. Das ausgeprägte Minimum der Declination sowohl am 26. wie auch am 27. X trat gegen 1^h mittags ein; die Stromescurve zeigt während dieser Tage, dass um 12^h mittags sehr starke und rasche Aenderungen auch in der Stromstärke stattfanden [4 (p. 84)].

Obwohl auf diese Art keine vollständige Uebereinstimmung des Curvenganges für den Magnetometer und den Erdstrom beobachtet wird, ist dennoch daraus ersichtlich, dass starke Schwankungen des Erdstromes nach einiger Zeit (in unserem Falle mehr als nach 15 Minuten und weniger als nach 2 Stunden) auch auf den Gang der Declination einwirken.

§ 3. Sophia (Russischer Kirchhof) 31. VII—3. VIII 1896. Der Verlauf der Declination und des Erdstromes ist aus Fig. 9 ersichtlich, wo die Stromcurve durch Punkte dargestellt ist. Der gemeinschaftliche Charakter beiden Curven besteht nur darin, dass der Strom, angefangen vom 31. VII 6^h abends immerfort bis um 6^h abends 2. VIII zunahm, während die Maxima der Declination innerhalb dieser Zeit immer grösser und grösser wurden [12 (p. 106)].

§ 4. Paylowo (in der Nähe von Sophia) 7. VIII—9. VIII 1896. Der Verlauf der Declination und des Erdstromes ist aus Fig. 10 ersichtlich. Der gemeinschaftliche Charakter beider Curven wird nur während folgender Momente beobachtet:

Um 9^h abends 9. VIII hatte der Erdstrom ein sehr starkes Minimum. Die Declination erlitt das Minimum an diesem Tage um 8^h abends, folglich eine Stunde früher.

Der Erdstrom fing um 4^h nachmittags 8. VIII bis 5^h abends rapid an abzunehmen d. h. innerhalb einer Stunde. Die Declination fing an diesem Tage an, sich stark zu vermindern, von 3^h mittags bis 5^h abends d. h. innerhalb zweier Stunden [12 (p. 109)].

§ 5. Gut von Kokalene-Kloster (1,100 m. auf dem Berge Witoscha in der Nähe von Sophia) 17. VIII—21. VIII 1896. Der Verlauf der Declination und des Erdstromes ist in Fig. 11 dargestellt. Der gemeinschaftliche Charakter beider Curven ist nur während folgender Zeit bemerkbar:

Der Strom hatte ein starkes Minimum am 20. VIII 7^h morgens. Die Declination hatte am selben Tage auch ein starkes Minimum um 8^h 15^m morgens d. h. 1¹/₄ Stunden später.

Während der ganzen Beobachtungszeit hatte der Erdstrom das Maximum am 19. VIII 6^h morgens. Die Declination hatte während dieser Tage das Maximum auch am 19. VIII, aber um 3^h 45^m nachmittags d. h. circa 10 Stunden später [12 (p. 112)].

Auf diese Weise ist aus meinen einzelnen Beobachtungen keine Uebereinstimmung im Verlaufe des Erdstromes und der Declination zu ersehen, obwohl eine gewisse Analogie nicht zu verläugnen ist.

Ich muss hier folgende bemerkenswerthe Uebereinstimmung erwähnen:

Wenn man die Declination nach den Beobachtungen im physikalischen Laboratorium der Hochschule zu Sophia anfangs October 1893 und den täglichen Gang des Erdstromes aus allen bis jetzt bekannten Beobachtungen, von mir wie auch anderer Forscher, d. h. die Eintrittszeit der Extreme aus der letzten Tabelle des Capitels: «der tägliche Verlauf des Erdstromes» nimmt, so erhält man folgende Tabelle für die Extreme der Declination und des Erdstromes:

Der Erdstrom: 5^h morgens, 9^h 30^m morgens, 2^h 50^m nachmittags, 8^h 45^m abends

Die Declination: 3^h » 10^h » 2^h » 9^h »

d. h. die Extreme, sowohl des Erdstromes, wie auch der Declination, stimmen zeitlich untereinander fast überein, und zwar gehen die Declinationsmaxima den Erdstrommaxima etwas voraus, während die Declinationsminima bezüglich der Zeit für Erdstromminima sich etwas verspäten.

VI. Der Zusammenhang des Erdstromes mit meteorologischen Elementen.

Starke Variationen des Erdstromes hängen, nach den Beobachtungen von Walker [75], Preece [61], Abbé [1], Harris [41], Tromholt [72] und Anderen vom Nordlicht ab, welches, wie es die Beobachtungen von Lemström ergeben, diese Variationen jedoch nicht in beliebigen Linien hervorruft, da in seinen Versuchen durch's Nordlicht keine Stromstörungen erzeugt wurden (welcher Strom in der N—S Linie = 0 war).

Der Zusammenhang des Erdstromes und der atmosphärischen Elektrizität ist aus den Beobachtungen von Palmieri [57] ersichtlich und zwar:

Nach Regen, besonders aber nach Gewitter beobachtete er eine allmähliche Verminderung der Stromstärke; Brander [25] erhielt sehr bedeutende Stromstöße, als in der Nähe vom St. Gotthard ein Gewitter ausbrach. Baumgartener [20] erklärte seine Resultate durch Austausch der Atmosphären-Elektrizität und derjenigen der Linien. Matteucci [53] bemerkte, dass je höher sich die Linie in der Luft befindet, desto stärker der Strom ist; in unterirdischen Linien ist der Strom fast = 0. Ludwig [52] kommt auch zu demselben Resultate.

Andererseits sind Beobachtungen auch mit entgegengesetzten Resultaten vorhanden; so bewiesen Blavier [24] und Lamont [47], dass die Erdströme, sowohl in unterirdischen, wie auch in Luftlinien, dieselben sind, und Barlow [19] zieht aus seinen langjährigen Beobachtungen den Schluss, dass die Erdströme keinen atmosphärischen Ursprung haben. Wild theilt mir in einem Privatbriefe mit, dass die Vergleichung der Erdströme mit Beobachtungen atmosphärischer Elektrizität in Pavlovsk, wie auch die Vergleichung dieser Elektrizität mit dem Erdmagnetismus bis jetzt zu keinen Resultaten führte.

Die Abhängigkeit des Erdstromes vom Wetter wird nur von wenigen Beobachtern erwähnt. So bemerkt Palmieri [57] eine Verminderung der Stromstärke nach Regen. Wild [79] beobachtete, dass die Ströme im Winter stärker sind als im Sommer. Palmieri [57] ist zu einem entgegengesetzten Resultate gekommen. Lamont [47] sagt, dass während

heller Tage die Stromvariationen viel regelmässiger waren als bei Regen oder Schnee und spricht die Meinung über den Zusammenhang des Erdstromes vom Wetter aus.

Meine Beobachtungen führten mich zu folgenden Resultaten:

§ 1. Sophia, 13.—15. X 1893. Die Linie № 5, d. h. diejenige, in welcher vor allen übrigen während der ganzen Zeit der maximale Strom floss. Der vergleichende Verlauf des Erdstromes und der Lufttemperatur (im Schatten) ist in Fig. 6 und Fig. 12 dargestellt.

Indem wir beide Figuren in Betracht ziehen, können wir sagen: der tägliche Verlauf des Erdstromes ist dem der Temperatur sehr ähnlich, nicht nur im allgemeinen, sondern auch in Details, wobei die Stromcurve bei Tage verspätet und nachts der Temperaturcurve um circa $1\frac{1}{2}$ Stunden vorausgeht¹⁾ [4 (p. 66)].

§ 2. Sophia, 20.—27. XI 1893. Die Linie Ost—West im Keller der Hochschule, folglich vom Einflusse atmosphärische Niederschläge geschützt. Ich führe hier die originale Beobachtungstabelle an, wobei die Stromstärke in Skalentheilen ausgedrückt ist:

Datum.	Zeit.	Stromstärke.	Bemerkungen.
20. XI.	4 ^h 30 ^m abends	30	Kein Schnee. Klares Wetter.
21.	2 ^h — ^m mittags	22	Bewölkt. Regnerisch. Still. Die Stösse bis zu + 3 Skalentheile.
	3 ^h 30 ^h »	16,5	Die Stösse sind schwach (0,2). Fällt schwacher Schnee.
	3 ^h 45 ^m »	0,5	Schnee ist stärker. Still. Die Stösse bis zu + 2 Skalentheile.
	3 ^h 50 ^m »	0	Keine Stösse.
22.	1 ^h 45 ^m »	0	Nebelig.
	5 ^h 30 ^m abends	12	Fällt schwacher Schnee.
23.	9 ^h 15 ^m morgens	0,9	Regnerisch. Nebelig. Still.
	9 ^h 16 ^m »	0	
	11 ^h — ^m »	18	
	12 ^h — ^m mittags	16	Regnet nicht.
	1 ^h 30 ^m »	14,5	Sonnig. Schwacher Ost-Wind.
	3 ^h — ^m »	15,5	Bewölkt. Liegt kein Schnee.
	3 ^h 45 ^m »	15,5	
	4 ^h 30 ^m »	16,2	
24.	8 ^h — ^m morgens	0	Bewölkt. Still.
	9 ^h 15 ^m »	0	

1) Hier muss ich bemerken, dass die Beobachtungen des Erdstromes nach Constantinopler Zeit angestellt wurden, während der Thermograph nach Saphioter Zeit gerichtet war; diese Differenz macht circa 20' nicht aber $1\frac{1}{2}$ Stunden aus, wie es die angeführten Curven zeigen; und folglich wird die nicht vollständige Uebereinstimmung der Maxima und Minima unter sich durch andere Ursachen bedingt.

Datum.	Zeit.	Stromstärke.	Bemerkungen.	
24. XI.	10 ^h 15 ^m morgens	10,6	Einzelne Stösse (—0,7).	
	10 ^h 30 ^m »	10,6		
	10 ^h 45 ^m »	11,0	Stösse = — 1 Skalentheile.	
	11 ^h — ^m »	10,0		
	11 ^h 15 ^m »	10,7	Stösse = — 0,5 Skalentheile.	
	11 ^h 30 ^m »	11,2	» — 0,4 »	
	11 ^h 45 ^m »	10,9	» 0,0 »	
	12 ^h — ^m mittags	10,5	» — 0,5 »	
	12 ^h 07 ^m »	10,5	» — 1,5 »	
	2 ^h — ^m »	10,0	» — 0,2 »	
	3 ^h — ^m »	10,0	» 0,0 »	
	4 ^h — ^m »	9,0		
	4 ^h 30 ^m abends	8,8		
	4 ^h 45 ^m »	8,6		
	5 ^h 20 ^m »	8,3		
	25.	8 ^h — ^m morgens	0	Nebelig. Still. Regnerisch.
		8 ^h — ^m »	— 3,7	
9 ^h 45 ^m »		— 4,2		
10 ^h 30 ^m »		— 4,5		
11 ^h — ^m »		— 4,6		
11 ^h 30 ^m »		— 4,6		
12 ^h — ^m mittags		— 4,6	Still.	
2 ^h — ^m »		— 4,1	Regnerisch.	
2 ^h 45 ^m »		— 3,7	»	
4 ^h — ^m »		— 3,0	»	
4 ^h 30 ^m abends		— 2,9	»	
5 ^h 15 ^m »	— 2,5	»		
26.	9 ^h — ^m morgens	0,6	Halb bewölkt. Still.	
	10 ^h — ^m »	0,5	» » »	
	1 ^h 45 ^m mittags	0,4	Schwacher Ost-Wind.	
	2 ^h 45 ^m »	0,5	» »	
	3 ^h 15 ^m »	0,5	» »	
	3 ^h 45 ^m »	0,4	» »	
	27.	9 ^h 15 ^m morgens	0	Bewölkt, mittlerer Ost-Wind.
10 ^m 30 ^m »		0,2		

[4 (p. 49)].

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, dass der erste Schneefall (21. XI) um 3^h 45^m nachmittags die Stromstärke auf einmal bis auf 0 verminderte. Als der schwache Regen aufhörte, nahm die Stromstärke wieder zu (23. XI 12^h mittags). Am 25. XI vormittags fiel

ein schwacher Regen, und der Strom wurde wieder bis 0 geschwächt und ist nachher sogar negativ geworden d. h. floss von Ost nach West. Am 27. XI morgens war kein Regen mehr, und der Strom ist wiederum positiv geworden, war aber bereits schwach.

Daraus schliessen wir, dass das Eindringen der Feuchtigkeit in die Erde den Erdstrom vermindert, was durch die Beobachtungen von Palmieri [57] und Lamont [47] bestätigt wird.

Diese Erscheinung wird noch durch meine Beobachtungen am 16. X 1893 in der Nähe von Sophia (§ 2) bestätigt. Der Strom betrug in der VI Linie am 15. X von 13.2 bis 12.5 Skalentheile. Während um 4^h 30^m, als ein kleiner Regen niederfiel, der Strom sofort bis auf 4.4 Skalentheilen herunterfiel; da der schwache Regen am folgenden Tage (16. X) noch fort dauerte, so blieb auch der Strom schwach und hatte sogar das Bestreben = 0 zu werden. Dieselbe Verminderung des Stromes wurde auch in den übrigen 6 Linien beobachtet [4(p. 59)].

§ 3. Das prähistorische Grab in der Nähe von Sophia, 7.—20. VII 1893. Die Beobachtungen ergeben mit 8 Linien, dass das Maximum der Lufttemperatur im Schatten (2^h mittags) dem Maximum des Erdstromes (gegen 2^h 20^m mittags) eine $\frac{1}{2}$ —2 Stunden vorausging.

Die Beobachtungen (22.—23. VII 1893) am demselben Grabe, welches reichlich mittelst eines Siebes innerhalb eines ganzen Tages begossen wurde, haben gezeigt, dass der Einfluss des Begiessens (künstlicher Regen) nicht in allen Linien derselbe war. Die stärksten Perturbationen waren in Linien, deren Richtung zur Richtung, die parallel dem magnetischen Aequator ist, sich näherte. Diese Perturbationen fanden nur während des Begiessens statt, worauf der Verlauf des Erdstromes wieder normal wurde [10 (p. 70—76)].

§ 4. Beim Dorfe Bojana (Berg Witoscha, in der Nähe von Sophia), 29. VIII, 2. IX 1894. Die Beobachtungen ergaben zuerst regelmässige Aenderungen im Verlaufe des Erdstromes, um 9^{1/2}^h abends am 1. IX aber fiel ein starker Regen nieder, welcher durch die Entladung von atmosphärischer Elektrizität begleitet wurde und circa 20 Minuten dauerte. Ich führe hier im Auszuge die Beobachtungen dieses Tages vor 9^{1/2}^h abends und auch nachher an. Die Stromstärke ist in Skalentheilen angeführt. Die Vertheilung der Elektrode ist aus Fig. 4 ersichtlich. (siehe pag. 32).

Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, dass der Strom in der Linie *AD* um 8^h abends 35.0 mm., während derselbe um 8^h 30^m nur 18.5 mm. betrug, obwohl der Regen zu dieser Zeit noch nicht niederfiel, das Gewitter aber schon sein Spiel trieb. Dieselbe starke Stromverminderung (von 35.3 auf 30.6 mm.) fand während dieser Zeit auch in der Linie *AF* statt. Nach dem Regen (10^h abends) nahm der Strom wieder zu.

Daraus schliessen wir: dass bei starkem Gewitter, obwohl auch entfernt, der Strom in Gebirgen sehr stark abnimmt, wenn auch nicht in allen Linien.

Was nun die Abhängigkeit des Erdstromes von der Temperatur betrifft, so trat das Temperatur-Maximum um 2^h mittags, während das Strom-Maximum (vide § 7, II Cap.) ge-

Datum.	Stunde.	B mit:			C mit:			A mit:		
		D	E	F	D	E	F	D	E	F
1. VIII. 1894.	4 ^h — p.	4,3	—8,7	13,0	12,2	—10,2	20,8	34,6	5,2	33,8
	4 ^h 30 ^m p.	4,2	—8,8	12,1	12,2	—11,0	19,5	34,7	5,3	32,5
	5 ^h — p.	5,6	—8,6	12,4	12,3	—10,8	20,5	35,0	5,2	33,3
	6 ^h — p.	6,0	—8,7	11,4	12,3	—11,4	17,7	35,0	4,5	31,2
	7 ^h — p.	5,8	—8,3	12,7	12,2	—11,2	17,5	34,8	4,9	31,5
	7 ^h 30 ^m p.	5,5	—8,4	13,6	12,2	—10,8	21,5	35,0	5,5	34,2
	8 ^h — p.	5,6	—8,2	12,6	12,4	—10,5	19,6	35,0	5,4	35,3
	8 ^h 30 ^m p.	6,2	—8,0	13,6	12,4	—10,4	21,1	18,5	—	30,6
	10 ^h — p.	10,3	—5,3	13,4	11,1	—12,4	12,6	40,0	8,0	32,0
	10 ^h 30 ^m p.	12,0	—4,8	12,8	11,9	—11,5	12,8	38,0	6,8	30,2
	11 ^h — p.	10,0	—5,8	11,9	12,1	—11,5	13,2	38,0	6,6	30,3
	11 ^h 30 ^m p.	10,0	—6,0	11,9	12,1	—11,5	13,6	37,5	6,9	31,0
	12 ^h — p.	10,0	—5,5	12,5	12,0	—10,5	16,0	37,8	7,5	32,8
	2. VIII.	12 ^h 30 ^m a.	10,0	—5,7	12,5	12,2	—10,4	14,6	39,0	7,3
1 ^h — a.		10,0	—5,8	11,7	12,2	—10,3	15,0	38,0	6,8	30,2
1 ^h 30 ^m a.		9,2	—5,8	12,8	12,2	—10,5	15,9	35,5	6,0	31,2

gen 5^h abends ein. Das Temperatur-Minimum war am 2. VIII um 4^h 30^m morgens, auch das Strom-Minimum stellte sich um dieselbe Zeit ein [10 (p. 79—87)].

§ 5. Beim Bahnhofe in Sophia, 8.—10. VIII 1894. Das Temperatur-Maximum war im Durchschnitte gegen 1^h 40^m nachmittags, während das Strom-Maximum gegen 6^h abends eintrat. Das Temperatur-Minimum war gegen 5^h morgens und das Strom-Minimum — gegen 6^h morgens (das Strom-Maximum am Morgen wird auch gegen 4^h 30^m beobachtet, aber nicht immer scharf) [10 (p. 88—91)].

§ 6. Rustschuk 1.—4. IX 1894.

Maximaltemperatur war am 1. IX um 1^h 30^m nachmittags

2. » » 2^h 30^m »

2. » » 4^h 30^m »

3. » » 4^h »

während das Temperaturminimum war am 3. » » 5^h 30^m morgens

4. » » 5^h 30^m »

Der Maximalstrom wurde gegen 5^h abends und der minimale gegen 10^h morgens beobachtet [10 (p. 92—99)].

§ 7. Lom-Palanka, 1.—3. IX 1894. Das Temperatur-Maximum war gegen 3^h mittags und das Minimum gegen 6^h morgens. Der Maximal-Strom war gegen 7^h abends und der minimale gegen 8^h morgens beobachtet [10 (p. 99—103)].

§ 8. Petrochan (1,440 m. Balkengebirge), 1.—4. IX 1894. Die Maximaltemperatur trat gegen 3^h mittags und die minimale um 5^h 30^m morgens ein. Das Strom-Maximum trat gegen 6^h morgens und 3^{1/2}^h nachmittags ein, das Minimum gegen 10^h morgens. (Die Beobachtungen wurden nachts nicht ausgeführt.) [10 (p. 103—108)].

§ 9. Dorf Gorublanje (in der Nähe von Sophia), 1.—3. IX 1894. Die Maximaltemperatur war um 3^h nachmittags. Der Maximalstrom war gegen 3^h nachmittags (genauer: fing um 1^h nachmittags an und dauerte bis 6^h abends) [10 (p. 108—112)].

§ 10. Russischer Kirchhof (bei Sophia), 31. VII—3. VIII 1896. Im Durchschnitte wurde erhalten:

Das Strom-Maximum	um 6 ^h	morgens und 3 ^h 30 ^m mittags.
» » Minimum	» 6 ^h	abends.
» Temperatur-Maximum	» 2 ^h 30 ^m	mittags.
» » Minimum	» 5 ^h	morgens.
» Barometer-Maximum	» 7 ^{1/2} ^h	morgens.
» » Minimum	» 5 ^h	abends.
» Feuchtigkeits-Maximum	» 4 ^h	morgens.
» » Minimum	» 2 ^{3/4} ^h	nachmittags.

[12 (p. 105—108)].

§ 11. Pavlowo (bei Sophia), 7.—9. VIII 1896. Im Durchschnitte wurde erhalten:

Das Strom-Maximum	um 2 ^{1/2} ^h mittags und 7 ^{1/2} ^h abends.
» » Minimum	» 10 ^{3/4} ^h morgens » 5 ^h »
» Temperatur-Maximum	» 3 ^h mittags.
» » Minimum	» 6 ^h morgens.
» Barometer-Maximum	» 8 ^h morgens.
» » Minimum	» 4 ^{1/2} ^h mittags.
» Feuchtigkeits-Maximum	» 5 ^{1/2} ^h morgens.
» » Minimum	» 2 ^h mittags.

[12 (p. 108—111)].

§ 12. Kokalene-Kloster (auf dem Witoschaberge 1,100 m.), 17.—21. VIII 1896.

Das Strom-Maximum	(19. VIII) war um 4 ^h morgens.
» Temperatur-Maximum	» » » » 4 ^h mittags.
» Strom-Minimum	(20. VIII) » » 7 ^h morgens.
» Temperatur-Minimum	» » » » 5 ^h morgens.
» Strom-Maximum	(21. VIII) » » 1 ^h nachts.
» Temperatur-Maximum	» » » » 4 ^h mittags.
» Strom-Minimum	» » » » 7 ^h morgens.
» Temperatur-Minimum	» » » » 5 ^h morgens.

[12 (p. 111—116)].

Auf diese Art haben wir folgende Zusammenstellung:

STATIONEN.	Stromextreme		Temperaturextreme	
	max.	min.	max.	min.
§ 1. Sophia	3 ^h 30 ^m nachmit.	4 ^h 30 ^m morg.	2 ^h 30 ^m nachm.	6 ^h morgens
§ 2. Das prähistor. Grab. .	2 ^h 20 ^m »	—	2 ^h »	—
§ 3. Bojana	5 ^h »	4 ^h 30 ^m »	2 ^h »	4 ^h 30 ^m »
§ 4. Sophia-Bahnhof	6 ^h abends und 4 ^h 30 ^m morgens	6 ^h »	1 ^h 45 ^m »	5 ^h »
§ 5. Rustschuk	5 ^h abends	10 ^h »	3 ^h 30 ^m »	5 ^h 30 ^m »
§ 6. Lom-Palanka	8 ^h morgens	7 ^h abends	3 ^h 30 ^m »	6 ^h »
§ 7. Petrochan	3 ^h 30 ^m nachmit. u. 6 ^h morgens	10 ^h morgens	3 ^h »	5 ^h 30 ^m »
§ 8. Gorublanje	3 ^h nachmittags	—	3 ^h »	—
§ 9. Russischer Kirchhof .	3 ^h 30 ^m nachmit. u. 6 ^h morgens	6 ^h abends	2 ^h 30 ^m »	5 ^h »
§ 10. Pavlowo	2 ^h 30 ^m nachmit. u. 7 ^h 30 ^m abend.	10 ^h 45 ^m morg. u. 5 ^h abends	3 ^h »	6 ^h »
§ 11. Kokalene-Kloster . . .	4 ^h morgens	7 ^h morgens	4 ^h »	5 ^h »

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, dass der Strom innerhalb 24 Stunden 2 Maxima und 2 Minima hat, obwohl auch nicht in allen Linien, und zwar treten dieselben im Durchschnitte ein:

	I.	II.
Maximum	5 ^h 45 ^m morgens	3 ^h 45 ^m mittags.
Minimum	7 ^h 30 ^m »	6 ^h abends.

Das Temperatur-Minimum trat im Durchschnitte um 5^h 30^h morgens und das Maximum um 2^h 30^m mittags ein. Welchen Einfluss die Sonnenlage am Himmel hat, ist aus folgenden Worten v. Stephans [71] ersichtlich: «der Nachweis regelmässiger täglicher Perioden des Erdstromes ist zugleich der Nachweis, dass ein Theil seiner Schwankungen an einem bestimmten Orte immer zu derselben Ortzeit, also bei einer und derselben Lage zur Sonne eintritt».

Meine eigenen Beobachtungen zeigen auch, dass die Sonnenlage den Strom-Verlauf stark beeinflusst, und zwar:

§ 13. In Sophia ($3\frac{1}{2}$ klm. der Constantinopler Chaussée (war der Verlauf des Stromes vor Sonnenuntergang (in der V Linie) folgender: 1893, 14. X $3^h 30^m$ p. — 8.5 mm., um 4^h — 8.9 mm, $4^h 30^m$ — 8.9 mm, 5^h — 9.5 mm und einige Minuten nach dem Untergange, und zwar um $5^h 30^m$ betrug der Strom bereits 11.5 mm., 6^h — 12.0 mm., $6^h 30^m$ — 16.3 mm. etc. d. h. der Strom allmählich wachsend, fing nach dem Sonnenuntergange plötzlich an stark zuzunehmen. Am folgenden Tage (15. X) war den Verlauf des Stromes in derselben Linie vor und nach dem Sonnenaufgange folgender: $5^h 30^m$ — 20.9 mm., 6^h — 20.5 mm, $6^h 30^m$ (Sonnenaufgang) — 20.4 mm., 7^h — 19.6 mm., $7^h 30^m$ — 19.6 mm. etc. d. h. der Sonnenaufgang beeinflusste wiederum stark den Verlauf des Stromes.

Am 15. X 6^h morgens (beim Sonnenaufgange) erreichte auch die Lufttemperatur ein Minimum (wie es Fig. 6 zeigt), um nachher schnell zuzunehmen: am 14. X aber beim Sonnenuntergang $5^h 30^m$ ist kein Minimum oder Maximum der Temperatur beobachtet worden, obwohl ihr etwa verlangsamtes Fallen auch beobachtet wird [4].

§ 14. Das prähistorische Grab bei Sophia, 7. VII 1894. Die Maximalinsolation war um 1^h nachmittags und der Maximal-Strom wurde in der dritten Linie um 1^h nachmittags beobachtet. Am 8. VII trat die Maximalinsolation um 3^h mittags ein, und der Maximal-Strom wurde in der IV. Linie zwischen $2^h 30^m$ und $3^h 30^m$ mittags beobachtet, d. h. wieder um dieselbe Zeit. Am 16. VII war die Maximalinsolation um 2^h mittags und der Maximal-Strom war in der II. Linie um $2^h 30$ mittags; um diese Zeit trat auch das negative Maximum in der III. und IV. Linie ein. Der Strom wurde jede halbe Stunde, während die Insolation jede Stunde beobachtet [10].

§ 15. Bojana, 1894. Es wurden folgende Resultate erzielt:

Datum.	Insolationsmaximum um:	Stromstärke-Maximum um:	Linie.
29. VII.	12^h mittags	$12^h 30^m$ mittags	BE
»	12^h »	$12^h 30^m$ »	CD
30. VII.	2^h »	1^h bis $1^h 30^m$ »	CD
31. VII.	1^h bis 2^h »	12^h »	CE
»	1^h — 2^h »	1^h »	CD
1. VIII.	12^h »	12^h »	CF
»	12^h »	12^h »	BE ¹⁾
»	12^h »	12^h »	AF

Der Strom und die Insolation wurden jede halbe Stunde beobachtet.

1) Hier war das negative Minimum.

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, dass das Insolutions-Maximum und das Strom-Maximum um eine und dieselbe Zeit eintrat. [10].

§ 16. Sophia-Bahnhof. 8—10 August 1894. Bei diesen Beobachtungen wurde kein Zusammenhang, wie oben zwischen der Insolation und dem Erdstrome beschrieben, constatirt. [10].

Auf diese Art sind, neben direktem Einflusse der Sonnenlage auf den Verlauf des Erdstromes, auch Daten von negativem Resultate vorhanden.

Der Einfluss der atmosphärischen Elektrizität auf den Strom zeigt sich durch folgende eigene Beobachtungen:

§ 17. Pavlowo 1896. Nord-westlich von Pavlowo im Balkengebirge (in der Entfernung von circa 30 km.) wurde um 5^h abends 7. VIII. ein Gewitter beobachtet; der Strom fing von 7^h 30^m morgens an, starke momentane Schwankungen (im Sinne der Stromzunahme) zu zeigen, welche bis zu 7 Skalentheile hinaufstiegen (17%), und welche bis 7^h abends, als in Pavlowo ein furchtbares Gewitter ohne Regen ausbrach, dauerten. Von 7^h 30^m abends an zeigte der Strom wieder einen regelmässigen Verlauf und zwar bis 6^h 30^m morgens des folgenden Tages (8. VIII.). Um 6^h 30^m erlitt der Strom wieder Stösse, welche ihn bis zu 3 Skalentheilen verstärkten (15%). Um 4^h nachmittags brach das Gewitter mit Regen aus, (vide die darauf folgende Tabelle) und die Schwankungen, welche den Strom verstärkten, erreichten 25 Skalentheile (50%). Um 5^h wurde der Strom negativ und betrug nur $\frac{2}{3}$ derjenigen Stärke, welche er, als er positiv war, hatte; um 6^h abends aber, als das Gewitter vorüber war, wurde er wieder positiv, und es kamen keine Stösse mehr zur Beobachtung. Der Einfluss dieses Gewitters ist aus Fig. 10 ersichtlich (8. VIII. 4^h abends und später). [12].

Daraus ist noch ein Mal zu ersehen, dass der Regen die Stromstärke vermindert und sogar seine Richtung ändert; was nun die Entladung der atmosphärischen Elektrizität anbetrifft, so verursachen dieselben in dem Erdstrome starke Schwankungen, welche lange Zeit vor dem Gewitter-ausbrechen gespürt werden.

VII. Der Einfluss der Sonnenfinsterniss auf den Erdstrom.

Es sind mir keine Beobachtungen anderer Forscher über diese Frage bekannt. Ich habe die Erdströme gerade zur Zeit der Sonnenfinsterniss zu beobachten nur einmal Gelegenheit gehabt und zwar am 9. VIII. 1896 in Pavlowo (bei Sophia). Der Anfang der partiellen Sonnenfinsterniss war um 4^h 43^m und das Ende um 9^h 35^m morgens nach der mittleren orientalischen Zeit.

An dem der Sonnenfinsterniss vorhergehenden Tage 8. VIII. regnete es von 4^h—6^h abends, von Gewitter begleitet. Darauf wurde es klar, und so dauerte es bis zum Schlusse der Beobachtungen. Die folgende Tabelle enthält die erhaltenen Werthe:

Datum.	Zeit.	Stromstärke.	Magnetometer.	Niveau des Grundwassers.	Barometer.	Thermometer.	Hygrometer.	Bemerkung.
S. VIII.	12,—mittgs.	19—20	7,8	47,0	708,2	33,0	25	
"	12,30 »	20—22	9,7	—				
"	1,— »	21,0	10,0	47,0	708,0	35,2	24	
"	1,30 »	22,0	7,0	—				
"	2,— »	25,0	10,0	47,5	707,9	35,3	25	
"	2,30 »	23,8	11,0	—				
"	3,— »	21—22	12,3	47,6	707,2	34,4	39	
"	3,30 »	25	10,0	—				
"	4,— »	25—50	6,2	47,5	707,9	30,0	70	
"	4,30 »	12—16	6,0	—				
"	5,— »	—15—35	0,3	50,7	708,9	25,5	74	Gewitter und Regen.
"	5,30 »	—13,4	0,8	—				
"	6,— »	—5,2	1,2	50,6	709,0	22,8	73	
"	6,30 »	14,8	1,2	—				
"	7,— »	35,3	1,0	50,2	709,7	23,0	73	
"	7,30 »	43	—0,6	—				
"	8,— »	33	0,7	49,9	710,4	22,3	72	
"	8,30 »	27,5	0,5	—				
"	9,— »	13,0	—0,4	49,1	711,1	21,7	74	
"	9,30 »	6,0	—1,1	—				
"	10,— »	—2	—1,0	48,7	711,7	20,6	74	Klar.
"	10,30 »	—10	—1,1	—				
"	11,— »	—10	—1,0	48,0	712,1	19,2	74	
"	11,30 »	—17,7	0,2	—				
9. »	12,— nachts	—18	0,0	47,6	712,4	18,2	74	
"	12,30 »	—20	—0,7	—				
"	1,— »	—23,6	—1,0	47,1	712,7	17,2	78	
"	1,30 »	—26,2	—1,8	—				
"	2,— »	—30,0	—1,0	46,5	712,9	16,9	81	
"	2,30 »	—36,5	0,0	—				
"	3,— »	—38,0	—0,5	46,0	713,1	16,2	85	
"	3,30 »	—36,5	—1,5	—				
"	4,— »	—41—38	—1,9	45,0	713,2	15,5	87	Klar.
"	4,15 »	—42,2	—2,1	—				
"	4,30 »	—42—41	—2,9	—				Sonnenaufgang um
"	4,45 »	—44	—2,4	—				5 ^h 34 ^m .
"	5,— »	—45—44	—2,4—2,6	45,0	713,3	15,0	87	Sonnenfinsterniss.
"	5,15 »	—47	—2,5	—				
"	5,30 »	—48	—3,5	—				

Datum.	Z e i t.	Strom- stärke.	Magneto- meter.	Niveau des Grund- wassers.	Barometer.	Thermo- meter.	Hygrometer.	Bemerkung.
	5,45 morg.	—49	-3,1—3,5	—				
	6,— »	—52	—3,8	44,5	713,8	14,8	85	
	6,15 »	—55	—4,0	—				
	6,30 »	—54	—5,0	—				
	7,— »	—56	—5,1	44,1	714,0	15,3	74	Klar.
	7,30 »	—54,3	—6,7	—				
	8,— »	—60,5	— 7,3	43,6	714,0	18,0	63	
	8,30 »	—58,8	—6,3	—				
	9,— »	—61	—5,2	43,0	714,0	20,8	62	
	9,30 »	—64—58	—2,6	—				
	10,— »	—56—51	—0,2	42,4	713,9	22,5	58	
	10,30 »	—30	1,8	—				
	11,— »	—25	5,0	42,0	713,5	24,1	55	
	11,30 »	—24	7,0	—				
	12,— mittg.	—14,5	8,7	41,6	713,2	25,8	52	Klar.
	12,30 »	—16—11	7,9	—				
	1,— »	—14	8,8	41,5	712,9	26,1	47	
	1,30 »	—20,2	8,4	—				
	2,— »	—21,2	7,8	41,5	712,8	26,6	42	
	2,30 »	—22,0	8,0	—				
	3,— »	—22—17	8,5	—	712,5	27,0	41	Schwacher Wind.
	3,30 »	—15	7,7	—				
	4,— »	—15	6,2	41,5	712,3	27,0	42	Klar.
	4,30 »	—15,5	—	—				

Der Verlauf des Erdstromes und der magnetischen Declination dieser Tabelle ist graphisch (Fig. 10) dargestellt.

Aus diesen Beobachtungen stellt sich der Einfluss der Sonnenfinsterniss auf den Erdstrom nicht klar heraus. Es ist wahr, dass der Erdstrom um 4^h morgens (9. VIII.) einen mehr oder minder regelmässigen Verlauf hatte und um 4^h einen raschen Stoss von 41 — 38 = 3 Skalentheilen zeigte. Um den Eintritts-Moment der Sonnenfinsterniss 4^h 43^m waren auch starke und rasche Stösse im Stromverlaufe zu beobachten und zwar um 4^h 30^m und 5^h je ein Skalentheil. Darauf nahm der Strom ohne Stösse allmählich zu, und um 9^h 30^m und 10^h morgens (das Ende der Finsterniss 9^h 35^m) zeigte derselbe wiederum Stösse = Skalentheilen, welche darauf aufhörten. Indem wir jedoch in Betracht ziehen, dass das Wetter am vorhergehenden Tage kein normales war (Gewitter mit Regen), und dass solche Stösse lange vor der Sonnenfinsterniss waren, kann man nicht positiv sagen, dass die im Verlaufe des

Stromes beobachteten Stösse, während des ersten und des letzten Kontaktes mit der Sonne, keine zufälligen waren; auch der Umstand, dass der Strom sein Maximum gerade im Momente, wo das Ende der Sonnenfinsterniss eintrat, erreichte, könnte zufällig sein. [12].

VIII. Der Zusammenhang des Erdstromes mit Erdbeben.

Palmieri [59] beobachtete auf dem Vesuv, dass die vulkanische Thätigkeit den Erdstrom beeinflusst, und zwar, als die vulkanische Thätigkeit eine minimale war, floss der Erdstrom vom Bergfusse zur Spitze desselben, sonst umgekehrt.

Er beobachtete auch, dass die Erdbeben, welche 1894 in Konstantinopol, Griechenland, in Katanien etc. stattfanden, die Stärke des Erdstromes verminderten.

Ich hatte Gelegenheit, die Erdströme während des Erdbebens in Rustschuk am 31. August 1894 zu beobachten.

Die Elektroden von Brander wurden am 30. August 12^h mittags eingegraben, und am 31. August — die Vorversuche angestellt, da vom 1. September an bereits systematische Beobachtungen des Erdstromes angefangen werden sollten.

Hier führe ich die Tabelle der Beobachtungen, welche am 31. August über die Erdströme angestellt worden sind, an. Nach den Beobachtungen in der meteorologischen Station

Datum.	Zeit.	1	2	3	4	5	6	Bemerkung.
31. VIII.	9,20 a.	3,5	78,0	87,0	62,2	113,5	101,8	Um 2 ^h 17 ^m fanden 2 starke Stösse (Erdbeben) statt.
	10,30 a.	—5,5	79,8	88,2	62,1	115,0	103,8	Am 30. August morgens früh war starker und nachher fast den ganzen Tag schwacher Regen.
	2,20 p.	22,2	95,0	105,5	68,2	133,0	118,0	
	2,50 p.	3,2	69,8	77,5	9,8	108,0	91,2	Am 31. August war es feucht.
	3,— p.	—0,8	65,7	72,9	9,9	103,8	86,9	Am 1. und 2. September war ein trockener Nebel; die Sonne sah den ganzen Tag roth aus.
	3,30 p.	—0,3	62,8	69,6	24,0	100,3	83,4	

der Musterferm (in der Nähe von Rustschuk), wo ich eigentlich meine Beobachtungen anstellte, fanden zwei ziemlich starke unterirdische Stösse gegen 2^h 17^m statt. Ich wusste vom

Erdbeben nichts, als ich beim Galvanometer stand und die Bewegung der Magnetnadel mittelst eines Spiegels (die Methode von Gauss und Poggendorf) beobachtete. Gegen 2^h 20^m nachmittags beobachtete ich, als die Leitung mit dem Galvanometer noch nicht verbunden war, dass der mit der Magnetnadel verbundene Spiegel zu schwanken anfing, wobei diese Schwankungen nach beiden Seiten der Ruhelage bis zu 20 mm. gingen. (Die Entfernung der Skala vom Spiegel betrug 2 m.). Diese Schwankungen waren wellenförmig und dauerten 2—3 Minuten, worauf der Spiegel sich wieder beruhigte; der Strom wurde sofort in allen 6 Linien gemessen (vide die Werthe der Tabelle um 2^h 20^m). Ich war durch die starke Aenderung der Werthe für den Strom, im Vergleiche mit den Werthen, welche um 10^h 30^m vormittags beobachtet wurden, sehr erstaunt. Man hat mir nachher mitgetheilt, dass ein Erdbeben stattfand.

Aus der angeführten Tabelle ist zu ersehen, dass das Erdbeben den Erdstrom in allen Linien sehr stark beeinflusste, obwohl nicht in allen in gleichem Grade. Während des Erdbebens war der stärkste Einfluss in der Linie № 1 (NS), wo der Strom von — 5.5 auf 22.2 mm. stieg, während der schwächste Einfluss in der Linie № 4 war (45° östlich vom magnetischen Meridiane). Nach dem Erdbeben blieb die maximale Störung des regelmässigen Strom-Verlaufes in der Linie № 4 zurück.

Am folgenden Tage, morgens (1. September) betragen die Werthe für den Strom in verschiedenen Linien:

Datum.	St n n d e.	1	2	3	4	5	6
1. IX.	6,— a.	15,5	65,0	71,0	43,8	100,0	77,0
	6,30 a.	15,9	65,9	64,9	44,4	100,8	77,9
	7,— a.	15,1	65,2	63,9	44,5	100,7	77,9
	7,30 a.	14,6	65,7	64,0	44,4	101,0	78,0

d. h. der Stromverlauf war ein regelmässiger. [10].

IX. Die Abhängigkeit des Erd-Stromes von Niveauschwankungen des Grundwassers.

Niveauschwankungen des Grundwassers beobachtete ich in alten Brunnen mittelst einer schwimmenden Glaskugel, welche mittelst eines Platindrahtes an einen auf der Oberfläche sich befindenden Hebel befestigt wurde. Die Genauigkeit war eine solche, dass der Verschiebung des Hebels an der Skala um ein Theilstrich 0.35 mm. an der Höhenänderung des Wasserniveau's entsprach (nur auf dem russischen Kirchhof betrug diese Grösse 0.8 mm.). Da das Wasser im Brunnen eine konstante Temperatur (circa 10° C.) hatte, so

konnte diese letztere keinen Einfluss auf die Dichte des Wassers und folglich auch auf die Länge des Platinadrahtes und die Lage der Glaskugel haben.

Die Beobachtungen wurden zu verschiedenen Zeiten in 4 Stationen angestellt und führten zu folgenden Resultaten:

§ 1. Sophia (Ulitz Krakra und Scheinowo) 24.—27. VIII. 1896. Die Beobachtungen wurden jede halbe Stunde, tags und nachts, angestellt. Der Erdstrom wurde nicht beobachtet. Fig. 13 stellt die Niveau-Aenderung des Grundwassers graphisch dar. Daraus ist zu ersehen, dass das Maximum der Wassersteigerung um 5^h 30^m abends und um 6^h abends, während das Minimum um 8^h 30^m und um 8^h morgens stattfand. Indem wir diese Zahlen abrunden, erhalten wir, dass Ende August (1896) das Niveau des Grundwassers in Sophia das Maximum um 6^h abends und das Minimum um 8^h morgens erreichte.

Folgende Tabelle zeigt, wann die Maxima und Minima des Athmosphärendruckes, der Temperatur und der Feuchtigkeit eintraten:

Datum.	Barometer		Thermometer		Hygrometer	
	max.	min.	max.	min.	max.	min.
25. VIII.	8 ^h morgens	5 ^h abends	3 ^h nachmitt.	6 ^h morgen.	5 ^h morgens	1 ^h nachmitt.
26. VIII.	6 ^h »	5 ^h »	3 ^h »	6 ^h »	5 ^h »	1 ^h »
Mittel:	7 ^h »	5 ^h »	3 ^h »	6 ^h »	5 ^h »	1 ^h »

Daraus ersehen wir, dass alle drei meteorologischen Elemente periodisch stattfanden, und dass der Athmosphärendruck zeitlich am nächsten zu Extremen der Niveauschwankungen des Grundwassers steht, und zwar treten die Extreme des Niveau's des Grundwassers eine Stunde später ein, als die extremen Angaben des Barometers.

Hier ist nicht uninteressant zu bemerken, dass das Grundwasser, nach den Beobachtungen in Wiskonsin (Nordamerika), in stetiger Bewegung sich befindet, und mit den Wendepunkten der Bodentemperatur vollständig übereinfällt. [12].

§ 2. Pawlowo (bei Sophia). Der Verlauf der Schwankungen des Grundwassers zwischen 7.—9. VIII. 1896 ist aus Fig. 14 ersichtlich.

Auf diese Art war das Maximum:

7. VIII. um 9^h 30^m abends
8. » » 5^h »

Im Durchschnitt » 7^h 30^m abends;

während das Minimum eintrat;

7. VIII. um 11^h mittags
8. » » 12^h »

Im Durchschnitt um 11^h 30^m mittags.

Die folgende Tabelle gibt die Eintrittszeit der Extreme für meteorologische Elemente an:

Datum.	Barometer		Thermometer		Hygrometer	
	max.	min.	max.	min.	max.	min.
7. VIII.	9 ^h morgens	6 ^h abends	3 ^h nachmitt.	6 ^h morg.	5 ^h morgens	2 ^h nachmitt.
8. VIII.	12 ^h nachts	3 ^h nachm.	3 ^h »	6 ^h »	6 ^h »	2 ^h »
Mittel:	5 ^h morgens	4 ^h 30 ^m abd.	3 ^h »	6 ^h »	5 ^h 30 ^m »	2 ^h »

[12].

§ 3. Russischer Kirchhof (bei Sophia) 1896. Der Niveau-Verlauf des Grundwassers ist in Fig. 15 dargestellt; d. h. das Maximum trat um 8^h abends (1. VIII.) und um 7^h 30^m abends (2. VIII.) ein, während das Minimum um 12^h mittags (2. VIII.) und um 1^h mittags (3. VIII.) eintrat.

Die Extreme für meteorologische Elemente traten ein:

Datum.	Barometer		Thermometer		Hygrometer	
	max.	min.	max.	min.	max.	min.
31. VII.	—	2 ^h nachmitt.	2 ^h nachmitt.	—	—	1 ^h nachmitt.
1. VIII.	7 ^h morgens	5 ^h »	3 ^h »	5 ^h morgens	5 ^h morgens	4 ^h »
2. VIII.	8 ^h »	5 ^h »	3 ^h »	5 ^h »	3 ^h »	4 ^h »
3. VIII.	10 ^h 30 ^m »	—	2 ^h »	5 ^h »	4 ^h »	1 ^h »
Mittel:	8 ^h 30 ^m »	4 ^h »	2 ^h 30 ^m »	5 ^h »	4 ^h »	2 ^h 30 ^m »

[12].

Wir wollen nun die Zeiten, wann die Extreme für den Erdstrom in den hier angeführten Stationen stattfanden aus den Daten des Capitels VI. entnehmen, um dieselben mit den Werthen des gegenwärtigen Capitels für die Extreme der meteorologischen Elemente und des Grundwassers zusammenzustellen.

STATION.	Barometer		Thermometer		Hygrometer		Grundwasser		Erdstrom	
	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.
§ 1. Sophia . .	7 ^h morgens	5 ^h abends	3 ^h nachmittags	6 ^h morgens	5 ^h morgens	1 ^h nachmit.	6 ^h abends	8 ^h morgens	—	—
§ 2. Pavlowo .	5 ^h morgens	4 ^h 30 ^m abends	3 ^h nachmittags	6 ^h morgens	5 ^h 30 ^m morgens	2 ^h nachmit.	7 ^h 30 ^m abends	11 ^h 30 ^m mittags	2 ^h 40 ^m mittags	{ 10 ^h 40 ^m mittags 7 ^h 30 ^m abends
§ 3. Sophia . .	8 ^h 30 ^m morgens	4 ^h abends	2 ^h 30 ^m nachmit.	5 ^h morgens	4 ^h morgens	2 ^h 30 ^m nachmit.	8 ^h abends	1 ^h mittags	{ 6 ^h morgens 3 ^h mittags	6 ^h abends
Mittel:	7 ^h morgens	4 ^h 30 ^m abends	3 ^h nachmit.	6 ^h morgens	5 ^h morgens	2 ^h nachmit.	7 ^h abends	10 ^h 30 ^m mittags	{ 6 ^h morgens 3 ^h nachm.	{ 10 ^h 30 ^m morg. 7 ^h abends

Die bemerkenswerthe Abhängigkeit, welche aus dieser Tabelle zu ersehen ist, existirt zwischen Erdstrom und Grundwasser. Das Maximum des Niveau des Grundwassers tritt im Durchschnitt um 7^h abends, das Minimum um 10^h 30^m vormittags ein; auch das Minimum des Erdstromes trat um dieselbe Zeit ein.

Ausserdem ist aus dieser Tabelle ersichtlich, dass das Maximum des Erdstromes durchschnittlich um 6^h morgens und um 3^h nachmittags eintrat; um dieselbe Zeit trat auch das Minimum respective Maximum der Temperatur ein. Die Feuchtigkeits-Extreme traten eine Stunde früher als die Temperatur-Extreme ein, während die Extreme des Atmosphären-Druckes zwei Stunden später als die Temperatur-Extreme eintraten.

Was nun die Resultate, welche in Wiskonsin-Station (Nord-Amerika) für die Abhängigkeit der Niveau-Schwankungen des Grundwassers von der Bodentemperatur erhalten wurden, anbetrifft, muss ich folgendes bemerken:

Im Juli 1894 habe ich in der Nähe vom prähistorischen Grabe bei Sophia neben den Messungen des Erdstromes auch noch die Messungen der Bodentemperatur in den Tiefen 25 cm., 40 cm., 70 cm., 100 cm. und 130 cm. alle 3 Stunden ausgeführt. Ich führe hier diese Werthe nur für den 7. VII. 1894 an, und zwar trat das Temperatur-Minimum gegen:

Tiefe: 25 cm., 40 cm., 70 cm., 100 cm., 130 cm.

Zeit: 10^h vormittags, 2^h nachmittags, 3^{1/2}^h nachmittags, 6^{1/2}^h abends, 12^h nachts ein.

Auf Grund von Untersuchungen der Niveau-Schwankungen des Grundwassers in Sophia wurde im Anfang von August 1896 im Mittel für drei Stationen folgendes erhalten:

Maximum des Niveau's trat um 7^h abends ein
 Minimum » » » » 10^{1/2}^h vormittags ein;

d. h. das Niveau-Minimum des Grundwassers fällt nach der Zeit (10^{1/2}^h vormittags) wirklich mit dem Minimum der Bodentemperatur in der Tiefe von 25 cm. zusammen.

X. Die wahrscheinlichen Entstehungs-Ursachen des Erdstromes.

Im I. Capitel der gegenwärtigen Abhandlung habe ich auf die Unzulässigkeit der bis jetzt vorhandenen Theorieen zur Erklärung des Erdstromes hingewiesen und sprach die Vermuthung aus, dass seine Entstehungsursache nicht auf der Sonne oder in unserer Athmosphäre, sondern auf unserer Erde zu suchen sei.

Solcher Ursachen ersehe ich drei: 1) Thermoelektrische Eigenschaften unserer Erdkugel, 2) das Grundwasser und 3) die allmähliche Abkühlung unserer Erdkugel.

Wir wollen jede Ursache der Reihe nach betrachten.

Schon der Umstand, dass die Sonnenlage am Himmel den Verlauf des Erdstromes im gegebenen Orte beeinflusst, weist darauf hin, dass wir die Sonnenenergie nicht ausser Acht lassen dürfen. Diese Energie kommt in Form von Licht und Wärme zum Vorschein. Das Licht kann unter gewissen Bedingungen photoelektrische Ströme erzeugen, aber es existirt, wie die Beobachtungen von Wild ergeben, keine Abhängigkeit zwischen atmosphärischer Elektrizität¹⁾ und dem Erdstrom. Es bleibt folglich die Sonnenwärme übrig, welche durch den Verlauf der meteorologischen Elemente: Temperatur der Luft und des Bodens, die Feuchtigkeit, Atmosphären-Druck etc. ausgedrückt wird.

Im ersten Augenblick scheint es sonderbar zu sein, wie man die Ursachen der Erdströme in der Sonnenwärme, welche den Verlauf der meteorologischen Elemente bedingt, suchen darf, wenn die Erdströme innerhalb 24 Stunden im allgemeinen 2 Minima und 2 Maxima, während die meteorologischen Elemente innerhalb der gleichen Zeit, solche Extreme nicht 4, sondern nur 2 haben, besitzen. Aber diese Sonderbarkeit fällt weg, wenn wir sagen, dass die Sonnenwärme nur eine derjenigen Ursachen darstellt, welche den Erdstrom erzeugen.

Im Capitel VI. wurde die zeitliche Zusammenstellung der Extreme für den Strom und Lufttemperatur im Schatten in 12 Stationen, wo ich meine Beobachtungen anstellte, angeführt. Aus derselben ist ersichtlich, dass das Temperatur-Minimum durchschnittlich um

¹⁾ Wenn wir auch sein Zustandekommen unter dem Einflusse von Strahlen grösserer Brechbarkeit zulassen.

$5\frac{1}{2}^h$ morgens und das Maximum um $2\frac{1}{2}^h$ nachmittags eintrat, während das Strom-Minimum um $7\frac{1}{2}^h$ morgens und um 6^h abends, das Maximum um $5\frac{3}{4}^h$ morgens und um $3\frac{3}{4}^h$ nachmittags eintrat. Auf diese Art fallen folgende Extreme mit den entsprechenden Temperatur-extremen am nächsten zusammen:

Die Temperaturextreme: Maximum um $2\frac{1}{2}^h$ nachmittags, Minimum $5\frac{1}{2}^h$ morgens.

» Stromextreme : » » $3\frac{3}{4}^h$ » » $7\frac{1}{2}^h$ »

Die Stromextreme und zwar das Maximum $5\frac{3}{4}^h$ morgens und das Minimum um 6^h abends ist man durch andere Ursachen, als durch die Sonnenwärme zu erklären genöthigt.

Wenn wir in Betracht ziehen, dass das Maximum der Lufttemperatur stets früher als das Maximum der Bodentemperatur auf seiner Oberfläche eintritt, so werden die Zeiten für Temperatur und Erdstromextreme noch näher zu einander stehen, und für eine gewisse geringe Tiefe mit einander zusammenfallen (wie die Beobachtungen am prähistorischen Grabe in der Nähe von Sophia zeigen, weniger als 25 cm. Vide Capit. IX.).

In Betracht dieser Analogie zwischen dem Verlaufe der Temperatur und beider Erdstromextreme, können wir die Sonnenwärme als eine der Ursachen der Erdströme betrachten, d. h. einen Theil der Erdströme durch thermoelektrische Ströme der Erde erklären. Und in der That, zur Entstehung der thermoelektrischen Ströme muss man zwei Hauptbedingungen haben: die Temperaturdifferenz und die Differenz in der Zusammensetzung der leitenden Stoffe. Wir wollen sehen, ob diese Umstände auf der Erdkugel eintreffen.

Die Erdoberfläche besteht zum Theil aus Erde, theilweise aus Wasser, wobei die Erde nicht überall gleichartig ist. Die Temperatur der Erdkugeloberfläche ist nicht überall gleich, was von verschiedenen Ursachen abhängt: erstens vom Wechsel der Jahreszeiten, z. B. wenn wir auf unserer Hemisphäre Sommer haben, so ist auf der südlichen Hemisphäre Winter und umgekehrt; zweitens von ganz lokalen Verhältnissen: Wolken, Winde, Berge, Thäler u. s. w. Neben einer hohen Temperatur eines Thales kann eine niedere Temperatur irgend eines mit ewigem Schnee bedeckten Berges bestehen.

All das zusammengenommen ist auch die Bildungsursache der Erdströme. Die «lokalen» thermo-elektrischen Ströme wirken einander verstärkend oder schwächend; sie müssen stets eine Resultirende geben, die wegen leicht einleuchtender Gründe (Tag bei uns, Nacht bei den Antipoden) nie Null werden kann.

Wo die Verhältnisse, welche die Entstehung der thermo-elektrischen Ströme verursachen, günstiger sind, werden auch die Erdströme stärker sein, z. B. in gebirgigen Gegenden, an der Meeresküste etc. Die Beweise hierzu finden wir in den Beobachtungen Wild's [79]. Bei ihm haben bei magnetisch-ruhiger Zeit die stärksten Erdstrom-Schwankungen die Grösse von 0.008 Volt angenommen, bei der Elektroden-Entfernung von 1 km.; wenn wir aber in seinen Strömen noch das Vorhandensein von chemischen Strömen berücksichtigen, so ist die Potential-Differenz in Pawlovsk noch geringer. Bei mir ist die Potential-Differenz, bei einer

Elektroden-Entfernung von 1 km., im Maximum 0,0650 Volt. Bei denselben Bedingungen bekam Brander [25.] in der Schweiz 0,0526 Volt. Daraus folgt, wie auch zu erwarten war, dass auf grossen Ebenen (Russland) der Erdstrom schwächer ist als in Berggegenden (Bulgarien, Schweiz).

Auf dem Meere oder Ocean, müsste nach dieser Theorie der Erdstrom bei stillem Wetter schwach sein und 0,008 Volt bei 1 km. Entfernung zwischen beiden Elektroden nicht übersteigen. Die Potential-Differenz müsste dabei der Entfernung zwischen den Elektroden proportional wachsen. Und in der That in einem Riesenbehälter, wie es das Meer oder der Ocean vorstellt, gibt es fast keinen Unterschied in der Zusammensetzung des Wassers, und folglich können in diesem keine thermo-elektrischen Ströme entstehen; hier können nur solche Erdströme vorhanden sein, welche von dem Kontinente herkommen und in der Wassermasse sich vertheilen. Auf diese Art wird es dasselbe sein, was z. B. in einer grossen Metallplatte, deren zwei entgegengesetzte Ränder mit einer Quelle eines elektrischen Stromes verbunden sind, stattfindet. Die Potential-Differenz wird selbstverständlich dabei proportional der Entfernung zwischen beiden Kontakten, welche mit dem Galvanometer verbunden sind, wachsen. Zukünftige Untersuchungen sollen das feststellen.

Wenden wir uns jetzt zur Betrachtung der II. Entstehungs-Ursache des Erdstromes, nämlich Grundwasser.

G. Quincke [63], Professor an der Heidelberger Universität, entdeckte im Jahre 1859, dass beim Durchsickern des Wassers durch eine gebrannte Thonplatte sich ein ziemlich starker Strom bildet; die Spannung erreichte, wenn das Wasser unter einem Drucke von 3 Atmosphären durchsickerte, den Werth von 1 Volt.

Die Dicke und Oberfläche der Platte übten keinen Einfluss auf die Stromspannung aus; und nur die Beschaffenheit der Platte und die Flüssigkeit selbst beeinflussten den Strom. Bei reinem Wasser, welches durch verschiedene Gegenstände bei 1 Atmosphäre Druck durchsickerte, bekam er folgende Grössen (wobei die elektromotorische Kraft des Daniell-Elementes = 100 angenommen wurde):

Schwefel	977,07
Quarz-Sand	620,49
Schellack-Pulver	330,01
Seide	115,45
Gebrannter Thon	36,15
Asbest	22,15
Porzellan	19,86
Elfenbein	3,10
Thier-Membran	1,51

Beim Mengen des Wassers mit Säuren oder Salzlösungen ist die Stromspannung geringer, beim Mengen mit Alkohol oder Seifenwasser grösser.

Wie aus der Tabelle ersichtlich, entsteht ein besonders starker Strom bei einem uns am meisten interessirenden Gegenstand beim Quarz-Sand. Wenn wir die elektromotorische Kraft Daniell = 1,1 Volt annehmen, so wird die elektromotorische Kraft beim Durchsickern des reinen Wassers durch Quarz, bei einem Druck von 1 Atmosphäre gleich 6,825 Volt sein.

Ich will hier nicht die Versuche anderer Physiker mit gläsernen Kapillar-Röhrchen zum Zwecke der Gesetzbestimmungen dieser neuen elektrischen Ströme, welche Quinke Diaphragma-Ströme nennt, erwähnen.

Im Allgemeinen fand man, dass die elektromotorische Kraft nicht von der Länge und Dicke der Röhre abhängt, sondern nur von ihrer Material-Beschaffenheit, und dass sie dem Drucke gerade und dem Reibungs-Coëfficienten und der Leitungsfähigkeit umgekehrt proportional ist.

Helmholtz [43] gibt die mathematische Theorie dieser Erscheinung, indem er sie mit der umgekehrten Erscheinung der «elektrischen Endosmose», entdeckt von Reuss [66] in Moskau im Jahre 1807, verbindet.

Weil bis jetzt noch die konstanten Grössen des diaphragmatischen Stromes der Schwarzerde, des gewöhnlichen Sandes und des Schnees, sowie auch ihre Abhängigkeit von der Temperatur, unbekannt waren; stellte ich im Verein mit Herrn P. Pentschew, Student an der Hochschule in Sophia, die nothwendigen Versuche und Messungen an. [13].

Das zu untersuchende Material kam in einen hohen und geräumigen Glascylinder mit Boden ($h = 104$ cm., $2r = 9,5$ cm.), das Wasser gelangte in das Gefäss entweder von oben oder von unten. Die dabei erregte elektromotorische Kraft wurde mittelst Platin-Elektroden, die sich über und unter dem gegebenen Körper befanden, gemessen. Zur Entfernung der dabei entstehenden Polarisations-Ströme wurde die Kompensations-Methode angewendet.

Diese Versuche führten zu folgenden Resultaten:

Die elektromotorische Kraft, die beim Durchsickern des gewöhnlichen Wassers durch einen gewöhnlichen Sand bei einer Temperatur von 12° C. und beim Drucke der Quecksilbersäule von 760 mm. entsteht, ist gleich 0,301 Volt; für die Schwarzerde war sie 0,207 und für Schnee — immer unter denselben Bedingungen — etwa 0,2 Volt.

Die Versuche haben zu gleicher Zeit gezeigt, dass je tiefer das Wasser durch die in den obenerwähnten Glascylinder sich befindende Substanz durchsickerte, desto grösser auch die elektromotorische Kraft war.

Die Versuche, welche mit einem Pasteurfilter aus gebranntem Thon und mit gewöhnlichem Wasser angestellt wurden, zeigten ausserdem, dass die elektromotorische Kraft mit der Temperatur bedeutend zunimmt. Diese Aenderung betrug circa 5% bei der Temperaturzunahme um 1° .

Daraus folgt, dass die elektrischen Durchsickerungs-Ströme unter gewissen Umständen eine bedeutende Spannung erreichen können.

Im Herbst, während der Regenzeit und im Frühjahr, während des Schneeschmelzens, sickert das Wasser in einer grossen Menge durch die Erdoberfläche hindurch, und deshalb werden auch die elektrischen Durchsickerungs-Ströme während dieser Jahreszeiten viel bedeutender sein als z. B. im Winter oder Sommer. Da aber diese Ströme in einem Falle in der gleichen Richtung mit dem Haupt-Erdstrom, während im anderen Falle in entgegengesetzter Richtung fliessen können (worüber später gesprochen wird), so müssen auch die Perturbationen des Erdstromes im Frühjahr und Herbst viel stärker sein.

Palmieri [57] beobachtete nach dem Regen wirklich eine Abnahme der Stärke des Erdstromes. Meine Beobachtungen bestätigen es auch.

Lamont [47] sagt, dass die Aenderungen der Stromstärke während des Regens bedeutender werden als sonst.

Ellis [35^a] macht auf Grund von Beobachtungen im Greenwich-Observatorium eine Schlussfolgerung, dass die Schwankungen des Erdstromes öfters im Frühjahr und Herbst, als im Sommer und Winter stattfinden.

Wild [79] beobachtete auch, dass die Erdströme während des Schneeschmelzens, im Frühjahr, sich stark ändern.

Die Durchsickerungs-Ströme, welche als Ursache der elektromotorischen Kraft in Capillaren des Bodens beim Durchgang des Wassers durch dieselben haben, sind nicht überall gleich. Einerseits die Zusammensetzung des Bodens und andererseits die in Wasser gelösten Substanzen und selbst die Temperatur des Wassers, wie wir früher gesehen haben, beeinflussen die elektromotorische Kraft. Ausserdem kann die Feuchtigkeit des Bodens an einem Orte tiefer, an anderen Orten, wo die durchlässige Schicht keine starke ist, auf eine geringere Tiefe durchdringen. Deshalb wird die Potential-Differenz an verschiedenen Orten verschieden sein. Infolge dessen werden zahlreiche Durchsickerungs-Ströme nach verschiedenen Richtungen und verschiedener Stärke zum Vorschein kommen.

Neben den Durchsickerungs-Strömen gibt es noch Strömungs-Ströme, welche infolge Niveauschwankungen des Grundwassers stattfinden, und welche von zufälligen atmosphärischen Niederschlägen nicht mehr abhängen, sondern fortwährend vorhanden sind. Wie bekannt, ändert das Grundwasser sein Niveau periodisch, wobei seine Extreme um $10\frac{1}{2}$ " morgens und 7 " abends stattfinden. Unabhängig davon kann das Grundwasser noch eine horizontale Bewegung besitzen. Da in der gegebenen Gegend, besonders wenn dieselbe keine Ebene darstellt, eine verschiedene Temperaturvertheilung des Bodens, bei der Verschiedenheit seiner Zusammensetzung und der Höhe über der Meeresoberfläche, stattfinden kann, so wird auch in verschiedenen Punkten dieser Gegend die Niveauschwankung des Grundwassers verschieden sein; folglich werden auch die Differenzen zwischen den Potentialen dieser Punkte stattfinden, d. h. die elektrischen Ströme entstehen wiederum in verschiedenen Richtungen und verschiedener Stärke.

Diese Ströme werden von Durchsickerungs-Strömen, durch ihre Periodität und folglich grösserer Regelmässigkeit, sich unterscheiden. Dieselben kommen eben als eine der

Hauptcomponenten des Erdstromes hinein. Von demselben werden auch im Allgemeinen die Spannungs-Variationen des Erdstromes, nicht aber seine Perturbationen abhängen.

Die Beobachtungen am prähistorischen Grabe (neben Sophia) ergaben, dass am 6., 7., 8. und 9. Juli 1894 der Erdstrom in allen Linien von seiner Spitze gegen den Fuss desselben floss; nachher aber wurde eine Abnahme des Stromes in mehreren Linien beobachtet, und schliesslich wurde die Richtung in einigen Linien eine entgegengesetzte, so dass am 17. Juli der Strom von der Spitze zum Fusse des Grabes nur in Linien № 2 und 7 floss. Dieser Umstand änderte sich auch am 18., 19., 20., 21. und 22. Juli nicht. Die erwähnte Aenderung in der Stromrichtung fand ungefähr um die Zeit statt, als der Bach, welcher in der Nähe des Grabes vorbeifloss, ganz ausgetrocknet wurde. Diese Beobachtungen zeigen, welchen Einfluss die allmähliche Abnahme der Grundfeuchtigkeit auf Erdströme hat.

Als dieses Grab einen halben Tag lang mit Wasser begossen wurde, entstanden die stärksten Perturbationen in Linien, deren Richtung zur Richtung des magnetischen Meridianes sich näherte; in dieser Richtung ungefähr fliesst aber auch der Erdstrom im Sophiathale. Diese Perturbationen fanden nur während des Begiessens statt, worauf der Verlauf des Erdstromes wieder normal wurde. Durch diese Beobachtungen wird eine der Ursachen, welche Perturbationen des Erdstromes erzeugen, bestätigt und zwar die Durchsickerung des Wassers durch die Erdoberfläche.

Die wichtigste Bestätigung der Theilnahme des Grundwassers in Erdströmen liefern die Beobachtungen in Pavlowo und auf dem russischen Kirchhof (neben Sophia). Aus denselben ist ersichtlich, dass die zwei Extreme der Niveaulage des Grundwassers zeitlich mit beiden Extremen des Erdstromes übereinstimmen, und zwar traten die Extreme ein:

Niveau des Grundwassers	{	Maximum um 10 ^{1/2} ^h morgens
	{	Minimum » 7 ^h abends.
Erdstrom	{	I. Minimum um 10 ^{1/2} ^h morgens
	{	II. » » 7 ^h abends.

Es wird nicht uninteressant sein, an dieser Stelle die Versuche von O. Haake¹⁾ über elektrische Ströme in Pflanzen zu erwähnen. Nachdem er verschiedene Punkte, z. B. eines Blattes mit einem Galvanometer verbunden hatte, erhielt er mehr oder minder starke Ströme, deren Ursache in Stoffwechselfvorgängen und in der Bewegung des Wassers liegt. Er betrachtet jede Zelle als ein besonderes galvanisches Element und den erhaltenen Strom als eine Potential-Differenz. «Im ganzen System bewegt sich Electricität, wenn der eine Strom den anderen überwiegt. Über die wahre Grösse derselben erfahren wir also gar nichts, nur die Differenz wird uns angezeigt.»

Analog den Strömen, welche in Pflanzen vorkommen, können wir sagen, dass jede Capillare der Erde von sich ein elektrisches Element vorstellt, wobei der Strom vom grossen

1) Flora, 75, p. 455, 1892.

Potential zum geringeren fließt. Die Ursache der Potential-Differenz liegt in der nicht gleichen Bewegung des Grundwassers, welche ihrerseits von verschiedenen Umständen abhängt, z. B. Temperatur, Substanz der Capillare, Luftfeuchtigkeit, Atmosphärendruck, Bodenrelief etc.

Um mit dieser zweiten Componente des Erdstromes zu schliessen, bleibt uns noch übrig, die wahrscheinliche Bewegung des Grundwassers in der horizontalen Richtung, und zwar von Ost nach West, zu erwähnen. Und wirklich, wenn die Thatsache, dass alle Flüsse, welche nach Meridianen strömen, vornehmlich auf West-Ufer zerstörend einwirken, dafür spricht, dass diese Erscheinung infolge der Rotation der Erde stattfindet, so haben wir Recht anzunehmen, dass auch das Grundwasser eine vorschreitende Bewegung von Ost nach West haben soll. Selbstverständlich wird eine solche ununterbrochene Bewegung nur in Riesenebenen möglich sein, wo keine natürlichen Ursachen diese Bewegung hemmen, und wo ausserdem ein Ausgang für dieses Wasser, wie z. B. in die Flüsse, Meere etc., existirt. So eine Bewegung muss aber, wie die Untersuchungen verschiedener Physiker [Zöllner (81), Haga (42), Clark (28), Dorn (29), Elster (35), Edlund (34)] zeigen, elektrische Ströme hervorrufen, welche in der Richtung des Stromes, d. h. wiederum von Ost nach West, fließen.

In Anbetracht dessen, dass der Haupt-Erdstrom von Süd-West nach Nord-Ost gerichtet ist, müssen wir zulassen, dass diese «Strömungs-Ströme» entweder eine solche starke Polarisation erzeugen, dass wir hier nur mit den Polarisations-Strömen zu thun haben werden, deren Richtung auch ungefähr mit derjenigen des Erdstromes zusammenfallen wird, oder dass die Strömungs-Ströme in gewissen Flüssigkeiten von der Richtung des Wasserstromes unabhängig wären. Die letzte Vermuthung wird, wie es scheint, durch unsere Versuche (13) über Durchdringen der $ZnSO_4$ -Lösung durch poröse Wände, bestätigt.

Wir wollen nun schliesslich die dritte Ursache des Entstehens des Erdstromes — die allmähliche Abkühlung der Erdkugel — betrachten.

1895 haben ich und G. Stamboljeff eine Untersuchung über elektrische Ströme, welche infolge der Abkühlung der geschmolzenen Metalle stattfinden, veröffentlicht [15].

Bei diesen Versuchen wurde das betreffende Metall (*Pb*, *Sn*, *Cd*, *Bi*) in einem Porzellandeckel eines Tiegels geschmolzen, und der bei langsamer Abkühlung erhaltene Strom wurde mittelst eines Galvanometers und 2 Elektroden entweder vom Blei oder Quecksilber (in Glasröhren mit Platinspitzen), welche in das geschmolzene Metall placiert waren, beobachtet.

Diese Versuche führten zu folgenden Resultaten:

1) Bei Abkühlungen geschmolzener Metalle entstehen in denselben elektrische Ströme, deren Stärke von der Natur des Metalls abhängt; die stärksten Ströme wurden bei *Bi* (nach der Erstarrung im Maximum 0,025 Volt) und die schwächsten bei der Legierung von *Bi* + *Sn* (nach der Erstarrung im Maximum 0,002 Volt, bei der Entfernung zwischen den Elektroden 35 mm) erhalten.

2) Der Verlauf des Abkühlungs-Stromes erleidet während des Erstarrens des Metalls einen Sprung, welcher jedoch von der Widerstands-Änderung unabhängig ist. Der Maximalstrom wird (wenn man den Sprung ausschliesst) für die meisten Metalle bei circa 10° unter dem Erstarrungspunkte erhalten. Nur bei *Bi* findet derselbe bei $40—80^\circ$ unter diesem Punkt statt; bei *Pb* fällt dieses Maximum mit dem Erstarrungspunkt zusammen. Der Verlauf des Stromes nach der Erstarrung des Metalls erinnert an die Abhängigkeit des Abkühlungs-Verlaufes eines erwärmten Körpers von der Zeit.

3) Diese Ströme können durch die thermo-elektrischen Ströme, welche infolge der Temperaturdifferenz zwischen dem zu untersuchenden Metall und den Elektroden entstehen könnten, nicht erklärt werden.

4) Die charakteristischen Momente im Verlaufe des Abkühlungs-Stromes hängen im Allgemeinen von der Natur der Elektrode nicht ab.

5) Die Richtung dieses Stromes im gegebenen Metalle ist vollständig bestimmt und z. B. im Zinn fällt dieselbe mit der Richtung des Erdstromes in der gegebenen Gegend zusammen.

6) Die Abkühlungs-Ströme haben als wahrscheinliche Ursache ihres Entstehens die Volumänderung des gegebenen Metalles.

Auf welche Art kann die Volumänderung elektrische Ströme erzeugen? — sprachen wir damals bezüglich dieser Frage im Allgemeinen folgende Hypothese aus:

Wenn wir die Atome als verdichteten Aether betrachten und in Betracht ziehen, dass die «wägbare» Materie, welche eine Absorption auch für elektrische Wellen besitzt, welche Erscheinung z. B. durch die Versuche von Lenard¹⁾ mit Kathod-Strahlen, dann durch die Versuche von Klemencič²⁾ über Absorption elektrischer Wellen u. s. w. bewiesen wird, haben wir das Recht, über die Undurchdringlichkeit der Atome bis zu einem gewissen Grade auch für den Aether zu schliessen. Dann muss der zwischen den molecularen Räumen sich befindende Aether in den Körper hinein-, oder aus dem Körper hinaustreten, je nachdem, ob der Körper sein Volumen unter dem Einflusse irgend einer Ursache vergrössert oder vermindert. Dieses Hinein- oder Hinaustreten des Aethers ruft die elektrische Erscheinung — den elektrischen Strom in einer oder anderen Richtung — hervor.

Indem wir die Abkühlungs-Ströme vom Standpunkte dieser Hypothese betrachten, stellen wir uns die in der erwähnten Abhandlung beschriebenen Erscheinungen im Allgemeinen folgendermassen vor:

Man hat ein geschmolzenes Metall. Sein Volumen wird bei der Abkühlung z. B. vermindert. Der Aether, aus den zwischenmolecularen Räumen heraustretend, erzeugt einen elektrischen Strom in einer gewissen Richtung. Es tritt der Erstarrungspunkt des gegebenen Metalls ein, und wenn kein Sprung des Volumens, d. h. seine rasche Aenderung erhalten

1) Wied. Ann. 51, p. 225, 1893.

2) Wied. Ann. 42, p. 416, 1891.

wird, so wird der Aether-Strom folglich stärker, und der elektrische Strom erleidet einen Stoss in seinem Verlaufe. Dieser Stoss des bis jetzt vorhandenen Stromes vergrössert sich stärker, wenn der Aether, während des Erstarrens des Metalls, aus demselben hinaustreten wird, d. h. wenn das Metall in diesem Moment eine Contraction zeigen wird (z. B. *Sn*), und wird diese Kraft vermindern, wenn der Aether in die Körpermasse hineintreten wird, d. h. wenn das Metall während dieser Zeit eine Ausdehnung erleiden wird (z. B. *Bi*). Nach der Beendigung dieser Anormalität im Verlaufe der Volumänderung wird der Aether wiederum aus dem Körper infolge seiner weiteren Contraction durch die Abkühlung allmählich hinaustreten, und der Strom, sein Maximum erreichend, wird darauf wieder seinen regelmässigen Verlauf erhalten. Wenn das Metall nicht der Abkühlung unterworfen wird, sondern der Erwärmung, so wird der Process der Volumänderung ein umgekehrter sein, und die elektrischen Erscheinungen werden denjenigen, welche bei der Abkühlung der Metalle beobachtet werden, entgegengesetzt sein.

Es bleibt uns noch übrig über die herrschende Richtung der Abkühlungs-Ströme zu sprechen. Im ersten Augenblicke erscheint es unwahrscheinlich, dass die Aetherbewegung beim Abkühlen des Metalls nur in einer Hauptrichtung stattfindet; aber die Thatsache, welche wir mit Zinn fanden, dass die herrschende Richtung des Abkühlungs-Stromes mit der Richtung des Erdstromes im Sophiathale ungefähr zusammenfällt, wirft ein gewisses Licht auf diese räthselhafte Erscheinung. Wie es scheint, wirkt auf die Richtung der erwähnten Aetherströme dieselbe Ursache, welche auch auf die Richtung der Erdströme einwirkt. Unsere ersten Versuche mit den Erwärmungs-Strömen [14.], welche ergaben, dass ihre Stärke die relative Lage der zu untersuchenden Drähte im Raume beeinflusst, bestätigen unsere Vermuthung.

Wenn die Abkühlungs-Ströme wirklich infolge des Hinaustretens (oder Hineintretens) des Aethers aus der erwärmten Masse stattfinden, so muss die Abkühlungs-Geschwindigkeit die Geschwindigkeit dieser Bewegung, d. h. den Abkühlungs-Strom beeinflussen.

Zur Bestätigung dieser Vermuthung habe ich gemeinschaftlich mit Ch. Christodoulos und Ch. Georgjeff [15^a] die nöthigen Versuche angestellt, welche zu dem Resultate geführt haben, dass die Abkühlungs-Ströme desto stärker sind, je niedriger die Temperatur des umgebenden Mediums ist.

Wenn wir uns jetzt zur Anwendung dieser Erscheinungen auf unsere Erdkugel wenden, werden wir Folgendes finden:

Als die Erde noch in geschmolzenem Zustande sich befand, fing sie an, infolge Wärmeverlustes sich nach und nach zusammenzuziehen. Infolge der oben ausgesprochenen Hypothese begann aus derselben der Aether hinauszutreten, welcher auch die Bewegung ungefähr in der Richtung von West nach Ost angenommen hat. Welche Factoren demselben die Bewegung mittheilen konnten, kann man vorläufig nicht sagen. Obwohl sich einer derselben uns aufdrängt, nämlich die Sonne, welche aus sich ein Riesen-Selenoid darstellt, kann man

es aber nach der oben erwähnten Rede von Lord Kelvin¹⁾ nicht positiv behaupten. Ausserdem könnte man dann die Frage aufstellen, wer diese Bewegung des Aetherstromes auf der Sonne mitgetheilt hat?

Indem wir deshalb diese Frage ohne positive Antwort lassen, wollen wir weitergehen.

Während die Erde sich langsam abkühlte, hatte sie anfangs sehr starke «Abkühlungs-Ströme» und zwar infolge einer grossen Differenz zwischen ihrer Temperatur und der Temperatur des umgebenden Raumes, sodann wurden sie immer schwächer und schwächer, und als die Erde mit der Rinde bedeckt wurde, kam in der Stromstärke eine Perturbation vor. Diese Perturbation wurde einerseits durch Ströme von Magnus²⁾ und andererseits durch den Umstand hervorgerufen, dass die erstarrte Rinde ihr Volumen nicht allmählich, sondern plötzlich — stossweise geändert hatte.

Beim Übergange aus dem flüssigen in den festen Zustand gibt die Substanz starke Stösse im Stromverlaufe, indem letzterer schwächer wird, wenn die Substanz bei der Erstarrung sich zusammenzieht, und geringer, wenn dieselbe sich ausdehnt. Dass hier nicht nur die Ströme von Magnus eine Rolle spielen, zeigt der Versuch mit Blei, bei welchem auch diese «Stösse» bei der Erstarrung beobachtet werden, obwohl das heisse Blei mit dem kalten bei den Versuchen von Magnus keinen Strom ergab.

Wenn unsere Erdkugel bereits ganz erstarrte und zwar in nicht so entfernten geologischen Zeiten, so musste der Abkühlungs-Strom auf Grund unserer Untersuchungen [15] nach den stattfindenden Perturbationen bis zu einem gewissen Maximum weiter zunehmen. Wenn aber diese Erstarrung schon längst stattgefunden hat, so hat der Strom bereits sein Maximum erreicht und muss nun allmählich schwächer werden. Wenn aber schliesslich auf der inneren Oberfläche der Rinde der Erdkugel die festen Schichten aus dem zerschmolzenen Kern noch immer fortfahren sich anzulagern, so müssen die Unregelmässigkeiten in der Stromstärke auch jetzt stattfinden.

Die Beobachtungen von Palmieri [57] auf dem Vesuv ergeben, obwohl in kleinem Maasse, dass der Übergang der Massen aus einem Aggregatzustande in den andern starke Perturbationen in der Stärke des Erdstromes hervorruft; dieselben waren zuweilen so stark, dass die magnetische Nadel bei ihm die umgekehrte Polarität annahm.

Auch der Einfluss der Erdbeben auf den Erdstrom spricht zu Gunsten der Theilnahme der Abkühlungs- oder Erwärmungs-Ströme, da bei Erdbeben eine starke Erwärmung der verschobenen Schichten unzweifelhaft stattfindet. Da diese entstandene Wärme auf einmal nicht verschwinden kann, sondern dieselbe mit den umgebenden Schichten nur nach und nach ausgeglichen wird, so wird auch der Erdstrom die infolge dessen erhaltenen Perturbationen mehr oder minder lange Zeit zeigen. So eine Erscheinung ist mir nämlich gelungen

1) Proc. Roy. Soc. 52, p. 317, 1892.

2) Pogg. Ann. 83, p. 469, 1851.

in Rustschuk zu beobachten [4], als die Strom-Perturbationen, welche gleichzeitig mit dem Erdbeben eintraten, noch einige Stunden nach dem Erdbeben fort dauerten.

Wir wollen noch die elektrischen Ströme, welche bei der Erwärmung von Metalldrähten erhalten werden, und welche, obwohl sie keinen Zusammenhang mit dem allmählichen Abkühlen unserer Erdkugel hatten, als letztere in geschmolzenem Zustande war, aber dennoch einen Bezug auf die Erwärmung und Abkühlung der Rinde unserer Erde haben, betrachten.

Solche Ströme zu entdecken ist mir gemeinschaftlich mit G. Stamboljeff [14] gelungen. Der Draht aus einem homogenen Metall (*Fe, Ni, Cu*) durch den elektrischen Strom erwärmt, gibt beim Abkühlen einen Strom, welcher in entgegengesetzter Richtung fließt, als der Strom, welcher vorher den Draht erwärmt hat. Die elektrischen «Abkühlungs-Ströme» werden auch dann erhalten, wenn der Draht mittelst einer durch einen Batterie-Strom glühend gemachten Platinspirale, welcher den zu untersuchenden Draht umgibt, aber denselben nicht berührt, erwärmt wird.

Die starken «Erwärmungs-Ströme» werden auch dann erhalten, wenn der Draht durch eine Lampe, welche den Draht entlang in einer und derselben Richtung verschoben, erwärmt wird, wobei der Strom der Bewegung der Lampe entgegengesetzt ist.

Diese Erscheinungen weisen auf die Möglichkeit des Entstehens der Abkühlungs- oder Erwärmungs-Ströme auch in der Rinde unserer Erdkugel hin, wobei die Sonne die Rolle der erwärmenden Lampe spielt. Dabei kann die Zusammensetzung der Erde auch verschieden sein.

Als Beweis dient der Umstand, dass die Erdströme von der Lage der Sonne am Himmel abhängig sind, d. h. von der Quantität der Wärme, welche auf die Erde im gegebenen Ort und zu gegebener Zeit fällt.

Auf diese Weise besteht der Erdstrom aus folgenden wahrscheinlichen Strömen: 1) Thermoelektrischer Strom, 2) Durchsickerungs-Ströme, 3) Abkühlungs- oder Erwärmungs-Ströme. Neben diesen sozusagen Hauptkomponenten des Erdstromes kann noch eine ganze Reihe von Neben-Strömen vorhanden sein u. z. Aggregat-Ströme, welche beim Übergange z. B. des Eises oder Schnees in Wasser entstehen¹⁾; Reibungs-Ströme, welche z. B. beim Strömen der Flüsse, der Meereswellen an die Ufer und auch infolge von Ebbe und Fluth entstehen; Pflanzen-Ströme, welche in Pflanzen während vitaler Erscheinungen²⁾ entstehen u. s. w.

1) Über Aggregat-Ströme vide die Abhandlung von E. Bandrowski (Zeitschrift für physikalische Chemie | 15, pag. 323, 1894) und die Abhandlung [15].

2) O. Haake. Flora LXXV, pag. 455, 1892.

Alle diese Componenten ergeben eine Resultirende, welche wir Erdstrom nennen wollen, und dessen Stärke jeden Moment, von der oder jener der Componente abhängig, sich ändern wird.

Um die Ursachen des Erdstromes näher kennen zu lernen, muss man jede dieser Componenten gesondert studiren, indem man solche Versuchsbedingungen und Beobachtungen wählt, bei welchen jede der Ursachen frei von Nebenumständen wäre. Bis dann aber wird der thatsächlich vorhandene Erdstrom für uns auf der gleichen Stufe des Begreifens stehen, wie auch der, wie es scheint. unzertrennbar mit ihm verbundene Erdmagnetismus.

Für die Korrektur dieser Abhandlung bin ich Herr Dr. P. Leverkühn, Direktor der wissenschaftlichen Institute und der Bibliothek S. K. H. des Fürsten von Bulgarien verbunden und spreche ihm hier meinen besten Dank aus.



Literatur-Verzeichniss.

1. Abbe. Americ. Meteor. Journ. 9. p. 333. 1892.
2. Airy, G. B. Phil. Trans. of London. p. 465. 1862.
3. — » » » » p. 215. 1870.
4. Bachmetjew, P. Journ. russ. phys.-chem. Gesellsch. 26. p. 31 und p. 159. 1894.
5. — Journ. «Elektritschestwo». № 6 und № 8. 1894.
6. — Journ. «Bulgarische Rundschau» I. p. 51. 1894.
7. — Zeitschr. für Elektrotech. 12. p. 509 und p. 522. 1894.
8. — Nachricht. der K. Ges. der Wissensch. zu Göttingen. № 4. 1894.
9. — Bulgarisches Echo. I. № 5. 1895.
10. — Essays des Unterrichtsministeriums, Sophia. XII. p. 58. 1895.
11. — Nachr. der K. Ges. der Wissensch. zu Göttingen. № 4. 1896.
12. — Essays des Unterrichtsministeriums, Sophia. XIV. p. 103. 1897.
13. Bachmetjew, P. und P. Pentscheff. Journ. russ. phys.-chem. Ges.
14. Bachmetjew, P. und G. Stamboljeff. Journ. russ. phys.-chem. Ges. 27. p. 1. 1895.
15. — und — Journ. russ. phys.-chem. Ges. 27. p. 65. 1895.
- 15^a. Bachmetjew, P., Ch. Christodulos und Ch. Georgjeff, Journ. russ. phys.-chem. Ges. 29. p. 14. 1897.
16. Batteli, A. Atti R. Accad. del Lincei. Vol. IV. Ser. 4^a. p. 25. 1888. (Sep.-Abdr.)
17. — Ann. d. Ufficio Centr. di Meteor. e Geodinamica. Par. IV. Vol. IX. 1887. (Sep.-Abdr.)
18. Barlow. Phil. Trans. p. 99. 1831.
19. — Phil. Trans. p. 61. 1849.
20. Baumgartner. Pogg. Ann. 76. p. 135.
21. Becquerel. Com. Rend. 19. p. 1052.
22. Blavier, E. Com. Rend. 1196 und 1551. 1883.
23. — Com. Rend. p. 1043. 1884.
24. — Etudes des courants telluriques. Paris 1884.

25. Brander, K. A. Beitrag zur Untersuchung elektrischer Erdströme. Akademische Abhandlung. Helsingfors. 120 pp. + XLIII und eine Tafel. 1888.
26. Brucchiotti, G. Atti R. Accad. dei Lincei. 7. p. 393. 1891.
27. Christie. Phil. Trans. p. 308. 1827.
28. Clark. Wied. Ann. 2. p. 335. 1887.
29. Dorn. Wied. Ann. 9. p. 517. 1880.
30. Dufour. Arch. des scienc. phys. et natur. (2). 25. p. 123. 1866.
31. Davy, H. Phil. Trans. p. 7. 1821.
32. De La Rive. Ann. de Chim. et de Phys. 25. p. 300.
33. — Arch. des Sc. Phys. 6. p. 286.
34. Edlund. Wied. Ann. 1. p. 183. 1877.
35. Elster. Wied. Ann. 6. p. 553. 1879.
- 35^a. Ellis. Proc. Roy. Soc. 52. p. 191. 1892.
36. Fox, R. W. Phil. Trans. p. 399. 1830.
37. Galli, J. Osservatorio meteorico municipale di Velletri. № 1. 10 luglio 1882.
№ 2. 15 marzo 1883.
38. Giese, W. Internationale Polarforschung 1882—1883. Die Beobachtungs-Ergebnisse der deutschen Stationen. I. p. 411. Berlin. 1886.
39. Graves, J. Journ. of the Soc. of Telegr. Engineers. II.
40. Golitzin, B. B. Bull. de l'Acad. Imp. des Sc. de St. Pétersbourg. V. № 3. p. 251. 1896. (Separat-Abdruck).
41. Harris, T. W. Amer. Meteor. Journ. 9. p. 355. 1892.
42. Haga. Wied. Ann. 2. p. 326. 1877.
43. Helmholtz. Wied. Ann. 7. p. 351. 1879.
44. Hipp. Com. Rend. p. 662. 1859.
45. King, F. H. Observations and experiments on the fluctuations in the level and rate of movement of groundwater on the Wisconsin agricultural experiment station farm and at Whitewater, Wisconsin. Weather Bureau. Bulletin № 5. 1892.
46. Kerkwijk. Zeitschr. des deut.-öster. Telegr. 7. p. 104.
47. Lamont. Der Erdstrom. Leipzig 1862.
48. Lemström. L'aurore boréale. Paris 1886.
49. — Natur. p. 128. 3. Mai 1883.
50. — Om Polarjuset. Stockholm 1886.
51. Landerer. Com. Rend. 93. (2.) p. 588 und 105. p. 463.
52. Ludewig. Elektr. Zeitschr. p. 456. 1883.
53. Matteucci. Com. Rend. 53. p. 942. 1864.
54. — Com. Rend. 49. p. 347. 1859.
55. Muncke. Pogg. Ann. 20. p. 417.

58. P. BACHMETJEW, DER GEGENWÄRTIGE STAND DER FRAGE ÜBER ELEKTRISCHE ERDSTRÖME.
56. Nielsen. Zeitschr. d. deut.-öster. Telegr. p. 245. 1859.
57. Palmieri, L. Rend. d'Acad. Napoli. 4. p. 146. 1890. (Sep.-Abdr.)
58. — Lum. électr. 38. p. 51. 1893.
59. — Atti d. Accad. Napoli. 7. (2^a). № 6. 1895. (Separat-Abdruck.)
60. Preece, W. H. Report of the 62 Meet. Brit. Assoc. Edinburgh. p. 656. 1892.
61. — Nature. 49. p. 554. 1894.
62. Prescott. Annales Télégraphiques. 3. p. 595.
63. Quincke, G. Pogg. Ann. 107. p. 1. 1859. (Sep.-Abdr.)
64. — Pogg. Ann. 110. p. 38. 1860. (Sep.-Abdr.)
65. Racchetti. Riv. Scient. Industr. p. 54. 1885.
66. Reuss. Mém. de la soc. Imp. des natural. à Moscou. 2. p. 327. 1809.
67. Secchi, P. Com. Rend. 8. p. 1181.
68. Seebeck. Pogg. Ann. 6. p. 280.
69. Shyda, R. Trans. of the seismological Society of Japan. Vol. 9. Part. I. 1886.
70. Schering, C. Nachricht. d. K. Ges. d. Wissensch. zu Göttingen. p. 81. 1884.
71. Stephan, von. Sitzb. der preuss. Acad. 39. p. 787. 1886. (Sep.-Abdr.)
72. Tromholt. Natur. p. 88. 28. Mai 1885.
73. — «Under Nordlysets Straaler.» p. 296.
74. Walker, C. V. Phil. Trans. p. 89. 1861.
75. — Phil. Trans. p. 203. 1862.
76. Weinstein, B. Elektr. Zeitschr. Berlin. 1885.
77. Wild, H. Mém. de l'Acad. Imp. des scienc. de St. Pétersb. T. 31. Ser. 7. № 12. 1883. (Separat-Abdruck).
78. — Mélang. phys. et chim. de l'Acad. Imp. des scienc. de St. Pétersb. T. 12. livr. 1 et 2. p. 91. 1884.
79. — Mém. de l'Acad. Imp. des scienc. de St. Pétersb. 23. № 5. 1885. (Separat-Abdruck.)
80. — Exner's Repertor. 20. p. 167. 1884.
81. Zöllner. Pogg. Ann. 148. p. 640. 1873.



Fig. 1.

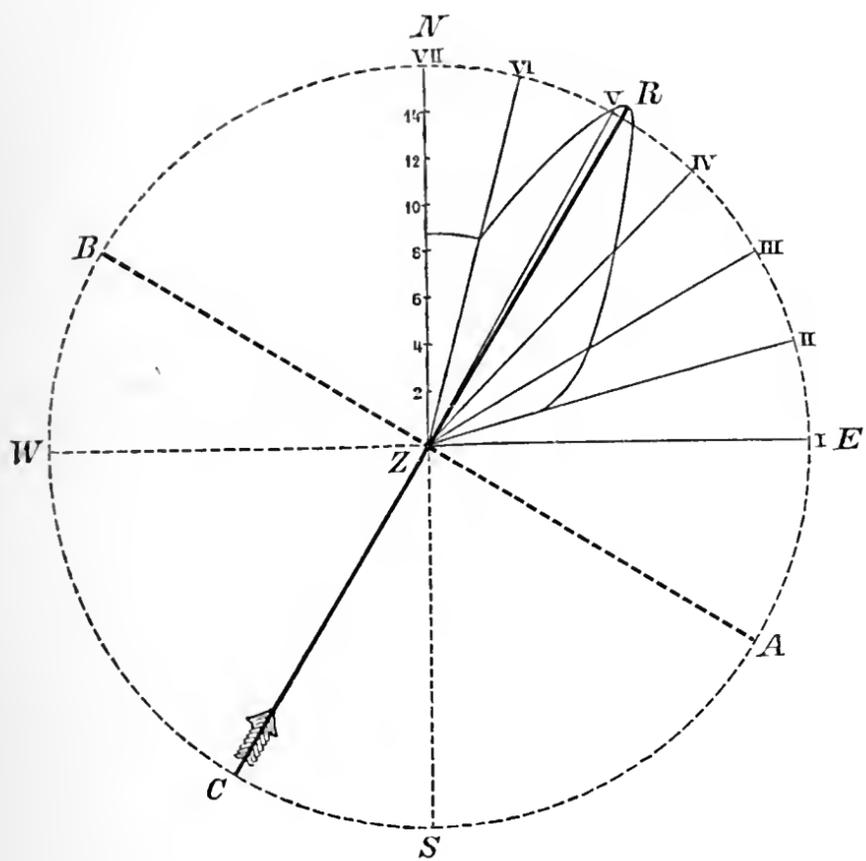


Fig. 3.

Die Verlaufsänderung der Richtung der Resultierenden elektrischen Erdströme in Sophia.

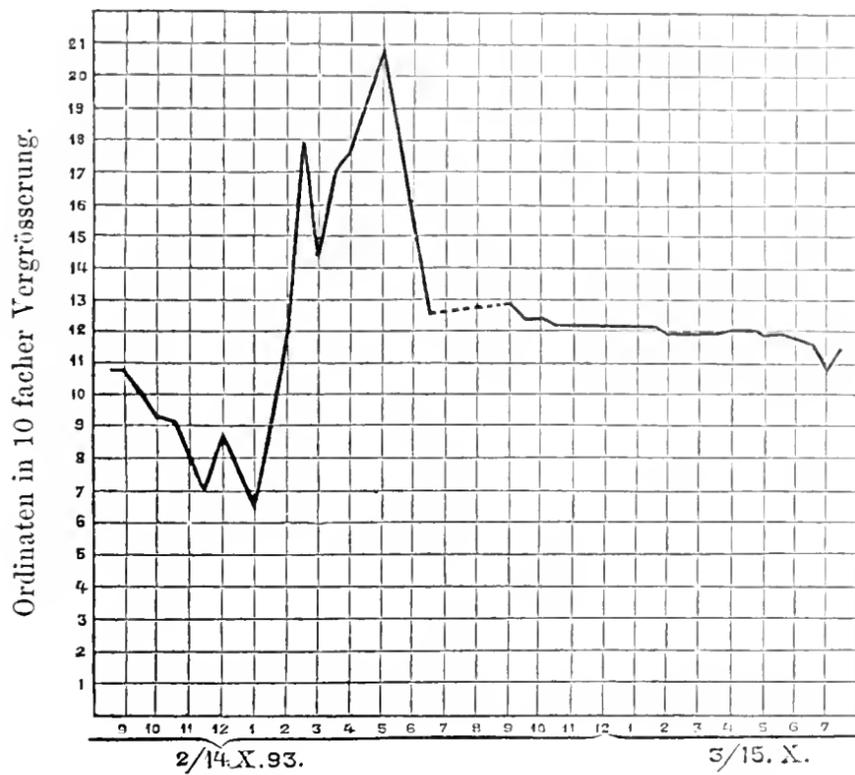


Fig. 2.

Die Richtungsschwankungen der elektrischen Erdströme in Sophia am 2/14 — 3/15. X. 1893.

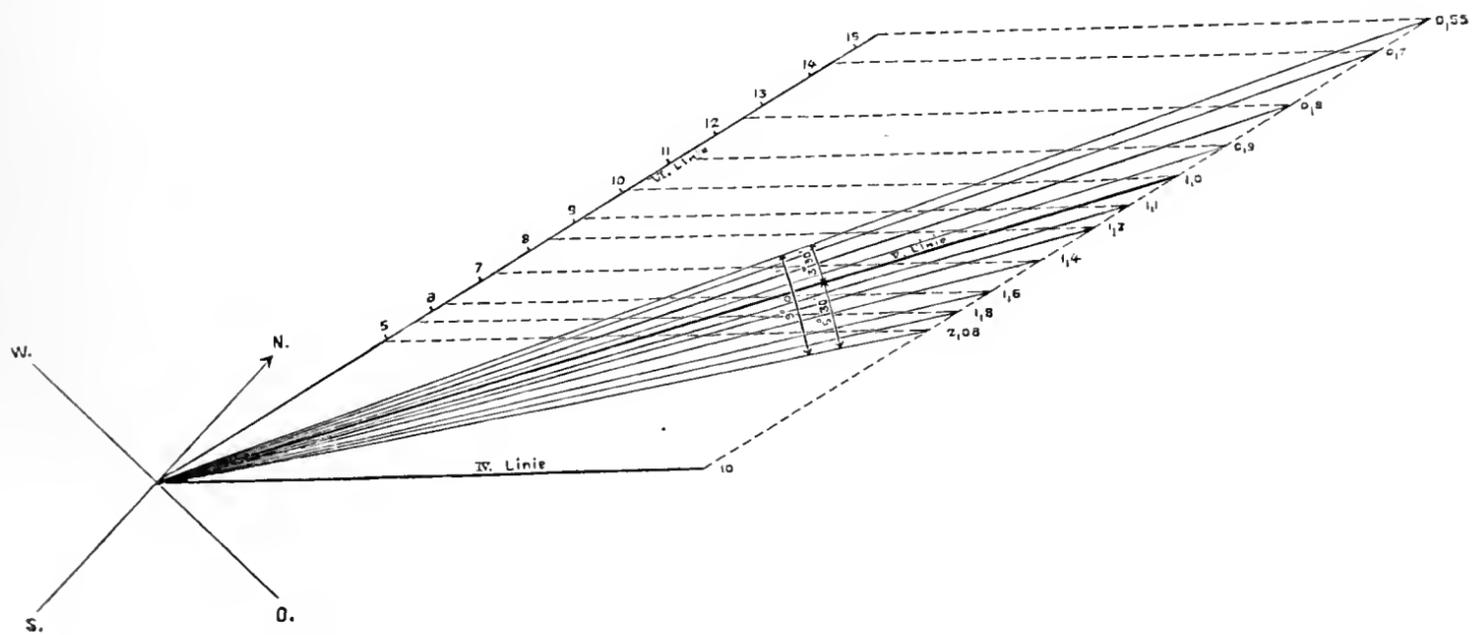




Fig. 4.

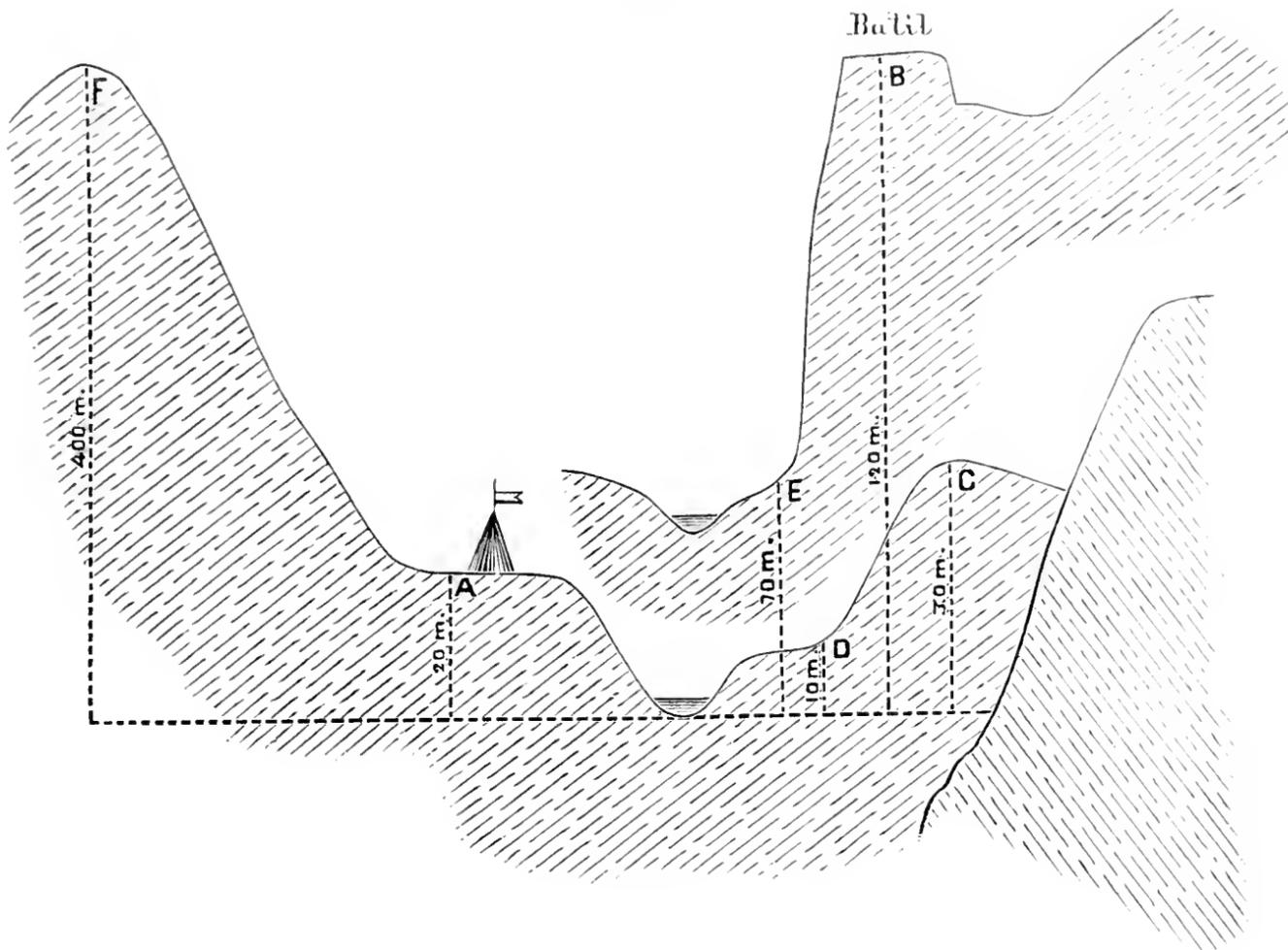
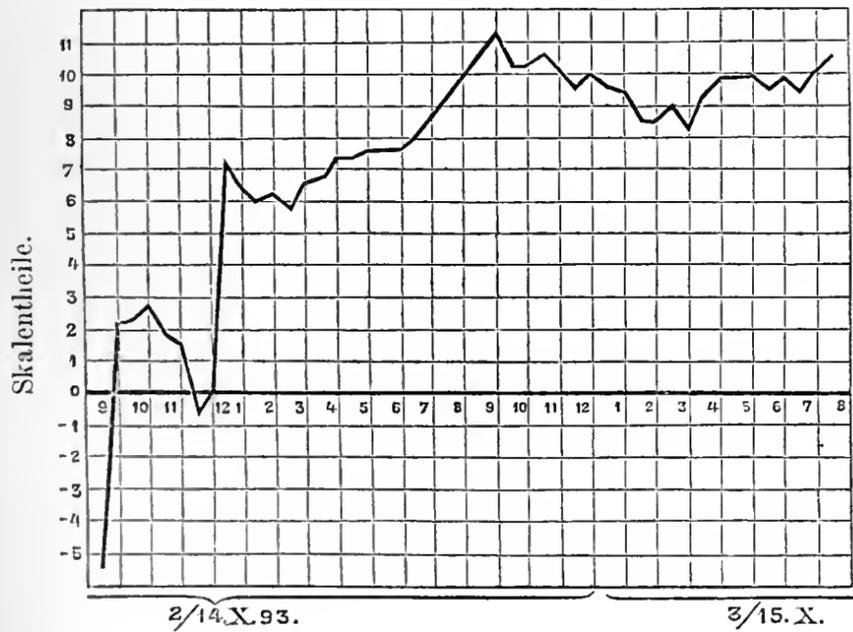


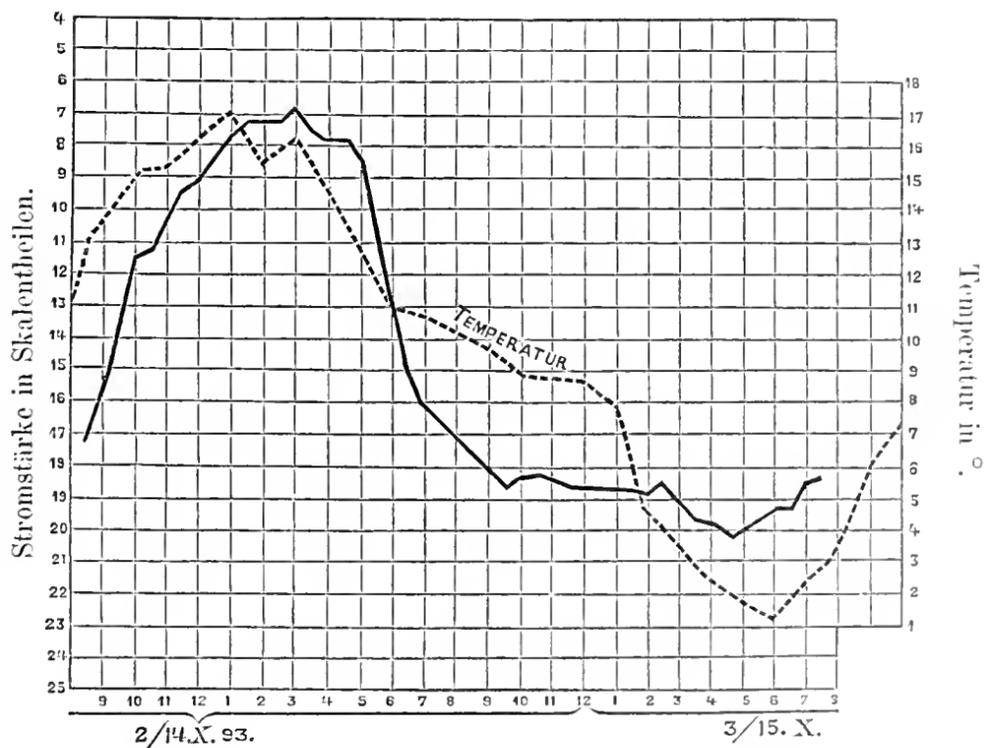
Fig. 6.

Fig. 5.

Die Aenderung der Ruhelage der Magnethadel in Sophia.



Der vergleichende Verlauf des Erdstromes und der Temperatur in Sophia.



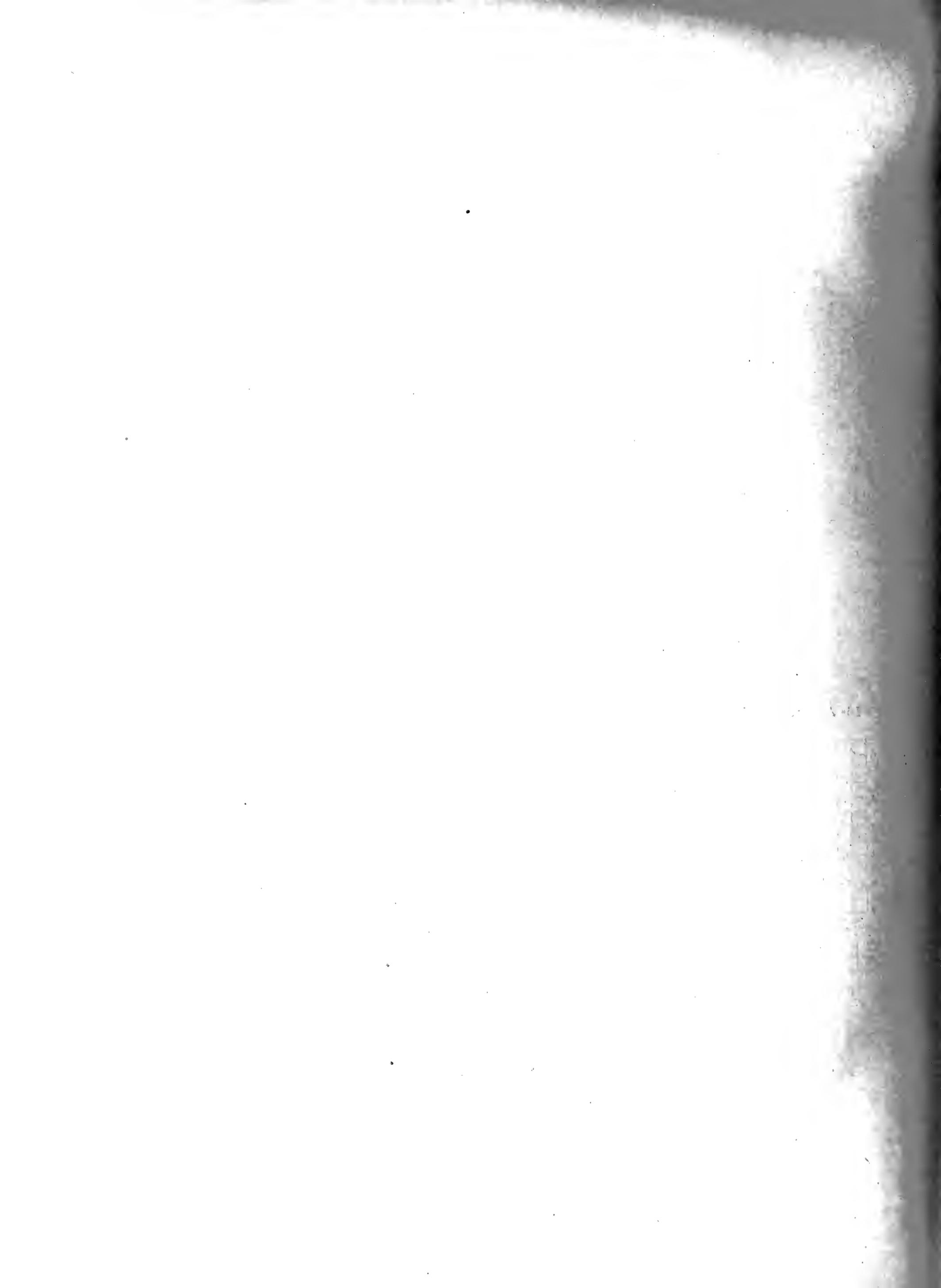


Fig. 7.

Die Aenderung der Ruhelage der Magnetnadel des Magnetometers.

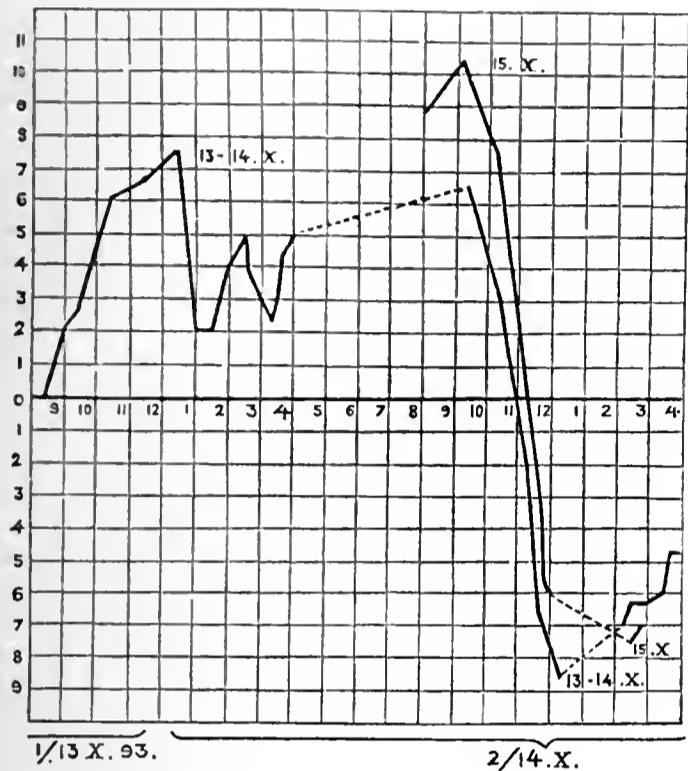


Fig. 8.

Der Verlauf des Erdstromes im Keller der Hochschule in Sophia am 13 — 15. X. 1893.

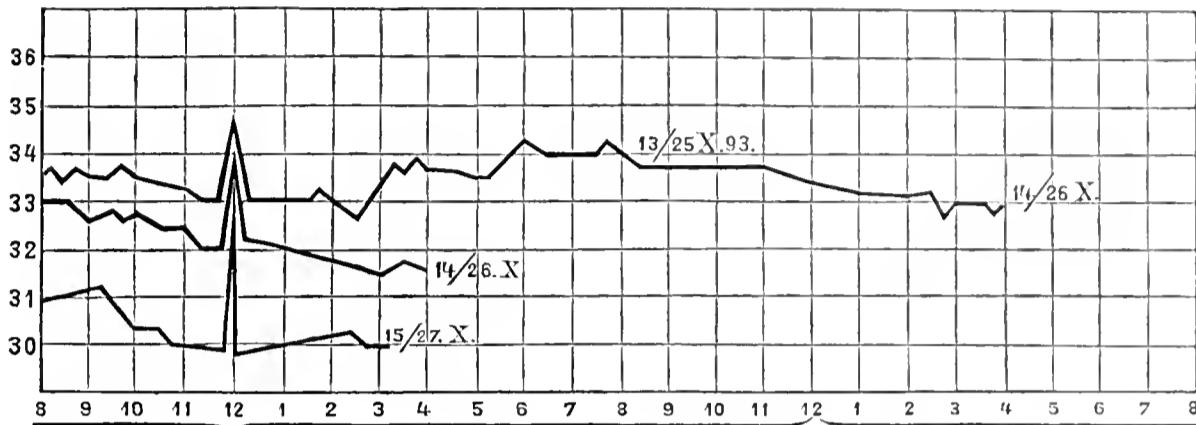


Fig. 9.

Variationen der Deklination in der Nähe von Sophia (Russischer Kirchhof) und der tägliche Verlauf des Erdstromes daselbst.

(—) Deklination; (.....) Erdstrom.

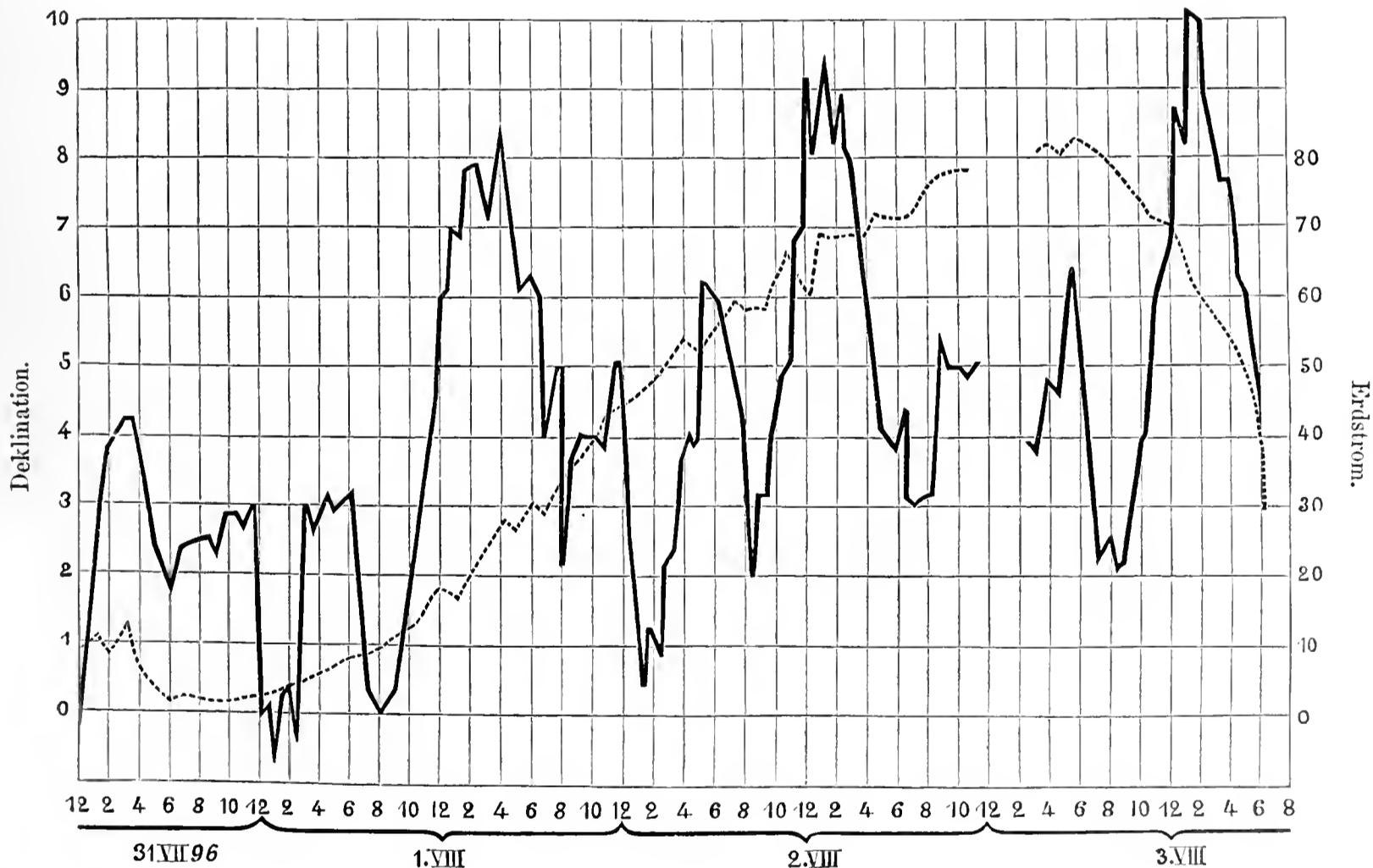


Fig. 10.

Variationen der Deklination in Pawlowo (bei Sophia) und in Pola (Adriatisches Meer) und der tägliche Verlauf des Erdstromes daselbst.

(—) Pawlowo; (.....) Pola.

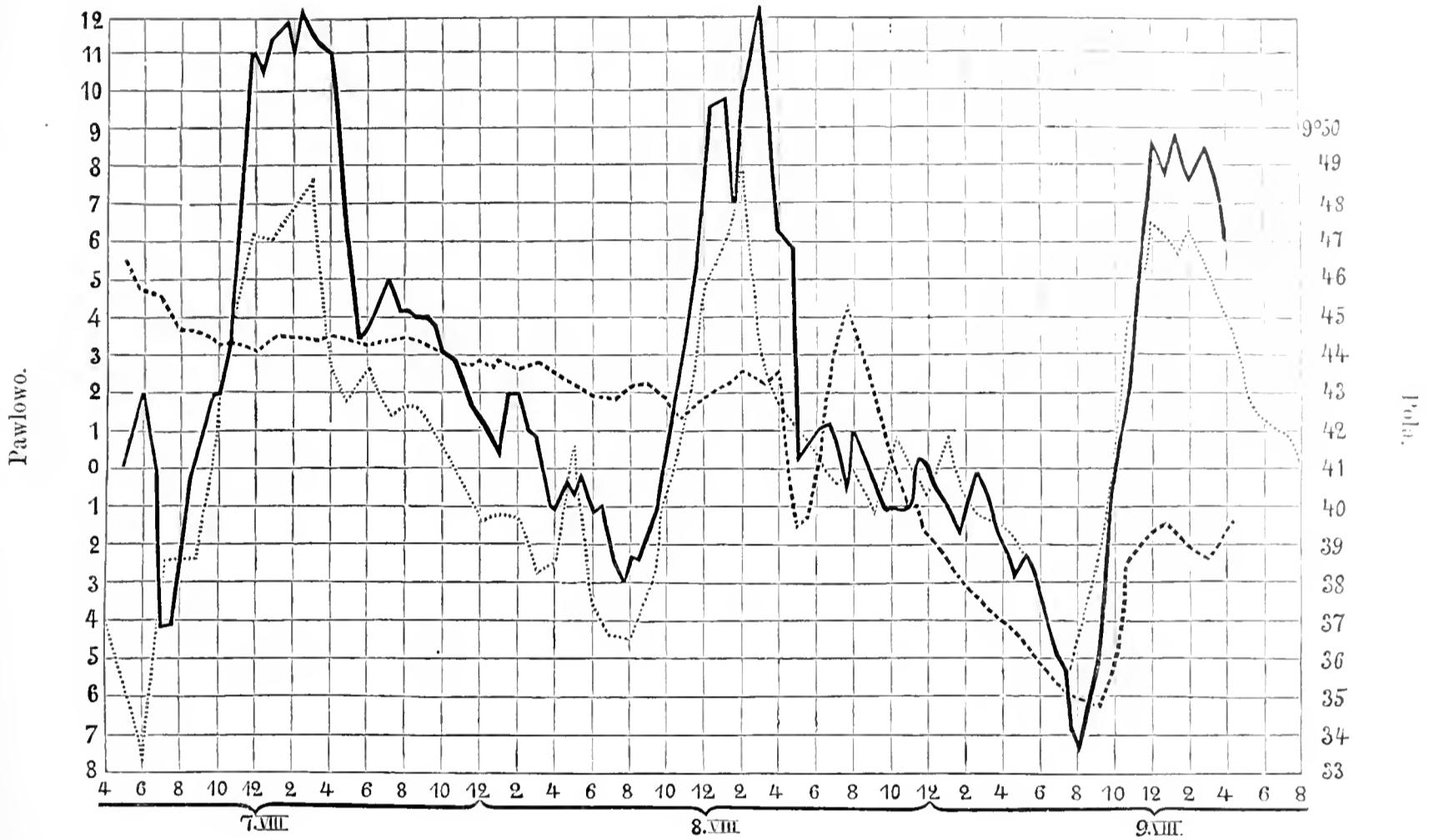
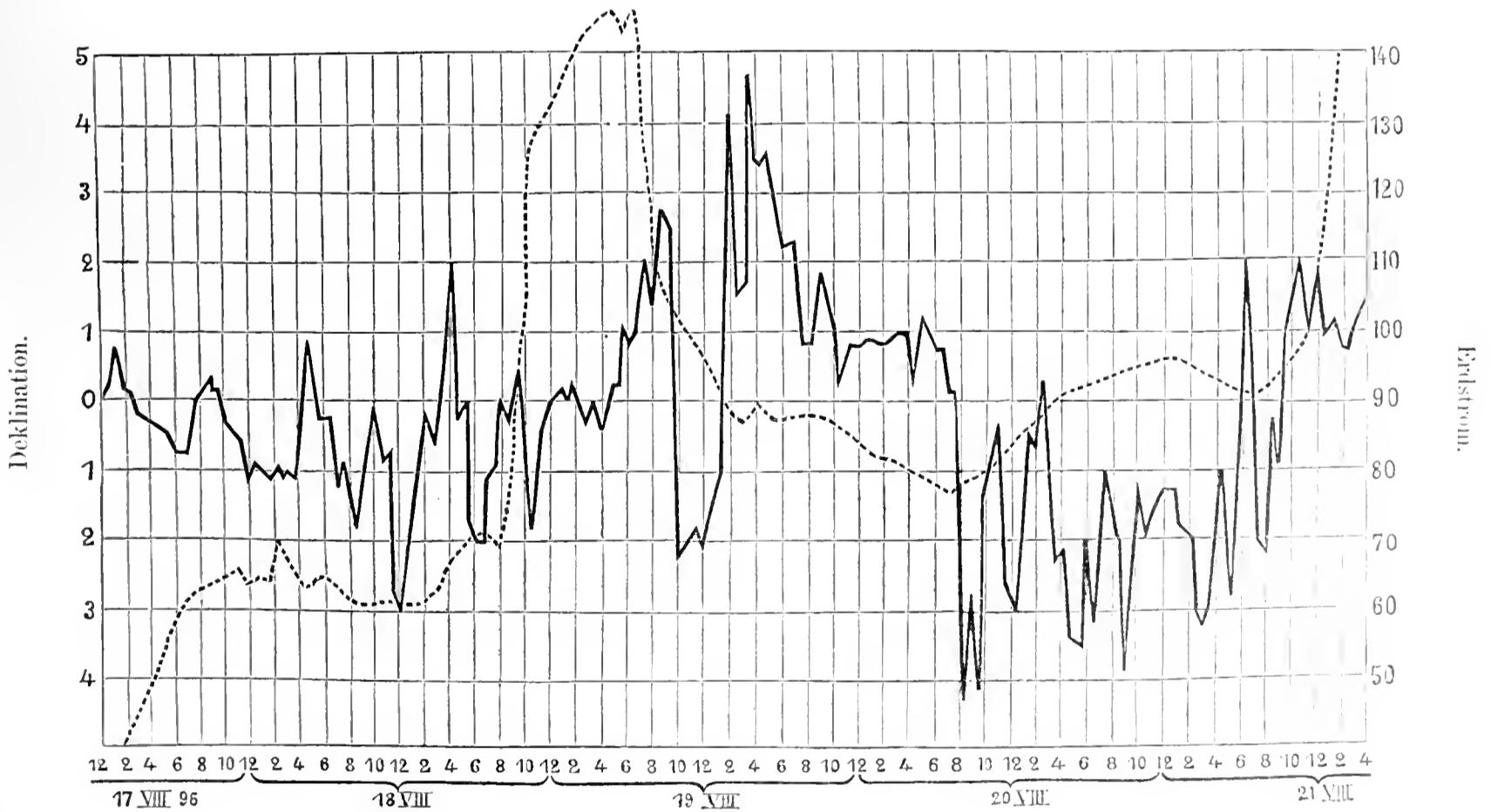


Fig. 11.

Variationen der Deklination auf dem Gute des Kokaleny-Klosters und der tägliche Verlauf des elektrischen Erdstromes daselbst.

(—) Deklination; (.....) Erdstrom.



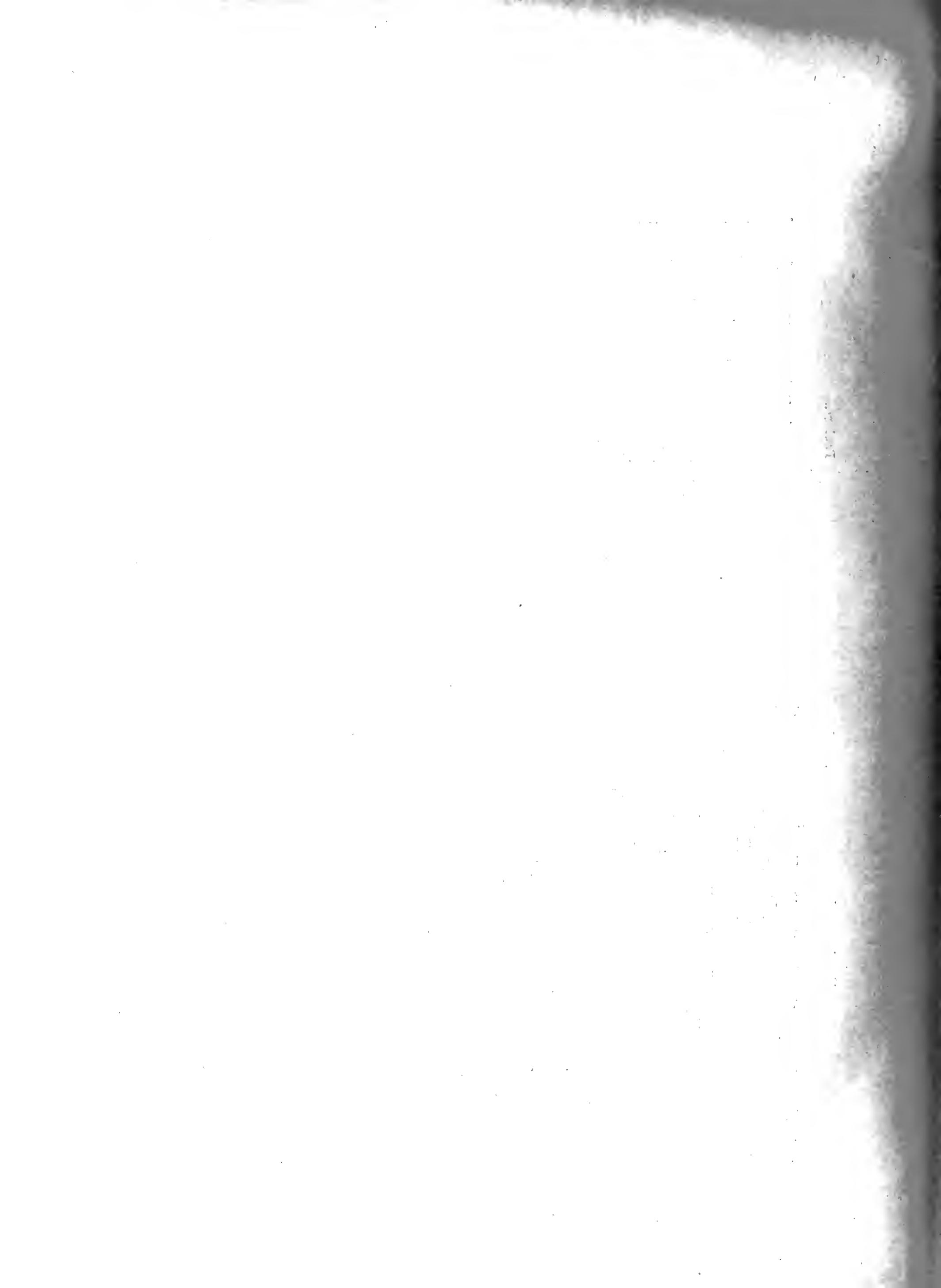


Fig. 12.

Der vergleichende Verlauf des Erdstromes und der Temperatur in Sophia.

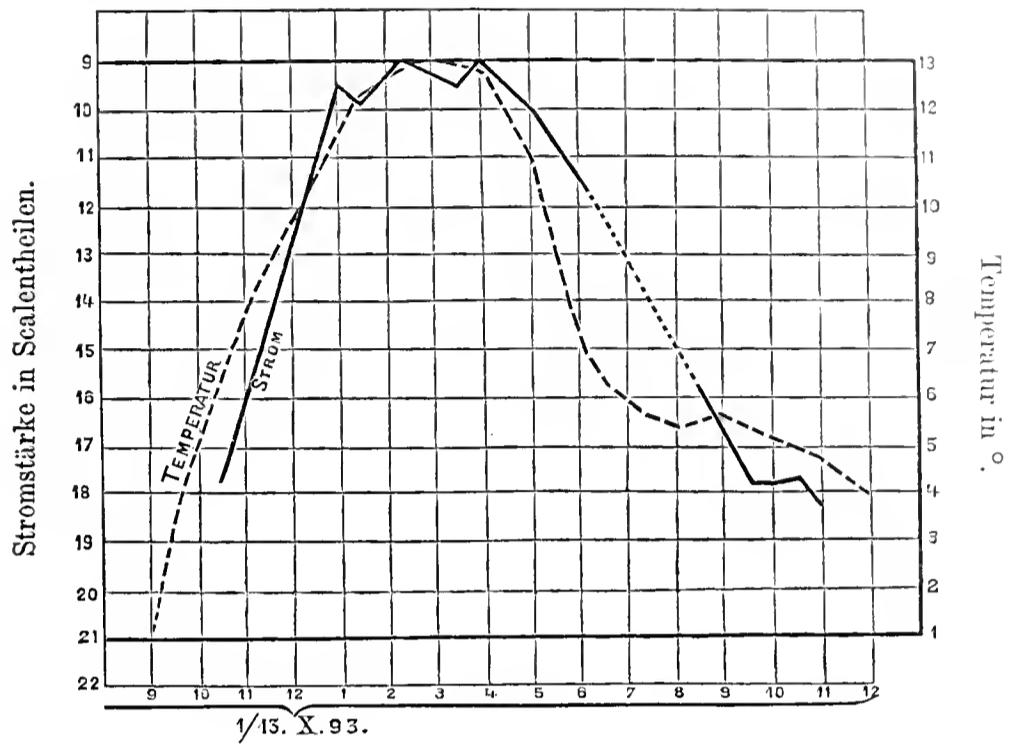


Fig. 13.

Der tägliche Verlauf der Niveau-Schwankungen des Grundwassers in Sophia (Krakra-Strasse).

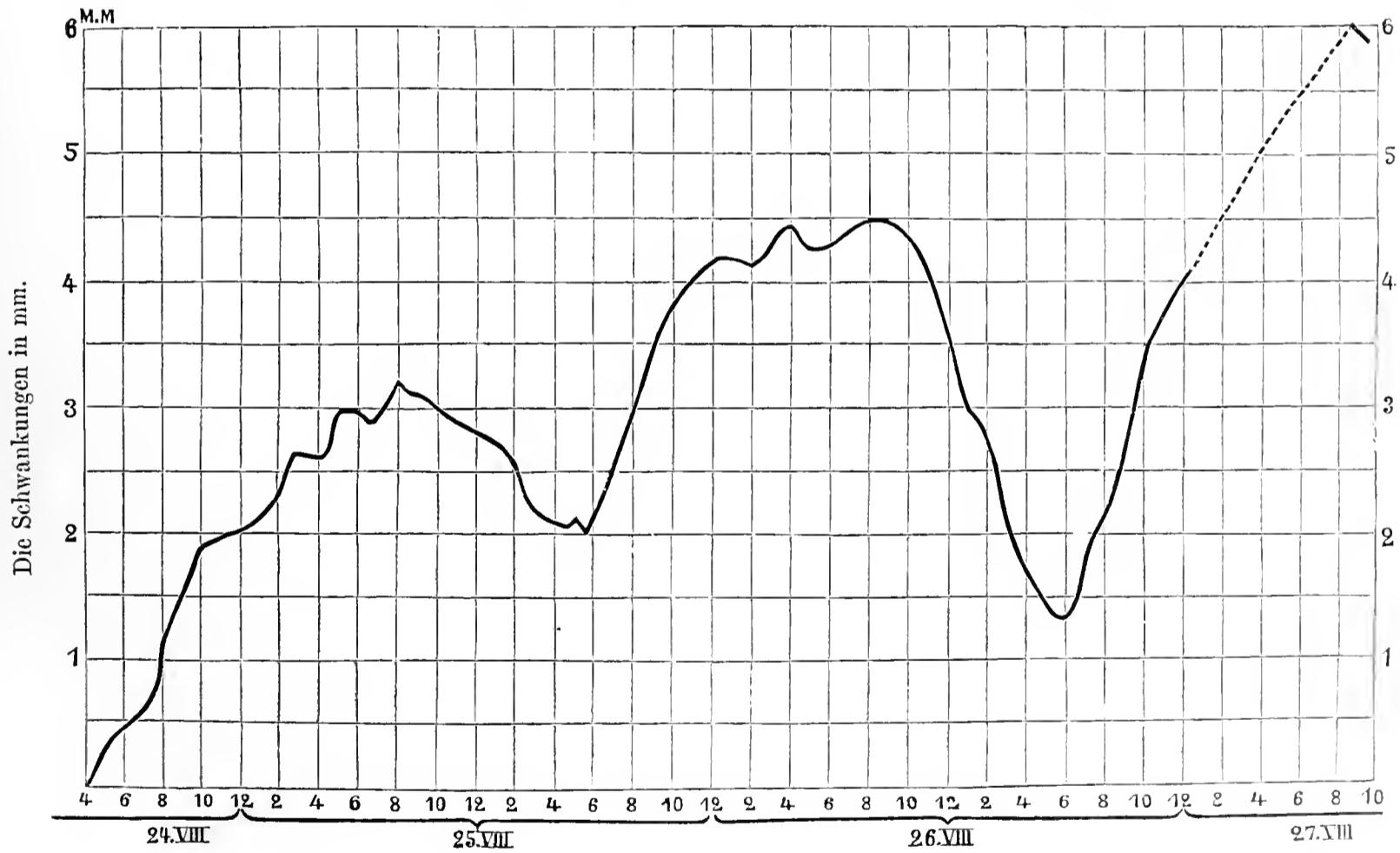


Fig. 14.

Der tägliche Verlauf der Niveau-Schwankungen des Grundwassers in Pawlowo (bei Sophia).

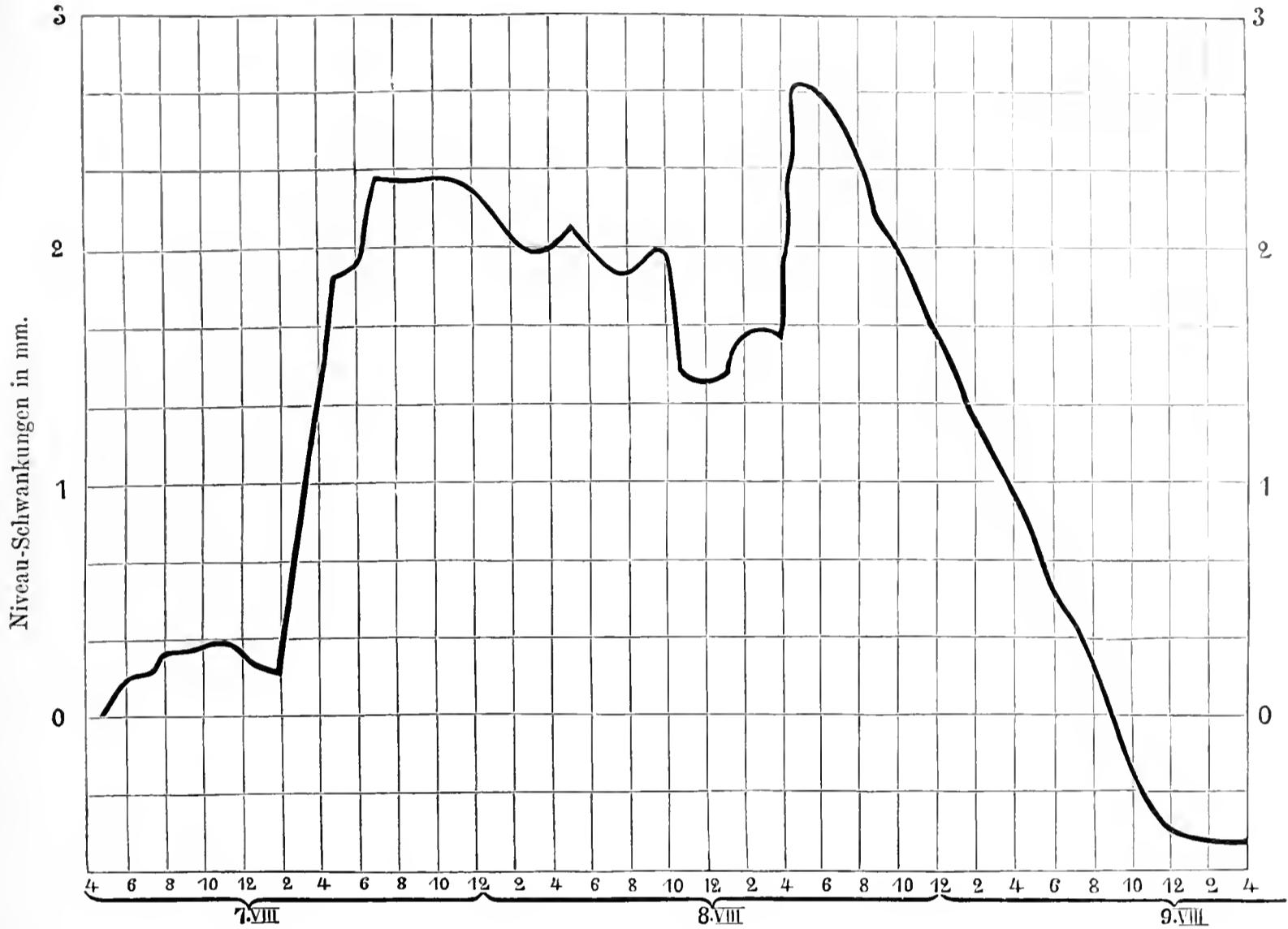
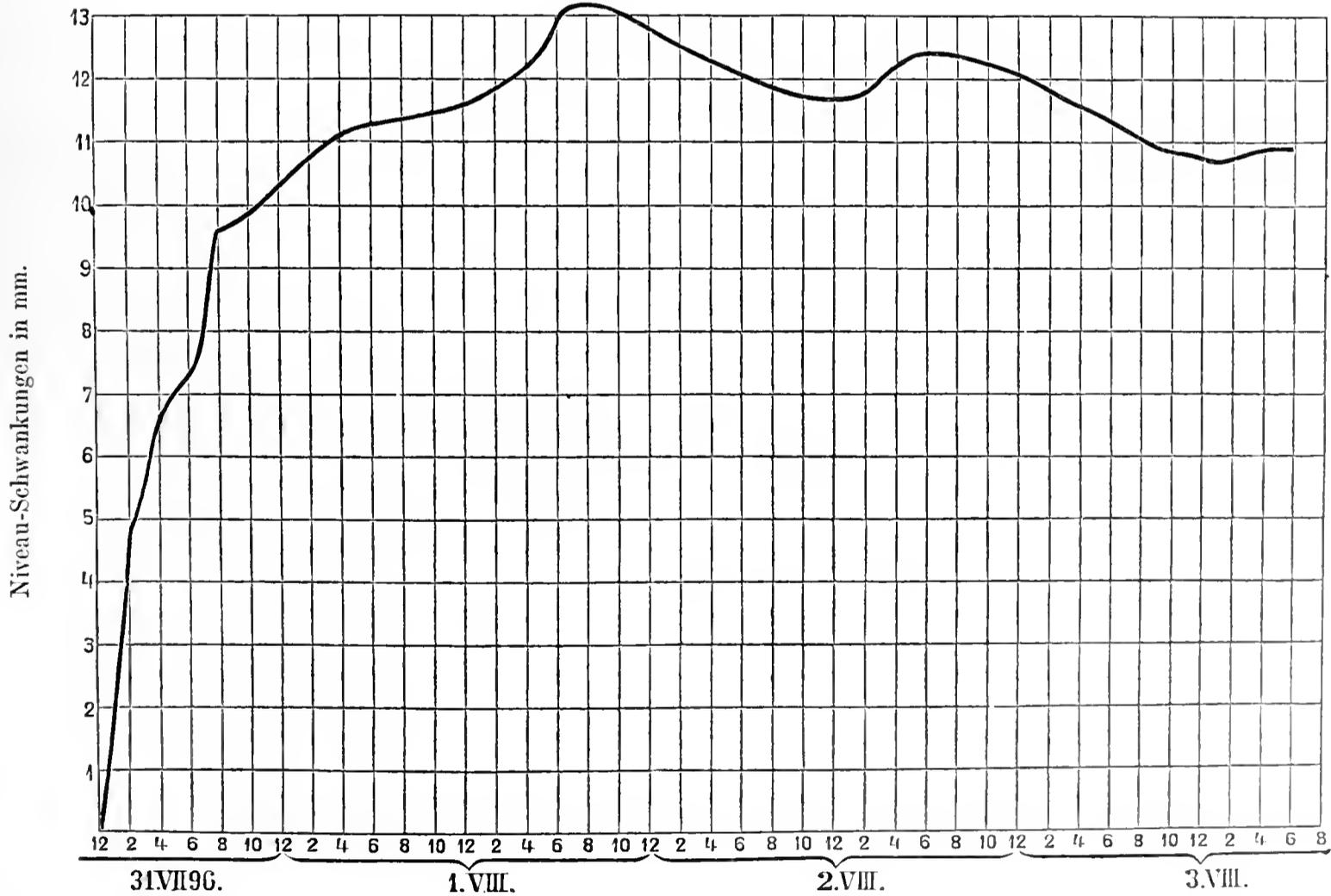


Fig. 15.

Der tägliche Verlauf der Niveau-Schwankungen des Grundwassers in der Nähe von Sophia (Russischer Kirchhof).



ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.
MÉMOIRES
DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.
VIII^e SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ.

CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Томъ XII. № 4.

Volume XII. № 4.

ÉTUDES ANATOMIQUES
SUR LE GENRE PSEUDOVERMIS

PAR

A. Kowalevsky.

AVEC 4 PLANCHES.

(Présenté le 28 février 1901)

С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1901. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской
Академіи Наукъ:

И. И. Глазунова, М. Эггера и Комп. и К. Л. Риккера
въ С.-Петербургѣ,
И. П. Карбасникова въ С.-Петербур., Москвѣ, Варшавѣ
и Вильнѣ,
Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie IMPÉRIALE des
Sciences:

J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Péters-
bourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et
Vilna,
N. Oglobline à St. Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kymmel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цена: 1 р. 20 к. — Prix: 3 Mk.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
С.-Петербургъ, Ноябрь 1901 года.

Непремѣнный секретарь, Академикъ *Н. Дубровинъ*.

ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

Вас. Остр., 9 лин., № 12.

Etudes anatomiques sur le *Pseudovermis paradoxus* de M-lle S. Périaslavzeff.

Ce curieux mollusque fut découvert à Sebastopol en 1888 par M-lle le Dr. Périaslavzeff¹⁾; elle en a donné une courte description dans le Bulletin de la Société des Naturalistes de Char-kow, mais, n'ayant eu que peu d'exemplaires à sa disposition, il ne lui a pas été possible d'en faire une étude approfondie. Elle a cependant exactement interprété les organes principaux de cet animal et même sa position systématique, en comparant ses sacs à cnidocytes avec les appendices dorsaux des opisthobranches.

Le nom de genre que M-lle Périaslavzeff a créé ne convient pourtant pas à ce petit Mollusque et devrait être changé. — Le *Pseudovermis* en effet n'appartient nullement au type des Vers; c'est un vrai Mollusque dans tous les détails de son organisation. — Le mémoire de M-lle Périaslavzeff fut publié en russe et dans une revue très peu répandue, aussi la plupart des zoologistes l'ignoraient-ils complètement. Même les spécialistes qui s'occupent de mollusques primitifs ignorent l'existence du *Pseudovermis*, aussi me semble-t-il nécessaire de donner ici une description complète de cet animal, même au risque de répéter, pour certains détails, les notes de l'auteur qui l'a décrit le premier.

Comme on le voit sur la Fig. 1, le *Pseudovermis* à la forme d'un petit turbélarié de 3—5 mm de longueur; ou il est tout-à-fait incolore, ou d'une teinte blanchâtre, dont l'intensité varie avec le développement des produits génitaux. L'extrémité antérieure linguiforme est légèrement élargie et aplatie; c'est cette forme de la tête qui le distingue des autres animalicules très voisins comme aspect, qu'on trouve vivant dans les mêmes conditions. Ses mouvements se distinguent de ceux des Turbélariés, car il rampe de la même façon que les mollusques; à l'état d'extension complète il présente l'aspect un petit fil blanc, mais lorsqu'il se contracte quand il rencontre un obstacle sur son chemin, on voit la tête s'élargir considérablement et tout le long du corps apparaissent une série de petites proéminences. Si l'on essaye de l'enlever du support sur lequel il se promène, il s'y fixe à l'aide du pied, et peut-être de la bouche. — Il est assez difficile de l'enlever, lorsqu'il est ainsi fixé, mais

la puissance avec laquelle il adhère est inférieure à celle mise en jeu par les *Hedylidés* qui s'accollent bien plus fortement.

Sous un très faible grossissement le *Pseudovermis* montre le long de sa face dorsale deux rangées de petits boutons, plus ou moins proéminants; quelquefois ils sont tout à fait invisibles étant complètement rétractés dans les parois du corps. Ils sont au nombre des sept paires (Fig. 1. sc), et commencent derrière la tête.

La face ventrale du corps est couvertes de cils vibratils, mais la face dorsale en est dépourvue, exception faite pour la tête qui possède des séries assez compliquées de cils vibratils.

La Fig. 2, qui reproduit la photographie d'une coupe longitudinale d'un *Pseudovermis* un peu contracté, montre très bien les proéminences dorsales (Fig. 2. sc), et la photographie d'une coupe transversale (Fig. 22) nous donne une idée des rapports des organes. Vers le bas est une bande vibratile, qui représente le pied, et qui occupe la 8-ième partie de la circonférence du corps. L'intérieur est occupé par l'estomac; des deux côtés, vers la face dorsale, sont disposés les masses (sc) qui forment les proéminences dorsales, et qui sont tout simplement des sacs à cnidocytes remplis par des organes urticants.

Sous l'estomac sont placées les glandes salivaires (gls). Ces trois figures, la vue extérieure, la photographie d'une coupe longitudinale et celle d'une coupe transversale nous donnent déjà une idée de l'organisation générale de l'animal; nous pouvons passer maintenant à la description détaillée des organes.

Extérieur.

Nous avons déjà parlé de la forme générale des *Pseudovermis*, il nous reste à établir sommairement la situation des divers organes, avant de passer à la description des tissus. La tête de *Pseudovermis* diffère de celle des autres mollusques par l'absence complète d'appendices tentaculaires. Pourtant l'animal jouit de la sensation tactile qui est la cause des mouvements très divers que fait la tête pendant le déplacement de l'animal. — En effet elle change considérablement d'aspect, tantôt en s'allongeant (Fig. 1) tantôt en se contractant et en s'arrondissant (Fig. 3) ou bien en se recourbant d'un côté ou de l'autre suivant la direction que prend l'animal. Grâce à ce changement de forme elle est quelquefois de la même largeur que le tronc, et même plus mince, tandis qu'à l'état de repos elle est plus large. A la face ventrale de la tête, à une certaine distance de l'extrémité antérieure (Fig. 1, 2 et 6 b), se trouve la bouche en forme de fente. A une certaine distance de la bouche, sur la face ventrale, commence la bande vibratile que nous considérons comme le pied (Fig. 2 et 6 p), se prolongeant suivant la ligne médiane ventrale jusqu'à l'extrémité postérieure du corps (Fig. 8). Sur la face dorsale la limite entre la tête et le tronc est très mal indiquée; on pourrait la placer immédiatement en avant de la première paire des sacs à cnidocytes, puisque c'est à cet endroit que se termine le cerveau et que l'oesophage passe à l'esto-

mac. La face dorsale est caractérisé par la présence de 7 paires des capsules urticantes ou sacs à cnidocytes, qui forment 7 paires de bourrelets disposés à une distance presque égale les unes des autres et formant des proéminences plus ou moins élevées. Entre la 2-ième et 3-ième paire de ces proéminences dorsales, tout près de la proéminence droite, on observe l'orifice anal (Fig. 1. a), ainsi que le sac rénal (Fig. 1. re).

Mlle Périaslavzeff supposait que tout le corps du *Pseudovermis* est couvert de cils vibratils; ce qui l'a amenée à attribuer à ces animaux une certaine parenté avec les Turbellariés. — Je trouve des cils vibratils seulement sur la tête et le sillon ventral, mais sur les autres parties du corps je n'ai pas réussi à en trouver. Pourtant, à différentes reprises et en plusieurs endroits, notamment dans la région des bourrelets dorsaux, j'ai vu des cils vibratils isolés. — Ce fait rappelle ce qui est déjà connu depuis longtemps chez le *Tergipes* (3), chez lequel Nordmann a décrit des houppes des cils vibratils distribuées sur tout le corps. Des houppes pareilles peuvent exister aussi chez le *Pseudovermis*, mais, les cils étant extrêmement fins, ne sont pas aussi facilement visibles que chez les *Tergipes*. J'ai bien vu le mouvement des cils isolés dans la région des bourrelets dorsaux et surtout à la surface de ces derniers, mais je n'ai pas réussi à les retrouver sur les coupes, malgré l'emploi de différentes méthodes comme l'acide osmique, le liquide de Hermann et autres.

Chez les *Tergipes* on voit les houppes des cils vibratils, que Nordmann a décrit, avec une extrême facilité; on les voit aussi très nettement chez l'autre espèce de *Pseudovermis* dont nous parlerons plus tard, mais chez le *Ps. paradoxus* ils manquent, ou, s'ils existent, ils doivent être extrêmement fins et difficilement visibles.

Les téguments.

Les parois du corps sont formées par une couche de cellules cylindriques, qui, nous l'avons mentionné plus haut, sont couvertes de cils vibratils seulement en certains endroits. Cette couche de cellules varie dans les différentes régions du corps, les cellules étant plus ou moins régulières. Parmi ces cellules, et sur tout le corps, sont dissimulées des glandes unicellulaires qui occupent toute l'épaisseur de cette couche et sont visibles même avec un très faible grossissement. Ainsi sur la Fig. 3, qui reproduit la photographie d'un *Pseudovermis* entier, conservé dans la glycérine, on voit ces glandes sous forme de points noirs. — Sur les coupes on les voit avec plus de netteté (Fig. 10. *gc*).

Les cellules des parois du corps sont plus cylindriques à l'extrémité antérieure du corps (Fig. 4) et plus plates dans les autres régions. La Fig. 10 représente à un très fort grossissement une coupe longitudinale de la région dorsale de *Pseudovermis* fixée au liquide de Hermann et colorée à la safranine et au carmin d'indigo.

Les cellules cutanées sont cylindriques et possèdent de grands noyaux colorés en rouge, le contenu de la cellule est incolore et transparent. Entre elles, occupant un espace à peu près égal à quatre ou cinq cellules ordinaires, se trouvent les glandes cutanées (*gc*)

remplies de corpuscules ovoïdes, transparents, légèrement colorés en jaune; ces corpuscules remplissent complètement la glande. Le noyau est coloré en rouge très vif et se trouve tout-à-fait à la base de la cellule. Immédiatement en dessous des cellules cutanées se trouve la musculature qui est formée de deux couches de fibres musculaires; une couche superficielle circulaire (*mc*) et une couche plus profonde longitudinale (*ml*). Sur la coupe longitudinale, reproduite sur la Fig. 10, on voit, immédiatement sous les cellules épithéliales, des corps ovoïdes *mc* ayant un espace clair à l'intérieur et deux stries foncées aux deux extrémités; ces corps colorés en noir ou bleu foncé par l'indigo-carmin, sont les coupes des fibres musculaires circulaires. Si on les observe avec un grossissement plus faible, ou sur des préparations moins bien réussies, ces corps se montrent sous forme de points noirs placés à la base de cellules cutanées.

Mais sur la figure que je reproduis on voit que ces corpuscules sont placés dans un espace rempli de substance hyaline indépendante des cellules, et colorée très faiblement en bleu par l'indigo-carmin. La couche des muscles longitudinaux, visible sous forme de fibres, se trouve en dessous et accolée à la couche des muscles circulaires. Sur des coupes superficielles un peu plus épaisses, on reconte les deux couches, superposées, formant un réseau assez épais et régulier.

J'ai employé la méthode de Ranvier pour y trouver les terminaisons nerveuses, mais ces ne sont pas les nerfs qui se sont colorés d'une manière intense, mais les muscles, et l'on pouvait voir d'une façon extrêmement nette toutes les fibres musculaires du tégument et celles insérées sur l'intestin. Un élève de l'Université de St. Pétersbourg, M-r. Mamay, a essayé de colorer les nerfs à l'aide de la méthode du bleu de Mytilène, mais lui aussi n'a réussi sur le vivant qu'à colorer les muscles circulaires, et il a vu que chaque fibre avait un noyau. Chaque muscle circulaire représente donc une cellule, contenant une fibre musculaire.

On peut rapporter aussi aux parois du corps les glandes qui bordent le pied. Les bords antérieurs du pied sont entourés par un amas de cellules glandulaires, qui, sur les coupes longitudinales (Fig. 2 et 6. *glp*) se voient très bien entre l'ouverture buccale et le pied; on les voit de même sur la coupe transversale (Fig. 20 et 24 *glp*).

Ces glandes se prolongent des deux côtés du pied, jusqu'à l'extrémité postérieure du corps. Elles sont très nettes sur les photographies des animaux entiers (Fig. 8) où elles se présentent comme deux lignes sombres *glp.*, et aussi sur toutes les coupes transversales *glp.* — Les limites du pied sont indiquées sur les coupes par les points sombres aussi de chaque côté de cet organe. Ces glandes, par leur position à l'extrémité antérieure, rappellent les glandes pédieuses de beaucoup de gastéropodes, p. ex. des Chitons.

Elles sont formées par la réunion de plusieurs cellules, qui à l'extrémité antérieure paraissent avoir des conduits communs à plusieurs d'entre elles, mais sur les côtés du corps elles rappellent plutôt les glandes unicellulaires, réunies en nombre de 5—6. Elles ont la propriété d'absorber tous les colorants d'une manière très intense, et principalement l'hématoxyline, qui, même sur des coupes assez fines, les colore en noire presque pur.

Sur la Fig. 8, j'ai reproduit un dessin fait d'après la photographie d'un animal conservé dans le baume de Canada et faiblement coloré par l'hématoxyline; les points noirs sont des glandes. Elles s'accumulent en nombre considérable à l'extrémité antérieure du pied (Fig. 6 et 8 (*glap*)). Sur la Fig. 9 on voit ces glandes, en coupe longitudinale plus fortement grossies; elles sont composées des plusieurs cellules réunies autour d'un conduit commun. Ces conduits entre les cellules du pied sont quelquefois très visibles sur les coupes colorées à haematoxiline.

Tube digestif.

Les contours généraux du tube digestif ont été déjà indiqués sur les Figg. 1 et 5. Nous avons vu que l'ouverture buccale est placée à la région ventrale de la tête et qu'elle conduit dans une cavité qu'on peut regarder comme une cavité buccale. Elle est bien visible sur la Fig. 6. Le fond de cette cavité est élargi, et couvert de longs cils vibratils. Elle conduit dans le pharynx, appareil si caractéristique pour les gastéropodes, qui est très développé chez les *Pseudovermis* et placé en avant du système nerveux (Figg. 4 et 6).

Le pharynx possède une forte musculature et est composé des parties chitineuses très compliquées, qui présentent des affinités avec la structure de cet organe chez les Éolidiens.

Les parties chitineuses sont représentées par les deux mâchoires ou mandibules et la radula (Figg. 41 et 42 *m* et *r*).

Chaque mâchoire a la forme d'une cuiller, les deux se touchant à l'extrémité antérieure; elles sont dentellées (Figg. 42 — 42) et les dents se croisent. Chaque mandibule est formée par une plaque chitineuse recourbée en avant; le long du bord interne elle est limitée par une sorte de soie chitineuse (Fig. 41 et 42 *s*) qui se prolonge en arrière dépassant la limite de la mâchoire.

Sur les sections transversales de cette partie du pharynx, Figg. 16, 17, 18 on voit la coupe, cette soie (*s*) et celle des plaques chitineuses des mandibules (*m*) qui se recourbent en dessous formant une sorte de gouttière contenant des faisceaux musculaires.

Sur les coupes passant plus en arrière (Fig. 18) on voit seulement la soie avec un petit bout de la plaque mandibulaire (*m*) et sur la Fig. 20, encore plus postérieure, il reste seulement la soie (*s*) sans aucune trace des parties latérales; cette soie est entourée ici par des faisceaux de muscles (*m*). Elle sert de point d'attache aux muscles du pharynx.

La structure de cette soie rappelle la structure des soies des annélides. Ainsi sur les Figg. 20 et 57, nous voyons l'extrémité de la soie avec ses muscles, et ces figures rappelés d'une façon frappante les soies de plusieurs *Annélides* avec leur faisceaux musculaires.

Sur la Fig. 43, je reproduits une mandibule pourvue d'épaississements anormaux (Fig. 43. *e*).

Avant d'avoir élucidé la structure de cet appareil, j'ai cru à l'existence d'une soie in-

dépendante. Des mandibules d'un type semblable, sont depuis longtemps connues et décrites chez la plupart des *Eolidiens*, ainsi que par Nordmann chez le *Tergipes* de la mer Noire. Mais, ces formes ne possèdent pas ces renforcements du bord intérieur de l'appareil avec cette sorte de soie; cette disposition est caractéristique du *Pseudovermis paradoxus*, dont l'armature buccale est si développée et allongée.

Pour donner une idée exacte de la structure de cet appareil, j'ai reproduit ici non seulement le dessin (Fig. 42) mais aussi les photographies (Fig. 41 et 44) qui, malgré leur peu de précision de contours, donnent pourtant une impression plus exacte de la vue d'ensemble.

Pour finir avec la description de la mâchoire nous avons à mentionner encore la photographie de la coupe Fig. 15, sur laquelle on voit la disposition de dents de la partie antérieure de la mâchoire.

Sur les animaux vivants j'ai vu que le *Pseudovermis* rejetait ses mâchoires en dehors et attaquait avec leur aide de petits mollusques, notamment des petites *Hedyle*, — qu'il maintenait assez longtemps, et je crois qu'il est bien capable de dévorer ces petits êtres inoffensifs, qui ne se défendent qu'en se retirant dans leur manteau, tout-à-fait mou.

Radula. La ligne médiane ventrale du pharynx est occupée par la radula; sur les Figures 1 et 4 r son aspect est scalariforme, et sur la Fig. 6 elle se présente comme une rangée de crochets, placée sur un bourrelet musculaire, linguiforme. La radula est composée d'une série de plaques chitineuses, qui sont représentées Figg. 41 et 42.

En général, on voit cette ligne de crochets, recourbés un peu en arrière, et de même une petite partie qui se trouve sous le bourrelet, comme nous le voyons sur les figures déjà citées de la coupe longitudinale (Fig. 6).

La radula est formée de 35 rangées de plaques, dont chaque rangée se compose de trois pièces ou plaques: l'une centrale (Figg. 44 et 45 *pc*) et deux latérales (*pl*). Les plaques centrales sont larges, à peu près quadrangulaires, et possèdent à leur extrémité postérieure une grande dent médiane (Fig. 45 *dm*), cinq petites dents de chaque côté (Figg. 44 et 45. *dl*) et deux plaques latérales (*pl*).

Ces dents sont placées chez les *Pseudovermis paradoxus* sur une ligne presque droite, et nous rappellent les dents d'un peigne; on peut se rendre compte de cette disposition sur la Fig. 41. *pc* où l'on voit photographiée une plaque isolée.

Les plaques latérales ont la forme de dents pointues, et assez élargies à leur base, qui s'insèrent dans une excavation de la plaque médiane (Fig. 45. *pl*).

La radula du *Pseudovermis* est donc composée d'une triple rangée de plaques. Chez les *Eolis* et le *Tergipes* que décrit M-r Nordmann, on trouve seulement une rangée simple de plaques, correspondant aux plaques médianes de *Pseudovermis paradoxus* ce qui différencie leur radula de celle de *Pseudovermis*. Cette différence dans la disposition des crochets de la radula est d'autant plus étrange que la structure des tous les autres organes indique une parenté très proche entre le *Pseudovermis* et les *Eolidiens*.

Sur la Fig. 46, nous reproduisons à un très fort grossissement les rapports réciproques des plaques sur leur ligne médiane. Les plaques centrales fortement grossies, permettent de voir qu'elle place occupent les dents médianes, par rapport à la plaque elle-même, et comment se fait la jonction des plaques. Cette figure est intéressante encore à un autre point de vue. Elle montre que les dents de la radula sont de vrais crochets élargis à leur base et sur cette base se forment de nouveaux prolongements latéraux (Fig. 44) en forme de dents de peigne. De cette façon chaque segment de la radula prend la forme d'un peigne comme le montre la photographie Fig. 44 *pc*.

Passons maintenant à la description du canal intestinal proprement dit. La cavité du pharynx (Figg. 1, 5 et 6) se prolonge en arrière dans un très court oesophage *oe* dont le parcours est limité seulement au passage du tube intestinal entre les centres nerveux qui forment le collier nerveux. Les parois de l'oesophage sont formées de longues cellules cylindriques ressemblant beaucoup aux cellules de la région suivante, de l'estomac (Fig. 6), avec cette différence que leurs régions distales, c'est à dire celles qui sont dirigées vers la navité interne de l'oesophage, sont plus longues et remplies d'un plasma ou substance gélatineuse, ce qui rétrécit la cavité oesophagienne et la transforme en un canal très étroit, présentant une certaine résistance au passage des substances pas non suffisamment triturées. L'oesophage se continue immédiatement dans l'estomac, sans le moindre changement, excepté l'agrandissement du volume de la cavité; de sorte qu'on pourrait dire que l'estomac commence immédiatement après le pharynx et que l'oesophage n'existe pas. Sur les Figg. 5 et 6 les contours de l'estomac sont figurés; c'est un sac allongé; sur les coupes transversales (Figg. 22 et 23) il se montre presque entièrement rond; ses parois sont formées de cellules épithéliales cylindriques, très grandes si l'on les compare aux autres tissus, avec des contours et les noyaux très distincts (Fig. 28). On les voit assez bien même sur les photographies (Figg. 22 et 23). De l'extrémité postérieure de l'estomac naissent deux organes (Figg. 5 et 27); en haut, du côté dorsal, un étroit tube qui est l'intestin (*in*) et du côté ventral le foie *f*. Ces rapports sont aussi visibles sur la photographie d'une coupe transversale, où en haut (Fig. 29) nous voyons la portion postérieure de l'estomac et le commencement de l'intestin (*in*) et en bas le foie (*f*).

Pour ce qui concerne la structure intime des parois, nous voyons à l'intérieur l'épithélium (Fig. 27) puis une couche de muscles circulaires (*mc*) et à leur surface les fibres de muscles longitudinaux (*ml*). On observe encore quelques noyaux qui paraissent appartenir à une couche du tissu conjonctif; ce ne sont peut-être que les noyaux de cellules musculaires.

Il reste encore à mentionner que de la région antérieure de l'estomac, un faisceau musculaire se dirige vers la paroi du corps (Fig. 5 *s*). Il sert à suspendre l'estomac dans la cavité générale et peut le soulever comme aussi le retenir, dans certaines limites, quand la masse pharyngienne avec la radula sont rejetées au dehors. Ce muscle est composé d'un petit nombre des fibres musculaires — 5 à 6 — qui se prolongent en avant et en arrière dans les muscles longitudinaux du corps.

L'intérieur de l'estomac possède beaucoup de cils vibratils, mais ces derniers ne recouvrent pas toute la superficie. Il y a des régions nues, c'est à dire sans cils; on peut s'en rendre compte même sur les photographies (Figg. 22 et 23), où les cils paraissent recouvrir les parties dorsale et ventrale de l'estomac, mais sur les côtés (cela se voit avec plus de netteté sur la Fig. 24) on voit de petits espaces sans cils. Vers l'extrémité postérieure de l'estomac, comme cela est représenté sur la Fig. 28, nous trouvons des deux côtés deux aires vibratiles *pv*, tandis que la région ventrale et dorsale sont dépourvues de cils. A cet endroit, c'est à dire dans la partie postérieure de l'estomac, les plaques proéminent au dessus du niveau général de l'épithélium et font deux saillies dans la cavité de l'estomac; elles sont formées de cellules plus cylindriques et plus serrées les unes contre les autres. Ces plaques vibratiles sont aussi visibles sur les coupes longitudinales, mais alors on ne voit qu'une plaque (Fig. 27 *pv.*) dont la saillie interne, vers le commencement de l'intestin, est encore plus prononcée et forme une sorte de repli qui sert peut-être à empêcher le retour des aliments de l'intestin vers l'estomac.

Sur les Figg. 28 et 29 nous voyons aussi ces plaques vibratiles (*pv*) et les régions dépourvues de cils (*n*) qui entrent dans la composition de l'intestin.

On peut considérer les régions vibratiles de l'estomac comme le commencement des plaques vibratiles intestinales. Elles dirigent le contenu de l'estomac, c'est à dire les aliments, plus ou moins préparés et mélangés aux substances excrétés par le foie (comme nous le voyons sur la Fig. 24. *al*), dans l'intestin où doit se faire l'absorption par l'organisme.

Je doit mentionner, en ce qui concerne le contenu de l'estomac, que j'y ai quelquefois trouvé des capsules urticantes, notamment dans le contenu figuré sur les Figg. 22, 23 et 26 je trouve ces capsules. Il ne me paraît pas facile à expliquer comment elles y pénètrent. Il est toujours possible de dire qu'étant donné les habitudes carnassières de *Pseudovermis*, ces corps proviennent d'un autre *Pseudovermis* qui aurait été dévoré. La chose s'expliquerait de la façon le plus simple du monde, mais comme nous le verrons plus tard, une autre manière de passage de ces capsules n'est pas tout-à-fait exclue. Je veux parler du passage directe des sacs à cnidocystes par un large canal de communication avec le foie ou l'estomac.

Nous avons déjà vu comment se prolongent dans l'intestin des plaques vibratiles de l'estomac. Les replis de l'intestin sont représentés sur la Fig. 1 dessinée d'après un exemplaire vivant mais un peu comprimé. L'intestin se dirige vers la droite, descend un peu, puis fait un repli en avant et se recourbe de nouveau en arrière pour s'ouvrir à l'extérieur par l'orifice anal (*a*). Cet orifice se trouve à droite en avant du troisième sac à cnidocystes, qui est un peu refoulé en arrière, par rapport au sac de gauche. Les replis de l'intestin sont représentés en partie sur la photographie (Fig. 7), mais on n'en voit qu'un fragment qui se trouvait sur une seule coupe; sur la Fig. 25 est représentée une coupe de l'intestin passant à un endroit voisin de l'estomac. Sur la photographie 26 il est disposé entre la peau et le foie et en dessous on voit un canal *scs*, qui réunit le sac à cnidocystes au foie. L'intestin terminal est recouvert à l'intérieur par des cils vibratils très énergiques qui battent vers

l'intérieur, et paraissent produire un fort courant d'eau de l'extérieur vers l'intérieur. Sur la Fig. 31 j'ai reproduit la portion de l'intestin qui se dirige vers l'orifice anal et qui accompagne le sac rénal (*re*); sur la Fig. 32 on voit l'intestin s'ouvrir à l'extérieur à l'aide d'une large fossette vibratile. Sur la Fig. 33 nous voyons aussi l'orifice rénal extérieur situé tout près de l'orifice anal (*a*) dont la situation au fond d'un enfoncement extérieur est encore très nettement visible.

Le canal intestinal de *Pseudovermis* a trois sortes d'annexes très bien développées, premièrement les glandes salivaires, 2) le foie et 3) les appendices qui vont vers les sacs à cnidocystes.

En ce qui concerne les premières, elles sont représentées par une paire des glandes très bien visibles sur les coupes longitudinales et transversales (Figg. 6, 22 et 23 *gls*); sur les dessins et les photographies des coupes longitudinales (Fig. 6) on voit quatre amas de cellules (*gls* et *gls'*). Ces glandes sont formées par de très grandes cellules qui sont accolées, du côté ventral, à la portion postérieure de l'oesophage et surtout à la partie antérieure de l'estomac.

Sur les coupes longitudinales, comme on peut le voir sur le dessin (Fig. 6) et aussi sur les photographies, on voit les quatre amas de cellules qui forment les glandes salivaires. J'ai cru d'abord qu'il y avait quatre glandes, mais sur les coupes transversales (Figg. 22 et 23 *gls*) je n'ai pu distinguer aucune limite et les glandes se trouvaient sur toutes les coupes de cette région du corps. — J'ai étudié alors toutes mes coupes longitudinales et j'ai trouvé des préparations comme celle reproduite sur la Fig. 37, où l'on voit que les deux amas des glandes se réunissent en une seule, et ont un conduit commun *cg* qui se dirige en avant et s'ouvre sans doute dans le pharynx.

Le foie est un organe très développé chez le *Pseudovermis* comme chez tous les vrais mollusques. Sur les Figg. 1 et 2 *f* nous le voyons s'étendre dans toute la région postérieure du corps *p* jusqu'à l'extrémité. Nous avons vu son commencement sur la Fig. 5 et la Fig. 27 représentant la région postérieure de l'estomac; en haut, du côté, dorsal commence l'intestin et, en bas, du côté ventral une large ouverture conduit dans le foie; on ne voit pas de sphincter spécial, de sorte que le contenu des deux organes — estomac et foie — paraît communiquer librement. Les cils des plaques vibratiles de l'estomac, et ceux de l'extrémité antérieure de l'intestin paraissent seuls être en état de pousser les aliments dans l'intestin au lieu de les laisser pénétrer dans le foie.

Sur la coupe longitudinale Fig. 5 on voit que le foie se prolonge jusqu'à l'extrémité postérieure de *Pseudovermis*; de sorte que presque toute une moitié du corps est occupée par cette glande. Si l'on consulte les Figg. 23 et 24 on voit que les parois de l'estomac paraissent se continuer sans changement dans l'intestin; dans l'intestin, en effet, les tissus ont la même structure que dans l'estomac, mais le foie présente une organisation complètement différente. La Fig. 27 nous l'indique, mais, comme le dessin est toujours entaché d'interprétation personnelle, je reproduis la photographie (Figg. 23 et 24) d'une région presque

identique. On voit la différence entre la structure de ces deux organes. Sur la Fig. 25, qui représente une coupe encore plus postérieure, l'intestin est représenté par un petit canal *in*, tandis que l'autre espace est occupé par le foie. L'intestin conserve encore sa position dorsale, mais bientôt il descend du côté gauche, et nous le trouvons dans cette situation sur la Fig. 26 où il se montre sous forme de tube comprimé et allongé, disposé sur le côté gauche; ensuite, plus loin, ils disparaît complètement et on ne trouve à l'intérieur de la cavité générale que les coupes transversales du foie. Aux époques où je me suis procuré les *Pseudovermis*, en automne 1899 et pendant l'hiver 1899—1900, les glandes génitales n'existaient pas et tout l'espace intérieur de cette région du corps était occupé par le foie. La structure même de cet organe était caractéristique, tous les tissus étant bourrés de granulations très fines qui remplissaient le protoplasme et rendaient très difficile l'observation des limites des cellules; — c'est l'état hivernal du foie. J'ai souvent trouvé aussi dans les cellules du foie des corps verts, qui étaient sans doute des algues unicellulaires qui s'accumulent dans les tissus du foie en formant des îlots plus ou moins grands.

Je n'ai pas réussi à déterminer quels sont ces organismes; quelquefois ils colorent en vert toute la région postérieure du *Pseudovermis*. Sur des individus que j'ai capturés pendant le mois de mai et plus tard, pendant l'été, quand les glandes génitales étaient complètement développées, la position et même la structure du foie étaient différentes. Les glandes génitales occupaient toute la moitié ventrale de la cavité du corps (Fig. 36), et repoussaient le foie vers la région dorsale. Les dimensions de l'animal sont à cette époque en rapport avec le grand développement que prennent les glandes génitales. — Les parois du corps sont distendues par les produits génitaux, et, habitué à voir des *Pseudovermis*, sous leur forme d'hiver, j'ai trouvé ces nouveaux individus énormes.

Sur les Figg. 25 et 26 on voit que presque tout l'espace entouré par les téguments extérieurs est occupé par le foie; sur la Fig. 36, le foie est refoulé vers la face dorsale, tandis que plus de la moitié de la cavité du corps, presque les $\frac{2}{3}$, est occupée par les glandes génitales. Cette disposition est encore mieux marquée dans la région antérieure où se trouvent les conduits génitaux et les glandes annexes. Outre cette différence dans l'étendue de l'espace occupé par le foie pendant la gestation, on observe aussi à cet époque une différence dans sa structure; tandis que chez les hivernants les cellules hépatiques sont tellement bourrées des fines granulations qu'il est difficile de distinguer les limites de cellules et que l'on croit avoir à faire à une couche de substance granuleuse chez les *Pseudovermis* avec les organes génitaux développés (Fig. 36); les cellules hépatiques et leurs noyaux sont très nettement visibles. — On y observe aussi des gouttes claires, peut-être graisseuses. — Sur la coupe Fig. 34 nous voyons les glandes génitales représentées par un petit groupe des cellules, tandis que le foie est très grand; sur la coupe Fig. 36, c'est tout-à-fait l'inverse, au lieu d'un petit groupe des cellules nous trouvons les ovaires (*ov*) et les testicules (*t*), qui repoussent le reste de la glande hépatique vers la région dorsale et occupent toute l'espace de la région ventrale. A l'intérieur de l'estomac (Fig. 23. *es*) on trouve des restes d'aliments dont la nature

n'est pas facile à déterminer. Ils me paraissent être plutôt des restes de tissus animaux parce-qu'on voit quelques fois des fibres rappelant les fibres musculaires. D'ordinaire c'est une masse plutôt hyaline ou finement granulée, mais on trouve aussi des corps urticants, quelquefois en grand nombre. J'ai trouvé aussi quelquefois ces corps dans le contenu du foie, et toujours ils m'ont paru identiques aux capsules urticantes du *Pseudovermis*. J'ai aussi observé que le filament n'était point déroulé, mais se trouvait encore dans la capsule. La question de savoir comment les capsules urticantes peuvent pénétrer dans le canal intestinal est difficile à résoudre pour le moment. — On ne peut que faire des hypothèses plus ou moins plausibles. Ainsi, puisque les capsules urticantes des mollusques et des Hydraires se ressemblent, on pourrait supposer que ce sont des cnidocystes ou corps urticants de quelques hydraires dévorés par l'animal; il me semble cependant que les corps urticants que je trouve dans l'estomac du *Pseudovermis*, ressemblent complètement à ceux que je vois dans les sacs à cnidocystes du même animal. Il est encore possible que les *Pseudovermis* se dévorent entre eux, dans ces conditions l'explication serait très simple. Il n'est peut-être pas impossible enfin que les corps urticants passent du sac à cnidocystes directement dans l'intestin par le canal qui relie ces organes et qui est quelquefois très large, surtout celui qui s'ouvre dans l'estomac (Fig. 38 et 39). Des observations nouvelles seront nécessaires pour apporter la solution de toutes ces questions.

Les sacs à cnidocystes peuvent être regardés comme des appendices du canal intestinal parce-qu'ils communiquent directement avec ce dernier. Le *Pseudovermis paradoxus* possède 7 paires de ces sacs (Fig. 1 sc.) et il existe souvent, ou peut-être toujours, une 8-e paire très réduite, presque invisible sous la peau de l'extrémité postérieure du corps. Ces sacs font une légère saillie à la surface du corps et sont plus ou moins grands selon l'état de contraction ou d'allongement où ils se trouvent. Ils possèdent des fibres musculaires qui s'étendent à partir de la parois du corps tout le long du sac et servent à dévagner ou invagner l'organe. Cela explique pourquoi leur position est si différente suivant le moment où on les observe. — Ainsi sur la Fig. 1, sur laquelle l'animal est représenté à l'état d'extension, et en marche, les sacs à cnidocystes sont invagins; mais sur la photographie de la coupe longitudinale d'un animal contracté Fig. 2, ils se présentent comme des bourrelets assez considérables, qui proéminent à la surface du corps. — On les voit souvent dans cet état aussi chez les animaux vivants.

Ces sacs à cnidocystes ont la même structure que les organes correspondants des *Eolidiens*, organes qui furent déjà décrits par plusieurs savants. — Ce sont des organes glandulaires (Fig. 47, 48 et 49) dont les parois internes possèdent une couche de grandes cellules (Fig. 49) contenant un nombre plus ou moins grand de capsules urticantes (Fig. 49. sc). La plupart de ces capsules se trouvent dans les cellules, on en trouve jusqu'à une dizaine et quelquefois un plus grand nombre. On les observe à différents stades de développement, les unes en forme de petites vésicules brillantes ressemblant à une gouttelette de graisse; d'autres en forme de petites capsules pointues (Fig. 50. a) avec une vésicule à l'intérieur et un filament

contourné en spirale. Sur la Fig. 48 est reproduite la capsule d'un animal vivant, et on voit que le bourrelet extérieur est couvert d'un grand nombre de petits points très raides, qui ont sans doute une certaine relation avec le mécanisme de la projection de l'élément urticant. Lorsqu'on comprime un animal vivant sous la lamelle il en sort un grand nombre de filaments urticants qui ont été représentés sur la Fig. 50 *b* et Fig. 51 *c*. Sur celui représenté en *b* les contours de la vésicule sont plus foncés et on dirait plus raides. Sur celui représenté en *c* ils sont plus fins et la vésicule est plus petite. Il est possible que le dernier n'est pas encore complètement mûr. — Sur les coupes transversales et longitudinales on trouve constamment ces sacs et nous les voyons très bien sur les photographies (Fig. 22 et 23). Nous avons déjà dit qu'ils sont entourés de fibres musculaires qui forment un réseau très dense; ces fibres (Fig. 47 et 49. *m*) sont beaucoup plus larges que celles qu'on rencontre ordinairement dans les téguments. Chaque sac à cnidocystes possède un canal qui le réunit au canal intestinal ou plus justement au foie. Sur la photographie d'une coupe (Fig. 47) on voit très bien ce canal qui se prolonge à l'intérieur et dont la lumière n'est que le prolongement direct de la cavité intérieure du sac à cnidocystes. Sa jonction avec le canal intestinal n'est pas très facile à observer à cause des nombreux plis que fait la paroi du foie, mais néanmoins on les retrouve en suivant plusieurs coupes. Il est plus facile de voir cette communication chez les deux premiers sacs. — Chez celui du côté droit Fig. 38 le canal part indubitablement de l'estomac (du même côté où sur la Fig. 1 est représenté l'organe rénal et l'anus) et chez l'autre, chez le gauche, le canal paraît partir du foie. Sa région médiane est bien visible sur la photographie (Fig. 23. *csc*). En suivant les coupes plus en arrière on voit, avec une très grande netteté, l'endroit où ce canal s'ouvre dans l'estomac (Fig. 40), l'orifice étant très net, et l'on voit très bien disparaître ici les cils vibratils qui tapissent à cet endroit l'intérieur de l'estomac.

En suivant les coupes en avant, on voit que le canal *csc*, se rapproche du sac à cnidocystes et se réunit avec le fond de ce dernier. On peut donc poursuivre sur ces coupes le commencement du canal, à l'estomac, et sa terminaison dans le fond du sac.

Quoiqu'il soit si facile de voir ce canal sur l'un des côtés de l'estomac comme j'ai pu m'en convaincre à l'inspection des coupes de plusieurs individus, sur l'autre côté de cet organe je n'ai pas pu le découvrir. Je crois qu'il commence, de ce côté, à l'extrémité antérieure du foie. C'est ainsi que me l'a dessiné mon dessinateur Fig. 38, chose que je vois aussi avec assez de netteté sur la préparation d'un individu entier (Fig. 3) photographié pour montrer la disposition des glandes cutanées; sur cette photographie on voit même, du sac à cnidocystes *sc* partir un canal qui suit toute la longueur de l'estomac. Sur le dessin Fig. 38 de la même préparation, que je possède encore, on voit le canal du sac à cnidocystes (*csc*) longer toute l'étendue de l'estomac et se terminer à l'extrémité antérieure du foie. J'ai retourné cette préparation pour observer le canal de l'autre côté; ici il se termine au milieu de l'estomac et ne se prolonge pas plus loin. — Ces observations prouvent que les deux sacs à cnidocystes antérieurs communiquent avec deux régions différentes du canal intestinal;

l'un, le droit, communique directement avec l'estomac et l'autre, le gauche (Fig. 38), avec l'extrémité antérieure du foie. La cause de cette différence pourrait bien être trouvée dans le fait que du côté droit (Fig. 1) part l'intestin, et que de ce côté aussi sont disposés les replis de l'intestin, le rein, ainsi que les conduits des glandes génitales. Le foie est même un peu refoulé en arrière de ce côté et beaucoup plus loin encore pendant la période d'activité génitale. L'origine du canal du sac doit se réfugier du côté droit un peu plus en avant où ces organes ne le gênent plus, mais du côté gauche les rapports primitifs peuvent se maintenir, donc le canal du sac à cnidocytes peut se prolonger de ce côté jusqu'au foie.

Pour en venir au canal lui-même, disons qu'il est assez large, comme on peut s'en rendre compte sur la photographie Fig. 23 et sur le dessin Fig. 39. Il est tapissé de cellules épithéliales et possède un réseau de muscles transversaux et longitudinaux comme le foie. Le canal qui part de l'intestin, apparaît extrêmement élargi, sur quelques préparations il atteint même les dimensions que possède l'intestin. Dans ces conditions il est rempli par le liquide granuleux si caractéristique pour le contenu de l'estomac de *Pseudovermis*.

Avant de finir avec ces sacs nous allons donner encore une description plus détaillée de la Fig. 49. Dans l'intérieur du sac nous trouvons seulement 7 cellules avec leurs noyaux respectifs et dans l'une des cellules, située à droite et à la limite de l'épithélium, on peut compter sur la coupe, jusqu'à 8 capsules encore jeunes; en face est située une autre cellule, placée aussi à la limite de la couche épithéliale et contenant une grande capsule urticante déjà mûre avec le filament contourné en spirale à l'intérieur. Au dessus de l'épithélium est disposée la couche musculaire du sac, et elle est formée par une couche de muscles longitudinaux et transversaux ou circulaires; cela paraît correspondre à la disposition des fibres musculaires dans le tégument extérieur. — Mais en plus de ces muscles, qui sont évidemment destinés seulement à invaginer le sac, on voit encore un nombre plus ou moins grand de muscles m' , partant de la base du sac et allant vers les parois du corps. Ce sont des muscles évaginateurs du sac.

Nous avons vu déjà (Fig. 48) que le sac est couvert à l'extérieur par des poils ou cils rigides et sur la coupe (Fig. 49) nous voyons effectivement que chaque cellule possède à sa région externe, une sorte de plaque plus foncée, plaque qui se colore en bleu par l'indigo-carmin. Sur cette plaque est placé un petit bâtonnet qui est peut-être l'organe sensitif, qui fait contracter les muscles et rejeter le filament urticant. — Dans des animaux fraîchement pêchés, et surtout à l'époque de la maturation sexuelle, les sacs sont remplis de filaments beaucoup plus nombreux.

Rein et coeur.

Le rein ou organe de Bojanus est bien développé chez le *Pseudovermis* et sur la Fig. 1. *re* on le voit. Il est situé du côté droit où se trouve aussi l'intestin, les orifices extérieurs des organes génitaux, l'anus et l'orifice du rein lui-même. On le voit très bien sur les animaux vivants et il apparaît comme un sac rempli de concrétions. Il présente le même aspect sur

les coupes transversales et longitudinales (Figg. 7 et 34). C'est un organe de dimension assez considérable, formé de cellules grandes et claires qui contiennent des concrétions. Il se colore en rouge chez les individus qu'on tient longtemps dans la fuchsine acide. Il possède deux orifices dont l'un extérieur qui s'ouvre tout près de l'anus, comme on peut le voir sur les coupes (Fig. 33. r'). Le canal qui s'ouvre à l'extérieur est très court et, à l'endroit où il commence, les cellules rénales, qui sans doute ne sont pas excrétrices (Figg. 32 et 31), ont une forme toute autre rappelant plutôt celle des cellules tégumentaires. Un second orifice constitue l'ouverture du canal vibratil qui paraît réunir le rein au péricarde. Ce canal, qui dans sa portion voisine du rein est tapissé de nombreux et très longs cils vibratils (Fig. 34. cv) se rend dans une cavité (pc) limitée par de grandes cellules épithéliales, cavité que je suis enclin à considérer comme une sorte de péricard.

L'espace, limité par ces cellules (pc) est visible sur une dizaine de coupes mais disparaît ensuite en avant comme en arrière. C'est donc une cavité bien limitée communiquant indubitablement avec le rein (Fig. 34) par un canal très vibratil (cv), qui est très nettement visible sur toute les coupes.

Après avoir trouvé ce canal j'ai cherché le coeur sur les coupes voisines, mais d'abord je n'ai pas été heureux dans mes recherches; ce n'est qu'après de longues études que j'ai fini par trouver un organe (Fig. 35. c) complètement accolé au foie qui d'après sa forme générale rappelle bien le coeur. Cette découverte a été faite sur une des coupes voisines de celle qui est représentée sur la Fig. 34. — Sur cette coupe l'on voyait encore le canal vibratil de sorte que la position de l'organe en question rappelle bien la situation du coeur. — J'ai étudié de nouveau mes autres préparations de la même région mais sans succès. — Je m'explique ce qui m'arriva par la situation particulière de cette organe accolé au foie, qui forme toujours beaucoup de plis et, pour peu que le coeur soit contracté, il est facile de comprendre qu'on peut ne pas le trouver. J'espère néanmoins pouvoir faire encore quelques recherches à ce sujet et si j'arrive à un résultat satisfaisant je le publierai dans un chapitre supplémentaire.

Systeme nerveux.

Le système nerveux central est constitué par deux ganglions *cérébroïdes* Fig. 4 et 6 c. deux ganglions pédieux (gmp) et deux ganglions pleuraux (gpl). Les ganglions viscéraux ou buccaux n'ont pas pu être retrouvés; il est possible, qu'à cause de la concentration de l'oesophage, ils se sont réunis avec un des ganglions déjà mentionnés.

En rapport avec l'allongement de la région antérieure du corps, le ganglion cérébroïde est aussi dévié vers l'avant, de sorte qu'il n'est pas superposé aux ganglions sous-oesophagiens. Pourtant, quand l'animal se contracte, sa région postérieure arrive au dessus de ces ganglions. La masse cérébroïde est dessinée d'en haut sur la Fig. 4. c. Elle a une forme assez arrondie et à son extrémité antérieure se trouve un bourrelet qu'on pourrait peut-être considérer comme un ganglion réuni au cerveau. — Si l'on fait des coupes en partant de

L'extrémité antérieure de ces bourrelets on voit, que sur les premières on n'a que la section de ces ganglions (Fig. 16. *ba*) et que ce n'est que sur les sections suivantes qu'apparaît de cerveau. — On peut s'en rendre compte sur la photographie (Figg. 15 et 16) de la masse cérébroïde sur laquelle nous trouvons seulement ces bourrelets. Ces ganglions ou bourrelets sont formés de cellules et se présentent comme une masse ganglionnaire. — Suivons les coupes une à une; après en avoir passé trois ou quatre apparaît le ganglion cérébroïde c'est à dire sa couche cellulaire et ce n'est qu'ensuite qu'apparaissent les fibres. La Fig. 17 c. représentant une photographie de coupe, montre les deux ganglions cérébroïdes réunis entre eux par une commissure. La masse cérébroïde se présente donc entière, placée comme de juste sur l'oesophage *oe* au dessous duquel on remarque encore la région postérieure du pharynx avec sa radula (*r*) et les mâchoires (*m*) entourées de muscles.

On voit très bien en comparant cette coupe (Fig. 17) avec la coupe longitudinale (Fig. 6) que les sections à travers la région antérieure de la masse cérébroïde ne rencontrent pas les ganglions sous-oesophagiens. Mais cette éventualité peut se présenter sur les coupes passant plus en arrière; ainsi sur la coupe photographiée Fig. 18, qui passe dans la région des yeux (*y*), on voit les deux masses cérébroïdes déjà divisées par un pli de l'oesophage et en dessous se montre le commencement des ganglions sous-oesophagiens. Sur la coupe Fig. 19 en arrière des yeux on voit les deux otocystes.

Sur les coupes suivantes les ganglions sous-oesophagiens sont très nettement visibles comme on peut s'en convaincre en examinant les photographies et le dessin (Fig. 20). — Ce sont les ganglions pédieux (*gnp*) et les ganglions pleuraux (*gpl*) qui forment la masse sous-oesophagienne. Les ganglions pleuraux sont plus grands, que les pédieux. Les figures de coupes transversales et longitudinales reproduites, nous montrent leurs rapports réciproques.

La Fig. 21 permet de voir la disposition des ganglions qui forment le collier nerveux oesophagien; le dessin a été établi d'après une photographie de sorte qu'il présente toutes les garanties d'exactitude. La coupe était oblique pour permettre d'avoir en même temps les yeux et les otocystes, aussi la coupe de la masse cérébrale paraît plus petite si on la compare à celle d'une section médiane. — L'obliquité de la coupe explique aussi pourquoi le ganglion cérébroïde se montre sous l'aspect d'un amas de cellules entourant une substance centrale ou fibrillaire. Sur des coupes faites à travers un animal à l'état d'extension et qui passent par le ganglion cérébroïde on ne rencontre pas les ganglions sous-oesophagiens. La Fig. 19 le démontre, car la présence des otocystes sur cette coupe nous prouve qu'elle a intéressée la région postérieure des ganglions cérébroïdes. Tout cela démontre que les ganglions sous-oesophagiens sont fortement déviés vers l'arrière. Ces rapports montrent une différence considérable avec ceux que nous avons décrits pour la *Hedyle*⁵⁾ (Pl. II Figg. 18 et 19). Chez ces mollusques en effet les ganglions céphaliques forment un collier tout-à-fait régulier autour du canal buccal. Chez le *Tergipes* les rapports des ganglions sont semblables à ceux de *Pseudovermis*. Cela doit dépendre peut-être du fait qu'ils sont situés en avant ou en arrière du pharynx. — Ce dernier cas est réalisé chez les *Pseudovermis* et les *Tergipes*,

et leurs ganglions céphaliques ne sont pas superposés, les ganglions sous-oesophagiens étant refoulés en arrière.

Organes des sens.

L'oeil (Figg. 1, 4 et 18) est entièrement recouvert par les téguments et presque soudé à l'extrémité postérieure de la masse cérébroïde. Presque immédiatement en arrière se trouvent les otocystes, aussi sur la Fig. 21 les trouvons nous réunis sur les commissures qui unissent les masses cérébroïdes aux ganglions pédieux. Les yeux ont une structure assez étrange; ils possèdent un grand cristallin, aussi volumineux que l'oeil tout entier, entouré du côté interne et postérieur par une couche de pigment assez épaisse; l'oeil peut donc recevoir les rayons qui lui arrivent de l'avant et de côté. Je n'ai pas étudié en détail la structure des yeux.

Les otocystes ont la forme de deux petites vésicules arrondies, accolées aux ganglions cérébroïdes à l'endroit d'où sort la commissure et possèdent chacun un otholyte. Ils touchent presque aux yeux (Figg. 21 et 19). Ce voisinage étroit des otocystes et des yeux et leurs réunions aux ganglions cérébroïdes paraissent être très répandus chez les *Eolidiens* et même les *Doridiens*, comme l'a indiqué Pelsener⁴⁾. — Chez le *Tergipes* les rapports sont presque les mêmes, seulement les otocystes sont situés un peu plus bas.

Les *Pseudovermis* ne possèdent pas des tentacules mais leur tête est allongée, linguiforme et animée de mouvements tactiles. Elle remplit ainsi le rôle des appendices qui se trouvent sur la tête des autres Gastéropodes et en rapport avec cette fonction elle est munie d'un grand nombre de nerfs et de leurs ramifications.

Sur la Fig. 4 sont représentés les troncs nerveux principaux qui se dirigent vers l'extrémité antérieure de la tête. Ces nerfs paraissent avoir comme terminaisons des corps foliacés (Fig. 4. fl). Sur les coupes on voit que ces corps foliacés sont formés à l'intérieur par une masse fibrillaire, qui est le prolongement direct du nerf; à la périphérie on trouve des cellules semblables à celles qui entourent la substance fibrillaire des ganglions. Entre ces cellules périphériques s'insinuent des fibres très fines qui se terminent parmi les cellules des téguments. Ces petits organes malgré leur grande ressemblance extérieure avec les glandes cutanées me paraissent être des organes des sens ayant peut-être la fonction olfactive ou tactile. Il sont parsemés en effet dans la région du corps qui arrive la première en contact avec les objets que rencontre l'animal pendant sa marche. J'ai vu quelque chose de semblable et ayant au fond la même structure chez les *Hedyles*⁵⁾ où j'ai décrit ces formations sous le nom de glandes tentaculaires. Elles ont la forme de petits corps ronds, tapissant les tentacules immédiatement en dessous de l'épithélium extérieur, et se continuent aussi dans le tronc, jusqu'au cerveau et même au delà. J'ai comparé ces corpuscules des *Hedyles* aux glandes olfactives des *Nebalia*. Il est bien possible que nous avons chez les *Pseudovermis* des formations semblables. Chez ces animaux les tentacules ont disparu, et leur rôle est rempli par le prolongement de la tête. Les organes sensitifs qui se trouvent

d'ordinaire sous les téguments des tentacules, se trouvent chez cette forme sous les téguments de la tête, mais ils ne sont plus si concentrés ayant un espace plus considérable à leur disposition. — Malgré les essais que j'ai faits avec le Bleu de Métilène ainsi qu'avec la méthode de Ranvier (imprégnation au chlorure d'or) je n'ai pas réussi à déceler de terminaison nerveuse dans ces organes. Je ne crois tout de même pas me tromper en les considérant comme organes de sens.

On trouve, en dehors de ces organes, aussi des cils immobiles, rigides, sur différentes parties du corps, cils très répandus chez beaucoup des mollusques et que je crois pouvoir ranger aussi parmi les organes des sens. — Je les considère en effet comme des cils tactils. Aux environs du système nerveux central, on trouve aussi des cellules assez grandes (*té*) qui étaient quelques fois en relation avec un nerf et contenaient un corps clair à l'intérieur. Ces cellules me rappellent les «Retinazellen» si répandues sous les téguments des Hirudinées et des Lombrics, mais la structure intime de ces cellules chez *Pseudovermis* est pourtant assez différente.

Appareil reproducteur.

Les glandes génitales n'existaient pas à l'époque où je faisais mes principales recherches sur l'anatomie de *Pseudovermis*, c'est à dire en hiver 1900. — Je ne trouvais que leurs restes sous forme d'amas de cellules situés parmi les replis du foie. Ce n'est qu'au printemps et pendant l'été qu'elles se développent complètement. Même à cette époque je n'ai pas réussi à élucider leur structure; j'espérais pouvoir le faire sur les coupes et j'ai négligé complètement de disséquer sous la loupe des animaux vivants.

Sur les coupes faites dans des animaux hibernant on ne voit en fait, d'organes génitaux, généralement rien ou bien des petits amas des cellules (Fig. 34. *gly*) seulement. Sur des coupes de la même série mais passant beaucoup plus en avant (Fig. 30) on voit des organes génitaux (Fig. 30. *cg*) avec un prolongement allant vers l'intérieur, du côté où se trouve aussi l'orifice anal et l'orifice rénal. Cette Fig. 30 nous démontre aussi que l'orifice génital s'ouvre dans la région hépatique du corps c'est à dire audela de l'estomac.

Les glandes génitales disparaissent presque complètement pendant l'hiver et sur plusieurs coupes reproduites par la photographie (Pl. II) elles manquent complètement. Cela établit une grande différence avec l'époque de la maturité sexuelle; à cette époque en effet, sur toute les coupes, même dans la région de l'estomac, on trouve soit les glandes génitales proprement dites, c'est à dire les ovaires et les testicules, soit les glandes annexes, avec le receptaculum seminis. Sur la Fig. 36 nous reproduisons une coupe de la région postérieure du corp d'un *Pseudovermis* pourvu des glandes génitales développées et capturé au mois de Mai. Du côté droit on voit trois vésicules *ov* remplies d'ocufs à différents états de développement, du côté gauche les testicules (*t*). Le foie est refoulé vers la partie dorsale du corps.

Les oeufs, lorsqu'ils sont mûrs, contiennent un grand nombre de vésicules vitellines qui se colorent en rouge par l'éosine et en jaune par l'acide picrique, ce qui les rend très visibles. — Les glandes annexes chez des *Pseudovermis* semblables sont tellement développées qu'elles refoulent dans différentes directions la portion antérieure du foie et même l'estomac, et enchevêtrent tellement les organes qu'il est bien difficile de comprendre leurs rapports réciproques.

Ayant négligé comme je dit plus haut de disséquer les animaux vivants je ne suis plus en état de donner une description d'après les coupes. Je dois me borner à constater que les différentes glandes annexes sont très considérables et très développées.

On trouve les spermatozoïdes dans les testicules (Fig. 36. t) ainsi que dans la vésicule du receptaculum seminis, dans ce dernier, sans doute, après la copulation seulement. Ces spermatozoïdes ont une forme presque arrondie, et présentent une fossette à l'endroit d'où part le fouet vibratil. Ceux du receptaculum seminis me paraissent être plus petits que ceux qui se trouvent dans les testicules.

En ramassant les *Pseudovermis* pendant l'été 1901 j'ai trouvé aussi de petits amas d'oeufs, qui étaient entourés par une masse gélatineuse attachée par un pédoncule aux cailloux. Les oeufs se trouvaient à différents états de développement depuis la phase de simple segmentation jusqu'aux embryons ou larves qui rappelaient complètement les embryons de autres *Eolidiens* — C'étaient des larves veligères pourvues d'une coquille embryonnaire. Les larves ne présentaient rien autre de particulier qu'une grande tache noire ou brune très foncée je crois située au environs du vellum. Les *Pseudovermis*, que j'avais isolés, pondirent aussi des amas d'oeufs semblables à ceux trouvés parmi les cailloux habités par les *Pseudovermis*. C'étaient donc bien les oeufs de ce mollusque. Vers l'automne, au commencement de mois d'Août, on trouve de très petits *Pseudovermis* qui étaient sans doute des jeunes de l'année.

En terminant cette étude encore bien incomplète je crois pouvoir affirmer que le *Pseudovermis paradoxus* est un *Eolidien* dégradé et développé dans une direction spéciale. La disparition des appendices dorsaux et des tentacules, et la présence du sacs à cnidocytes avec leurs communication avec le foie indique une simplification ou une régression. La présence des mandibules et celle de l'appareil pharyngien, la radula formée de trois rangées de dents comme aussi le renforcement de la portion médiane de la mandibule et son prolongement en arrière sous forme d'une soie, indique au contraire un certain progrès ou complication. Si l'on fait la comparaison avec le *Tergipes* de la mer Noire, on peut dire que le *Pseudovermis* est dégénéré sous certains rapports; à d'autre points de vue il est plus évolué. — Il serait très intéressant de trouver des formes intermédiaires entre les genres *Pseudovermis* et *Eolidiens*. J'ai déjà quelque peu réussi, comme on peut le voir en lisant la description sommaire que je vais donner d'une autre espèce de *Pseudovermis* trouvée à Mytilène.

Pseudovermis papillifera Mihi.

Au mois d'Octobre de l'année 1900, après avoir fini mes recherches au Iles des Princes, dans la mer de Marmara, et aux environs de Constantinople, j'ai décidé d'explorer les régions voisines de la Méditerranée pour voir si les *Hedylides* et les *Pseudovermis* des mers Noire et de Marmara se trouvent aussi dans ces parages. Je n'ai pas pu faire mes recherches dans les Dardanelles à cause des difficultés matérielles et même politiques que rencontre le naturaliste sur ces côtes. Mais je me suis d'abord rendu à Smyrne, où je n'ai pas été heureux, le fond du golfe n'étant pas un endroit favorable à mes recherches. Cette baie est presque partout vaseuse et les *Hedyle* et le *Pseudovermis* habitent les fonds sablonneux. L'animation d'une grande ville commerciale comme Smyrne rendait mes excursions bien difficiles. Après avoir perdu beaucoup du temps sans trouver des fonds convenables, je me rendis à l'île de Mytilène (Metiline) où les cartes maritimes indiquent des fonds de sable et de coquilles. — Il est cependant possible qu'on puisse trouver aussi à Smyrne des fonds sablonneux. — Je note ici, en effet, que pendant une de mes excursions je trouvais un petit banc de sable, et même ma drague rapporta un *Amphioxus* mais, ensuite malgré les efforts des mes bateliers ce banc n'a plus été retrouvé. A Mytilène où je suis arrivé vers la fin d'Octobre, j'ai trouvé des bancs sablonneux et dès la première excursion je pu me procurer plusieurs *Hedyle*. J'ai retrouvé ensuite toutes les espèces de *Hedyle* déjà rencontrées dans la mer de Marmara et aussi quelque *Pseudovermis* que me parurent être les mêmes que ceux que j'avais déjà étudiés. Ce n'est que beaucoup plus tard que j'ai trouvé un exemplaire qui avait des papilles dorsales (Pl. IV, Fig. 52. p). Après l'avoir étudié vivant autant qu'il m'a été possible sans le maltraiter, je l'ai fixé au liquide de Lang et je l'ai conservé dans l'alcool. A la suite de cette découverte j'ai repris mes recherches avec beaucoup d'ardeur, mais pendant toute une semaine je ne pus en retrouver un seul, de sorte que je commençais déjà à considérer cet exemplaire comme monstrueux, comme un *Pseudovermis paradoxus*, chez lequel les papilles dorsales avaient grandi d'une manière anormale. Mais je finis par en trouver un autre, puis un troisième. Il n'y avait plus moyen de douter, c'était bien une forme distincte, une nouvelle espèce qui facilite la transition du *Pseudovermis paradoxus* aux *Eolidiens*. En général les *Pseudovermis* étaient bien rares à Mytilène, et ceux avec des papilles encore plus. En tout, pendant deux semaines de recherches bien assidues, c'est à peine si j'ai trouvé une dizaine de ces animaux et encore quelques uns en mauvais état.

La Fig. 52 représente un *Pseudovermis papillifera* dessiné ici à St.-Pétersbourg d'après exemplaire conservé. Les papilles sont très nettes, et ce qui est très favorable à la bonne conservation de l'animal c'est qu'elles ne se contractent pas, de sorte que sur les individus conservés on les voit presque aussi bien que sur les vivants.

Les mouvements et la manière d'agir de cette espèce ne diffère en rien de ceux du *P. paradoxus*. Le déplacement se fait d'une manière tranquille et lente, l'animal se recourbe et s'enroule si on le dérange, sans contracter ses papilles; on voit par transparence les yeux, les otocystes et le pharynx avec ses mâchoires et la radula. J'ai cru d'abord que la différence entre les deux espèces n'était qu'extérieure mais, en procédant à des études plus détaillées, j'ai trouvé que cette espèce diffère considérablement de l'autre par la structure de ses organes internes. Je n'ai malheureusement pas étudié suffisamment cette question et j'ai dû la remettre à une autre occasion. — La nouvelle espèce possède un pied beaucoup plus large (Figg. 53 et 54) et aussi des cils vibratils à un endroit qui correspond peut-être aux tentacules disparues (Fig. 53. *c*). En outre les cils sont beaucoup plus répandus que chez le *Ps. paradoxus* et on trouve dans les téguments des cellules isolées (Fig. 54) couvertes de cils vibratils, comme c'est le cas chez le *Tergipes*. — La forme paraît être plus massive et la distance entre la première paire de papilles et l'extrémité de la tête est plus courte relativement à celle qui sépare ces deux régions chez le *Ps. paradoxus*. Les papilles ne sont pas aussi symétriquement disposées que le sont chez le *Ps. paradoxus* les sacs à cnidocystes. Du côté droit il manque même une papille. Les deux premières papilles (Fig. 52) sont disposées symétriquement, de la seconde paire il ne reste plus que la papille gauche, celle de droite manque complètement. Cela est dû peut-être au fait que c'est dans l'espace qui sépare la première et la seconde papille du côté droit que s'ouvrent les orifices du canal intestinal (*a*), du rein et des organes génitaux (*og*). A la troisième papille du côté gauche correspond une papille du côté droit, mais cette dernière est légèrement déviée vers l'avant; les 4-me, 5-me et 6-me papilles vont par paire, mais toujours celles de droite avancent un peu sur celles de gauche. Les deux dernières paires, la 7-me et 8-me sont beaucoup plus petites, mais symétriques. Nous avons donc 8 papilles du côté gauche, et 7 du côté droit.

Entre la première et la seconde papille du côté droit on voit deux protuberances (*og*) dont je considère l'une comme l'orifice génital et l'autre (*a*) comme l'anus, ou, peut-être, l'orifice extérieur du rein.

L'organisation correspond en général à celle de *Ps. paradoxus*, mais dans l'organisation interne comme dans l'externe cette espèce se rapproche plus des *Eolidiens* vrais; ainsi, en ce qui concerne la pharynx, et notamment la structure des mandibules, *P. papillifera* présente quelques traits intermédiaire entre *Eolis* et *Ps. paradoxus*. Sur la Fig. 55 nous reproduisons cet appareil de *Ps. papillifera*, qui diffère de celui de *Ps. paradoxus*, Figg. 41 et 42, par l'absence presque complète de l'épaississement médian que nous avons comparé aux soies (*s*) des annélides. Ce n'est que dans la région médiane (Fig. 53. *m*) qu'on voit un faible épaississement qui ne se prolonge pas jusqu'à l'extrémité et qui se perd dans l'épaisseur de la plaque des mandibules mêmes. En comparant la structure de cette mandibule avec celle du *Tergipes*, on voit chez ce dernier que la plaque chitineuse de la mandibule s'amincit vers l'arrière et l'intérieur, et ne possède rien qui puisse correspondre à l'épaississement du bord intérieur si bien développé chez le *Ps. paradoxus*. De même je ne trouve rien de comparable

au prolongement postérieur en forme de soie. Les *Eolis*, montrent des dispositions semblables comme cela se voit par exemple sur les dessins de P. Pelsener Pl. XV Figg. 126 et 127 II et IV représentent les coupes transversales des mandibules d'*Eolis*. On voit en effet la forme de simples plaques chitineuses de même épaisseur sur toute leur longueur et largeur. Sur les photographies des coupes transversales de *Ps. paradoxus* (Figg. 16, 17 et 18) nous voyons au contraire ces épaissements (s) en forme de bourrelets très élargis si on les compare à la mandibule elle-même. Chez *Ps. papillifera* cet épaissement est beaucoup plus faible (Fig. 53 s) et il manque complètement chez le genre *Eolis*. Il est manifeste donc qu'à ce point de vue le *Ps. papillifera* est une forme intermédiaire entre les *Eolis* et le *Ps. paradoxus*. Ce fait est très intéressant parcequ'il concorde avec ce que nous avons constaté pour la forme extérieure de ces deux espèces. Les papilles dorsales courtes du *Ps. papillifera* sont déjà en régression au point de vue de la grandeur et du nombre, si on les compare à celles des *Eolis*, mais elles sont intermédiaires entre le genre *Eolis* et le *Ps. paradoxus* chez lequel il ne reste plus que les bourrelets avec leurs sacs à cnidocystes.

De sorte qu'au point de vue des papilles dorsales comme pour la structure des mandibules le *Pseudovermis papillifera* est intermédiaire entre les *Eolidiens* proprement dits et le *Pseudovermis paradoxus*. Il existe donc une différence considérable dans la structure des mandibules, mais les radula des ces deux espèces ne sont pas semblables non plus; pour se faire une idée exacte de cet organe chez *Ps. papillifera* il faut comparer les Fig. 45 et 56; on remarquera une certaine différence dans les plaques elles-mêmes. Celles de *Ps. paradoxus* sont plus droites à leurs bords antérieurs comme cela se voit encore mieux sur la photographie Fig. 44, chez le *Ps. papillifera* elles sont plus convexes. Les dents eux-mêmes diffèrent, mais la différence la plus marquée s'observe entre les plaques latérales. Chez le *Ps. paradoxus* Fig. 45 elles sont larges et leurs bases pénètrent dans des enfoncements correspondants creusés dans les plaques centrales (Fig. 45. pl). Chez le *Ps. papillifera* elles sont plates (Fig. 56) et seulement accolées aux plaques centrales; cela différencie assez notablement les plaques des ces deux espèces. Le nombre des plaques me paraît le même: de 35 à 36.

La disposition des autres organes présent aussi quelques différences, qui sont le plus marquées dans la structure des organes génitaux et dans celle de leurs conduits, concentrés dans la région antérieure du corps, immédiatement après la tête. Ils refoulent beaucoup d'organes dans la cavité de la tête. Ainsi sur la Fig. 53, représentant une coupe qui passe en avant des ganglions cérébroïdes et des yeux, c'est à dire dans la région antérieure de la tête, on trouve déjà des replis de l'oesophage et un peu plus en arrière on voit la portion antérieure de l'estomac qui recouvre les ganglions cérébroïdes. Cela se montre sur les coupes, c'est à dire sur des individus contractés et raccourcis pendant la conservation, pourtant la même méthode de conservation ne produit pas un déplacement aussi considérable des organes chez *Ps. paradoxus*. On trouve sur toute les coupes sous l'estomac un organe de forme circulaire, tapissé à l'intérieur par de grandes cellules glandulaires et recouvert par une épaisse couche de

muscles Fig. 54. *cg.* — L'estomac, comme on le voit sur la même figure, est pourvu de prolongements digitiformes qui pénètrent dans la cavité du corps et qui manquent complètement chez le *Ps. paradoxus*. Les glandes salivaires sont très peu développées, et se trouvent refoulées du côté gauche. Je n'ai pas réussi à trouver sur mes exemplaires conservés, ni le rein, ni le coeur. J'attribue ce fait au développement demesuré des glandes génitales, qui ont déplacé tous les organes. — Il est néanmoins indubitable que le *Ps. papillifera* est une espèce bien différente de *Ps. paradoxus* et qu'il est une forme de passage entre cette dernière espèce et les vrais *Eolidiens*.

J'ai déjà mentionné que les *Pseudovermis* sans papilles, que j'ai trouvé à Mytilène, ne me paraissaient différer en rien de *Pseudovermis paradoxus* de Sebastopol mais en les étudiant avec plus d'attention j'ai découvert une différence qui pourrait peut-être être spécifique. Le nombre des sacs à cnidocystes est plus considérable; chez le *Ps. paradoxus* il existe en effet 7, tout au plus 8 paires, chez la forme de Mytilène je compte au moins 13 paires, jamais moins. Les mandibules ensuite (Fig. 57) présentent cette différence que l'épaississement intérieur (Fig. 57. *s*) est beaucoup plus considérable et se prolonge beaucoup plus en arrière sous forme de soie libre. La structure intime de cette soie est aussi différente; elle possède de stries transversales, rappelant les stries d'accroissement que l'on trouve quelque fois sur les soies larges des annélides. Sur les coupes transversales (Fig. 58) l'épaississement (*s*) se présente beaucoup plus large que l'épaississement correspondant de *Pseudovermis paradoxus*. Dans la disposition des organes intérieurs on observe aussi quelques différences. Ainsi l'orifice génital est placé plus en arrière que chez le *Ps. paradoxus*.

Je mentionne ces différences, qui montrent que peut-être il existe encore une espèce de *Pseudovermis*; mais je ne veux pas encore la nommer, car mes observations sont trop incomplètes.

Monsieur le Dr. Emile G. Racovitza, sous Directeur de Laboratoire Arago à Banyuls sur mer, à eu l'extrême obligeance de corriger le Français de mon texte, ainsi que les épreuves; je le prie d'accepter mes remerciements les plus sincères.

Monsieur S. Noporogny et Madame Antonina Faussek ont pris beaucoup de soins pour faire les photographies et les dessins de mes préparations et je m'empresse de leurs exprimer ma plus vive reconnaissance.

Bibliographie.

- 1) Périaslavzeff, S. Дополненія къ фаунѣ Черного моря съ двумя таблицами. Pseudo-vermis. Труды Общества Испытателей Природы при Харьковскомъ Университетѣ. 1890—1891 г. т. 25. стр. 267.
 - 2) Ковалевскій, А. Отчетъ о моихъ зоол. изслѣд. въ Севастополѣ лѣтомъ 1899 года. Извѣстія Имп. Академіи Наукъ. 1890 г. Февр. стр. 202.
 - 3) Nordman, A. von. Versuch einer Natur- und Entwicklungsgeschichte des *Tergipes Edwardii*. Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg. Tome IV. 1845. Pl. II.
 - 4) Pelsener, Paul. Recherches sur divers opistobranches. Mémoires couronnés des savants étrangers publié par l'Académie royale de Belgique. P. 15, Pl. 14 et 15. Tom. LIII. 1894.
 - 5) Kowalevsky, A. Les *Hedylidés*, étude anatomique. Mémoire de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg. série. vol. 1901.
-

Explication des planches.

Lettres communes à toutes les figures.

<i>a</i> , orifice anal ou anus.	<i>es</i> , estomac.
<i>b</i> , bouche.	<i>ep</i> , épithélium externe.
<i>ba</i> , extrémité antérieure du cerveau ou ganglion cérébroïde.	<i>in</i> , intestin.
<i>c</i> , cerveau, ganglion ou masse cérébroïde.	<i>m</i> , mandibule.
<i>csa</i> , conduit du sac à cnidocystes.	<i>mc</i> , muscle circulaire.
<i>cb</i> , cavité buccale.	<i>ml</i> , muscle longitudinal.
<i>cv</i> , canal vibratil.	<i>ov</i> , ovaire.
<i>cg</i> , conduit de la glande génitale.	<i>oe</i> , oesophage.
<i>dm</i> , dent médiane de la radula.	<i>ot</i> , otocyste.
<i>dl</i> , dent latérale.	<i>p</i> , pied.
<i>f</i> , foie.	<i>pca</i> , péricarde.
<i>fl</i> , renflement nerveux.	<i>pr</i> , poils raides.
<i>gc</i> , glande cutanée.	<i>pc</i> , plaque centrale de la radula.
<i>gls</i> , } glandes salivaires.	<i>pl</i> , plaque latérale de la radula.
<i>gls'</i> , }	<i>re</i> , rein ou organe de Bojanus.
<i>glp</i> , glande pédieuse.	<i>r</i> , radula.
<i>glap</i> , glande pédieuse antérieure.	<i>s</i> , bord intérieur de la mandibule et son prolongement en arrière en forme de soie.
<i>gnp</i> , ganglion pédieux.	<i>sc</i> , sac à cnidocystes.
<i>gpl</i> , ganglion pleural.	<i>t</i> , testicules.
<i>gr. n</i> , grandeur naturelle.	<i>tc</i> et <i>tc'</i> , cellules disposées sur le traquet des fibres nerveuses.
<i>glg</i> , glande génitale.	
<i>hv</i> , houpe des cils vibratils.	<i>y</i> yeux.

Planche I.

- Fig. 1. *Pseudovermis paradoxus* Périaslavzeff en train de ramper. Grandeur naturelle de 4—6 mm.
- Fig. 2. Photographie d'une coupe longitudinale d'un *Pseudovermis* très contracté, seulement quatre sacs à cnidocytes sont visibles sur la coupe.
- Fig. 3. Photographie d'un animal entier, fixé à l'aide du liquide de Herman et conservé dans la glycérine; les points noirs indiquent les glandes cutanées (Fig. 10. *gc*); *sc* le premier sac à cnidocytes et *csc* le canal qui de ce sac se rend au foie (Fig. 38 *csc*).
- Fig. 4. Extrémité antérieure ou tête du *Pseudovermis* grossie, pour montrer la disposition des renflements nerveux (*fl*) qu'on trouve sur les troncs nerveux avant leurs terminaisons dans les téguments.
- Fig. 5. Coupe longitudinale; dessin fait d'après une photographie pour montrer la disposition des principaux organes et les commencements du foie et celui de l'intestin.
- Fig. 6. Extrémité antérieure de la même coupe, à un plus fort grossissement.
- Fig. 7. Photographie de la même série des coupes passant dans la région médiane du corps, où se trouve le rein (*re*).
- Fig. 8. Dessin fait d'après une photographie; les deux séries des glandes pédieuses (*glp*) indiquent les limites du pied; l'amas de ces glandes à l'extrémité antérieure (*glap*) indique l'endroit où commence le pied.
- Fig. 9. Le pied et les glandes pédieuses (*glp*), à un plus fort grossissement.
- Fig. 10. Coupe longitudinale des téguments, sur laquelle on voit la disposition des couches musculaires et des glandes cutanées (*gc*) parmi les cellules épithéliales.

Planche II.

- Fig. 11. Photographie d'une coupe transversale de l'extrémité antérieure de la tête en avant de la bouche.
- Fig. 12. Une des coupes suivantes sur laquelle on voit la bouche (*b*) et la cavité buccale.
- Fig. 13. Une des coupes suivantes sur laquelle on voit la cavité buccale (*bc*).
- Fig. 14. Une des coupes suivantes avec la cavité buccale à l'endroit où elle s'élargit avant de déboucher dans le pharynx (Pl. I, Fig. 6).
- Fig. 15. Coupe suivante sur laquelle on voit le commencement des mandibules (*m*) avec leurs dents antérieures (*m'*), ainsi que le commencement du pied (*p*) et la glande pédieuse antérieure (*glap*).
- Fig. 16. Coupe encore plus postérieure immédiatement en avant du cerveau, *ba* indique les deux prolongements antérieurs du cerveau; *m* mandibules et *s* le bord épaissi intérieur de mandibules.

- Fig. 17. Coupe qui passe par la région médiane de la masse cérébroïde sur l'emplacement de la commissure qui réunit les deux ganglions *c*.
- Fig. 18. Coupe qui passe dans la région postérieure du cerveau. On y voit le yeux, *y*, et les ganglions sous-oesophagiens; l'oesophage (*oe*) pénètre entre les lobes cérébraux.
- Fig. 19. Coupe encore plus postérieure, l'estomac paraît recouvrir les parties postérieures et latérales des ganglions cérébroïdes à l'endroit où sont placés les otocystes *ot*.
- Fig. 20. Coupe encore plus postérieure. On voit les deux ganglions pleuraux (*gpl*) réunis par une commissure assez longue; en dessous les prolongements postérieurs des mandibules ayant la forme de soies (*s*) entourées de leurs glandes et des leurs muscles *m*.
- Fig. 21. Vue latérale de centres nerveux faite d'après la photographie d'une coupe longitudinale; le ganglion cérébroïde *c*; pédieux (*gnp*) et pleural (*gpl*); *y* yeux; *ot* otocyste.
- Fig. 22. Coupe plus postérieure, qui passe par les deux sacs à cnidocystes *sc*, l'estomac (*es*) et les glandes salivaires (*gls*).
- Fig. 23. Coupe encore plus postérieure, sur laquelle on voit le canal (*csc*) qui part de l'estomac pour se diriger vers le sac à cnidocystes.
- Fig. 24. Coupe qui passe par l'extrémité postérieure de l'estomac où commence le foie (*f*) et l'intestin (*n* et *pv*); *al*, aliment et excrétion hépatique.
- Fig. 25. Coupe encore plus postérieure sur laquelle on voit le foie *f* et l'intestin *in* déjà séparés.
- Fig. 26. Coupe encore plus postérieure *in* intestin, *csc* canal du sac cnidocystes.
- Fig. 27. Coupe longitudinale sur laquelle on voit le commencement du foie (*f*) et de l'intestin (*in*).
- Fig. 28. Coupe transversale de la partie postérieure de l'estomac avec le deux plaques vibratiles (*pv*), qui se prolongent plus loin dans l'intestin; *n* espace sans cils vibratils.
- Fig. 29. Dessin de l'endroit, situé un peu en arrière de celui qui est représenté sur la photographie Fig. 24, où l'intestin (*in*) composé de deux plaques vibratiles (*pv*), se sépare du foie (*f*); *n* espace non recouvert de cils vibratils.

Planche III.

- Fig. 30. Coupe transversale passant en arrière de la région stomacale; *cg* orifice extérieur du conduit génital; on voit l'intestin (*in*) et le rein (*r*).
- Fig. 31. La partie droite de l'une des coupes suivantes en avant de l'amas; une portion des parois de rein est composée de cellules épithéliales simples, non glandulaires.
- Fig. 32. Une coupe plus postérieure, *a* orifice anal.
- Fig. 33. Reste de l'orifice anal *a*; *r'* orifice extérieur du rein.
- Fig. 34. Une coupe plus postérieure, d'une autre série des coupes; *cv* canal vibratil qui réunit le rein au pericarde (?) *pc*; *glg* glande génitale.
- Fig. 35. Coupe suivante, *c* coeur (*c*); canal vibratil *cv*; *r* rein.

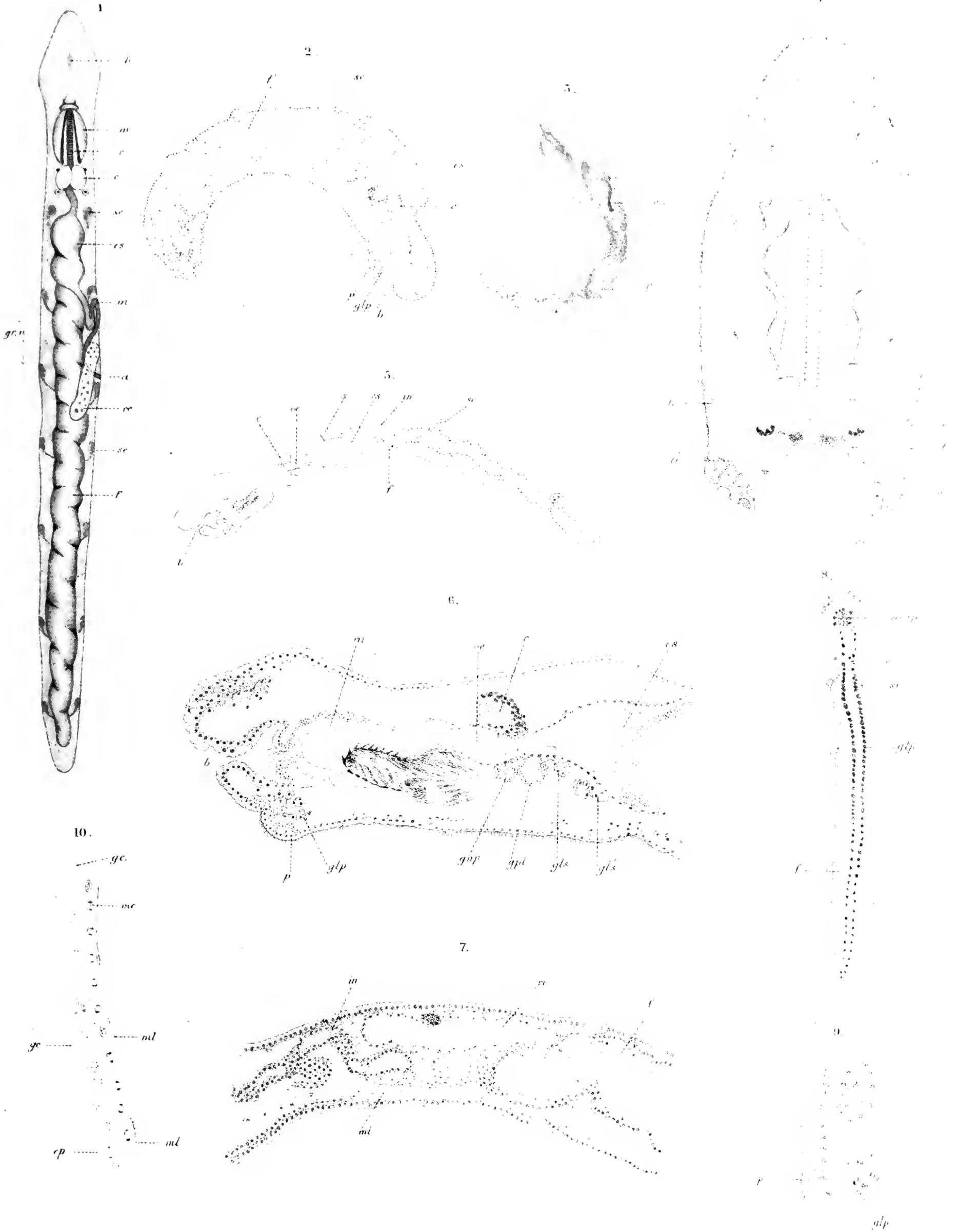
- Fig. 36. Une coupe encore plus postérieure d'un individu qui a les glandes génitales développées; *ov* ovaire; *t* testicule avec des spermatozoïdes.
- Fig. 37. Glandes salivaires *gls*; *glp* ganglion pleural; *cg* conduit glandulaire.
- Fig. 38. La partie antérieure de la Fig. 3 à un plus fort grossissement pour montrer le conduit (*csc*) qui réunit le sac à cnidocystes (*sc*) au foie (*f*); *es* estomac.
- Fig. 39. Ce même canal à un plus fort grossissement; on voit même les fibres musculaires *m*; *f* foie.
- Fig. 40. Coupe de l'estomac *es* à l'endroit où commence le conduit (*csc*) qui se dirige vers le sac à cnidocystes; c'est une coupe voisine de celle dont la photographie est reproduite sur la Fig. 23, sur cette dernière on voit aussi le conduit (*csc*) et aussi une certaine courbure dans l'épithélium stomacal.
- Fig. 41. Photographie des mandibules et de la radula pour montrer les rapports exacts de ces diverses parties *r* radula; *m* mandibule; *s* bord intérieur de la mandibule et son prolongement en arrière en forme du soie.
- Fig. 42. Un dessin, d'après préparations de l'appareil buccal; *dm* dents antérieures des mandibules.
- Fig. 43. Une mandibule anormale pourvue de sorte de spicules *e*.
- Fig. 44. Photographie de la radula à un très fort grossissement, pour montrer la disposition de dents sur la plaque centrale et la disposition de plaques latérales.
- Fig. 45. Trois séries de plaques de la radula pour montrer leurs disposition et celles des dents, *pc* plaques centrales; *pl* plaques latérales; *dm* dents medianes; *dl* dents laterales.

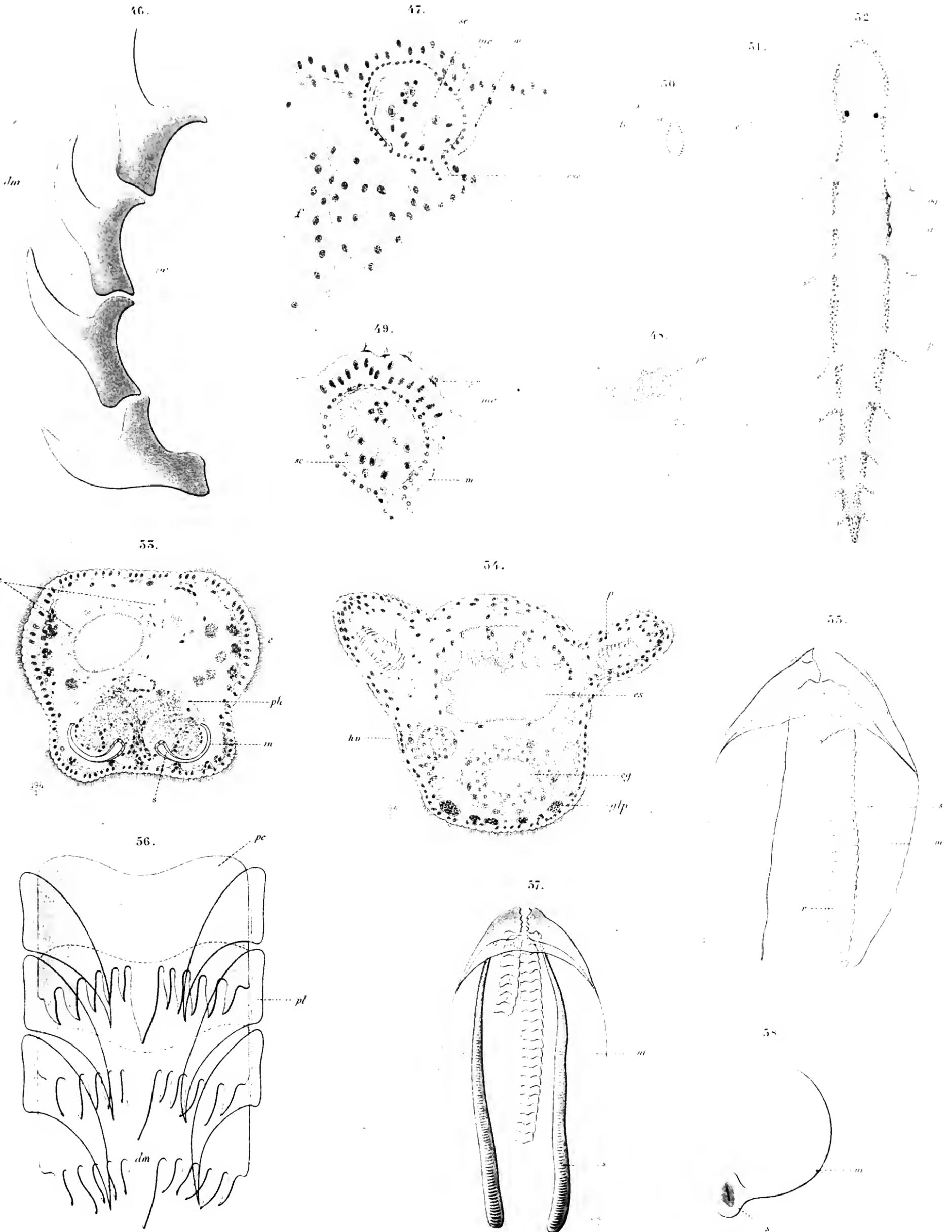
Planche IV.

- Fig. 46. Disposition des dents médianes (*dm* Fig. 45) à un très fort grossissement $\frac{\text{Im. 1. 5}}{\text{Oc. 4}}$ de la préparation reproduite sur la Fig. 6; *dm* dents medianes; *pc* plaques centrales.
- Fig. 47. Photographie d'un sac à cnidocystes faite d'après une coupe longitudinale pour montrer le canal *csc* qui part du fond du sac pour se rendre au foie *m* muscles retrac-teurs; *mc* muscles circulaires.
- Fig. 48. Un sac à cnidocystes (*sc*) dessiné d'après un animal vivant; on voit les poils raides (*pr*) qui recouvrent le bouton saillant du sac.
- Fig. 49. Dessin du même sac à cnidocystes qui est photographié sur la Fig. 47 pour montrer la disposition des corps urticants dans les cellules et la structure de poils raides qui se trouvent à l'extrémité saillante du sac.
- Fig. 50. Les corps urticants; *a* un corps de l'intérieur d'une cellule, avec un filament enroulé en spirale (*a*) et l'autre libre (*b*).
- Fig. 51. Un fil urticant plus petit, dessiné au même grossissement que sur la figure précédente.
- Fig. 52. *Pseudovermis papillifera* mihi, diffère de l'espèce que nous avons figurée plus haut par la présence des papilles *p*; *og* orifice génital; *a* anus.

- Fig. 53. Coupe transversale de la région antérieure, passant en avant du cerveau; *oe* l'oesophage fait une pli qui se prolonge en avant; *ph* pharynx; *m* mandibule; *s* leurs bords intérieures, très peu épaissis; les partie *c*, couvertes des cils vibratils, correspondent peut-être à des tentacules complètement aplatis.
- Fig. 54. Coupe transversale du même *Pseudovermis*, passant par la première paire des papilles; *es* estomac; *cg* conduit génital; *hv* houpes des cils vibratils.
- Fig. 55. Appareil buccal du *Pseudovermis papillifera*. Il diffère de celui du *Ps. paradoxus* par le faible épaissement du bord interne de la mandibule (*s*) et l'absence complète du prolongement postérieur, en forme d'un soie. Le nombre des plaques de la radula est de 36 et elle atteint l'extrémité postérieure des mandibules (comparer Figg. 41 et 42).
- Fig. 56. Trois rangées de plaques de la radula de *Ps. papillifera*, comparée avec celles de *Ps. paradoxus* Figg. 44 et 45. Les plaques centrales (*pc*) ont une entaille plus profonde au milieu; les plaques latérales (*pl*) sont plus plates; les dents médianes plus courtes et plus larges.
- Fig. 57. Appareil buccal d'un *Pseudovermis de Mytilène*; les mandibules (*m*) sont plus longues comparativement à celles du *Ps. paradoxus*, l'épaississement central *s* est plus prononcé, et son prolongement postérieur, en forme de soie, plus long et couvert des stries transversales, comme on les observe sur les soies des quelques annélides.
- Fig. 58. Coupe transversale d'une mandibule (*m*) du même *Pseudovermis*, on voit l'épaississement central *s* beaucoup plus considérable que chez l'autre espèce.







ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.
MÉMOIRES
DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.
VIII^e SÉRIE.
ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ. CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.
Томъ XII. № 5. **Volume XII. № 5.**

NOUVELLE FORME DU THÉORÈME

SUR

LA LIMITE DE PROBABILITÉ.

PAR

A. Liapounoff.

(Lu le 25 avril 1901).

C. - ПЕТЕРБУРГЪ. 1901. ST. - PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской
Академіи Наукъ:

Н. Н. Глазунова, М. Эггера и Комп. и К. Л. Риккера въ С.-Петербургѣ,
П. П. Карбасникова въ С.-Петербур., Москвѣ, Варшавѣ и
Вильнѣ,
П. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
П. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie IMPÉRIALE des
Sciences:

J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Péters-
bourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et
Vilna,
N. Oglobline à St.-Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopoff à Odessa,
N. Kymmel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цена: 80 коп. — Prix: 2 Mark.

1. Soient

$$x_1, x_2, x_3, \dots$$

des variables indépendantes en nombre illimité, dont les valeurs, appartenant à des ensembles donnés de nombres réels, sont dues au hasard.

Soient ensuite

$$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$$

les espérances mathématiques de ces variables et

$$a_1, a_2, a_3, \dots$$

les espérances mathématiques des quantités

$$(x_1 - \alpha_1)^2, (x_2 - \alpha_2)^2, (x_3 - \alpha_3)^2, \dots$$

Enfin, soient z_1 et z_2 deux nombres donnés quelconques dont le second sera supposé le plus grand.

Dans le Mémoire que j'ai publié l'année dernière dans le *Bulletin de l'Académie* (t. XIII), j'ai fait voir que l'expression limite

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{z_1}^{z_2} e^{-z^2} dz$$

de la probabilité des inégalités

$$z_1 < \frac{x_1 - \alpha_1 + x_2 - \alpha_2 + \dots + x_n - \alpha_n}{\sqrt{2(a_1 + a_2 + \dots + a_n)}} < z_2,$$

n croissant indéfiniment, est exacte dans des conditions bien générales. D'ailleurs, dans les *Comptes rendus* (21 janvier 1901), j'ai signalé ensuite la possibilité de certaines généralisations ultérieures.

Or, dans ces généralisations, on peut aller plus loin encore, et maintenant je présente, sur le même sujet, un nouveau Mémoire, où je donne l'exposition des résultats que j'ai obtenus depuis.

Ces résultats sont contenus dans la proposition qu'on trouvera énoncée au numéro suivant.

On verra que c'est une proposition d'une grande généralité. Mais, quoiqu'elle soit beaucoup plus générale que celle que j'ai établie dans le Mémoire précédent, la méthode que j'y ai employée suffira pour en donner la démonstration. Il n'y aura, à cet effet, qu'à modifier convenablement l'évaluation de certaines limites supérieures et à s'appuyer sur une proposition, dont quelques cas particuliers se sont déjà présentés dans le Mémoire précédent.

Cette proposition, qui jouera dans ce qui suit le rôle de lemme, est ainsi conçue:

Soient

$$x', \quad x'', \quad x''', \quad \dots$$

une suite de nombres positifs et $f(x)$ une fonction quelconque dont les valeurs

$$f(x'), \quad f(x''), \quad f(x'''), \quad \dots$$

sont toutes positives. En posant, d'une manière générale,

$$F(x') + F(x'') + F(x''') + \dots = \sum F(x)$$

et en entendant par l, m, n des nombres quelconques vérifiant les inégalités

$$l > m > n \geq 0,$$

on aura

$$\left(\sum f(x) x^m \right)^{l-n} < \left(\sum f(x) x^n \right)^{l-m} \left(\sum f(x) x^l \right)^{m-n}.$$

Il est bien facile de l'établir.

A cet effet, on commencera par le cas où l, m, n sont des entiers. Dans ce cas, l'expression

$$\left(\sum f(x) x^n \right)^{l-m} \left(\sum f(x) x^l \right)^{m-n} - \left(\sum f(x) x^m \right)^{l-n}$$

se présentera sous forme d'une somme multiple, et pour établir qu'elle est toujours positive, il n'y aura qu'à effectuer certaines transformations qui se présentent d'elles-mêmes et à s'appuyer ensuite sur la proposition connue que, pour des quantités positives, la moyenne géométrique ne surpasse jamais la moyenne arithmétique.

Cela étant établi, on étendra le lemme au cas où l, m, n sont des nombres rationnels quelconques, en ramenant ce cas au précédent, et dès lors il sera facile de l'étendre au cas général, où l, m, n sont des nombres arbitraires.

Le plus fréquemment nous aurons à nous appuyer dans la suite sur le cas particulier suivant du lemme :

Si l'on a

$$\sum f(x) = 1,$$

on aura

$$\left(\sum f(x) x^m \right)^l < \left(\sum f(x) x^l \right)^m,$$

toutes les fois que le nombre positif m est plus petit que l .

2. Avec les notations définies plus haut, la proposition que nous allons établir peut s'énoncer ainsi :

Étant désignés par δ un nombre positif et par d_i l'espérance mathématique de la quantité

$$|x_i - \alpha_i|^{2+\delta},$$

toutes les fois qu'il existe des valeurs fixes de δ , pour lesquelles le rapport

$$\frac{(d_1 + d_2 + \dots + d_n)^2}{(a_1 + a_2 + \dots + a_n)^{2+\delta}}$$

tende vers zéro, lorsque n croît indéfiniment, la probabilité des inégalités

$$z_1 < \frac{x_1^{-a_1} + x_2^{-a_2} + \dots + x_n^{-a_n}}{\sqrt{2(a_1 + a_2 + \dots + a_n)}} < z_2$$

tendra, pour $n = \infty$, vers la limite

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{z_1}^{z_2} e^{-z^2} dz,$$

et cela uniformément pour toutes les valeurs de z_1 et $z_2 > z_1$.

Rapprochons cette proposition de celle que nous avons énoncée dans les *Comptes rendus*, le 21 janvier 1901.

La condition de cette dernière proposition s'exprimait par l'égalité

$$\lim_{n=\infty} \frac{(nL^{2+\delta})^2}{(a_1 + a_2 + \dots + a_n)^{2+\delta}} = 0,$$

où $L^{2+\delta}$ désignait la plus grande parmi les quantités

$$d'_1, d'_2, \dots, d'_n,$$

d'_i étant l'espérance mathématique de $|x_i|^{2+\delta}$. Quant à δ , c'était un nombre positif auquel nous y avons imposé la restriction de ne pas surpasser 1.

On voit donc que notre nouvelle condition est beaucoup plus générale, et cela non-seulement parce que le nombre δ n'est plus assujéti à la restriction $\delta \leq 1$, et qu'au lieu de la plus grande parmi certaines quantités, savoir

$$d_1, d_2, \dots, d_n,$$

on considère leur moyenne arithmétique, mais encore parce que ces quantités sont les d_i ; car il est facile de voir que, sous sa forme actuelle, cette condition embrasse plus de cas que si elle contenait, au lieu des d_i , les d'_i .

En effet, l'inégalité

$$|x_i - \alpha_i|^{2+\delta} < 2^{1+\delta} \{ |x_i|^{2+\delta} + |\alpha_i|^{2+\delta} \}$$

donne

$$d_i < 2^{1+\delta} \{ d'_i + |\alpha_i|^{2+\delta} \},$$

et comme, en vertu du lemme du numéro précédent (cas particulier), on a

$$|\alpha_i|^{2+\delta} < d'_i,$$

il en résulte

$$d_i < 2^{2+\delta} d'_i.$$

De là on voit que la condition

$$\lim_{n=\infty} \frac{(d'_1 + d'_2 + \dots + d'_n)^2}{(a_1 + a_2 + \dots + a_n)^{2+\delta}} = 0$$

entraîne celle-ci

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(d_1 + d_2 + \dots + d_n)^2}{(a_1 + a_2 + \dots + a_n)^{2+\delta}} = 0,$$

tandis que la conclusion réciproque, en général, ne sera pas vraie.

3. Pour élucider complètement la nature de notre proposition, nous devons faire deux remarques.

En premier lieu, nous remarquerons que cette proposition n'exige point que les quantités d_i existent, quel que soit δ : il suffit qu'elles existent seulement pour des valeurs assez petites de δ et que, parmi ces valeurs, il s'en trouve pour lesquelles la condition indiquée dans son énoncé soit remplie.

En second lieu, il importe de remarquer que la condition de cette proposition est de telle nature que, si elle est remplie pour une valeur donnée quelconque de δ , elle le sera aussi pour toutes les valeurs plus petites.

Pour établir ce point, nous remarquons que, si les quantités d_i existent pour une valeur donnée de δ , elles existeront aussi pour toute valeur plus petite¹⁾.

Soient donc β un nombre positif plus petit que δ et b_i l'espérance mathématique de la quantité

$$|x_i - \alpha_i|^{2+\beta}.$$

En vertu de notre lemme, il viendra

$$(b_1 + b_2 + \dots + b_n)^\delta < (a_1 + a_2 + \dots + a_n)^{\delta-\beta} (d_1 + d_2 + \dots + d_n)^\beta,$$

et de là on déduit

$$\left(\frac{(b_1 + b_2 + \dots + b_n)^\delta}{(a_1 + a_2 + \dots + a_n)^{\delta-\beta}} \right)^{\frac{1}{\beta}} < \left(\frac{(d_1 + d_2 + \dots + d_n)^\beta}{(a_1 + a_2 + \dots + a_n)^{2+\delta}} \right)^{\frac{1}{\delta}},$$

ce qui prouve bien l'exactitude de notre assertion.

Donc, quoique dans la proposition le nombre δ ne soit assujéti à aucune restriction, si ce n'est qu'à être positif, dans la démonstration on pourra se borner à des valeurs de δ qui ne surpassent pas une certaine limite, et cette limite pourra être choisie d'une manière arbitraire.

Cela posé, abordons la démonstration.

1) On peut démontrer, en toute généralité, que l'existence de l'espérance mathématique de x^k , x étant une variable positive et k un nombre positif donné quelconque, entraîne l'existence des espérances mathématiques de toutes les puissances positives de x qui sont inférieures à k .

4. En faisant, pour abrégier,

$$a_1 + a_2 + \dots + a_n = A,$$

désignons par P la probabilité des inégalités

$$z_1 \sqrt{2A} < x_1 - \alpha_1 + x_2 - \alpha_2 + \dots + x_n - \alpha_n < z_2 \sqrt{2A}$$

et posons

$$P = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{z_1}^{z_2} e^{-z^2} dz + \Delta.$$

Nous devons rechercher une limite supérieure pour la valeur absolue de Δ .

Dans cette recherche, en suivant la méthode de notre Mémoire précédent, nous considérerons le cas général comme certain cas limite de celui, où les valeurs possibles, pour chacune des variables x_i , sont en nombre limité.

Plaçons-nous donc dans ce cas particulier et désignons par $f_i(x)$ la probabilité de l'égalité $x_i = x$, de sorte qu'il viendra

$$(1) \quad \begin{cases} \sum f_i(x_i) = 1, & \sum f_i(x_i) (x_i - \alpha_i)^2 = a_i, \\ \sum f_i(x_i) x_i = \alpha_i, & \sum f_i(x_i) |x_i - \alpha_i|^{2+\delta} = d_i, \end{cases}$$

les sommes étant étendues à toutes les valeurs possibles de x_i .

Maintenant, en entendant par ρ_i, σ_i les fonctions de t , définies par les formules

$$(2) \quad \begin{cases} \rho_i \cos \sigma_i = \sum f_i(x_i) \cos (x_i - \alpha_i) t, \\ \rho_i \sin \sigma_i = \sum f_i(x_i) \sin (x_i - \alpha_i) t, \end{cases}$$

et par κ, g, h des constantes réelles, posons

$$\Pi = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{\sin ht}{t} \rho_1 \rho_2 \dots \rho_n \cos (\sigma_1 + \sigma_2 + \dots + \sigma_n - gt) e^{-\kappa^2 t^2} dt$$

et supposons que, ζ_1 et ζ_2 étant donnés par les formules

$$\zeta_1 = \frac{g-h}{\sqrt{2A}}, \quad \zeta_2 = \frac{g+h}{\sqrt{2A}},$$

on ait obtenu, pour la valeur absolue de la quantité

$$\Pi = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{\zeta_1}^{\zeta_2} e^{-z^2} dz = R$$

une limite supérieure L indépendante de g et h .

Alors, en vertu de ce qui a été montré dans notre Mémoire précédent (n° 10)¹⁾, x étant supposé positif et λ étant un autre nombre positif, on aura

$$(3) \quad |\Delta| < \frac{4\lambda}{\sqrt{2\pi A}} + \frac{4\lambda^2}{\sqrt{2\pi e} A} + \frac{1}{\sqrt{\pi}} \frac{x}{\lambda} e^{-\frac{\lambda^2}{x^2}} + 2L,$$

quels que soient x et λ , pourvu qu'on ait

$$4\lambda \leq (z_2 - z_1) \sqrt{2A}.$$

D'ailleurs, en modifiant un peu le second membre de l'inégalité (3), on pourra s'affranchir de cette dernière restriction.

En effet, en posant pour abrégier

$$\frac{4\lambda}{\sqrt{2A}} = \eta$$

et désignant par ω le second membre de (3), nous avons

$$|\Delta| < \omega$$

pour toutes les valeurs de z_1 et z_2 qui satisfont à l'inégalité

$$z_2 - z_1 \geq \eta.$$

Or, si l'on a

$$z_2 - z_1 < \eta,$$

1) On voit que nous avons modifié les notations: les quantités, désignées, dans le Mémoire précédent, par σ_i , g , sont données, avec les notations actuelles, par les formules

$$\sigma_i + \alpha_i t, \quad g + \alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n.$$

la probabilité P sera plus petite que celle des inégalités

$$z_1 \sqrt{2A} < x_1 - \alpha_1 + x_2 - \alpha_2 + \dots + x_n - \alpha_n < (z_1 + \eta) \sqrt{2A},$$

et cette dernière probabilité est plus petite que la quantité

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{z_1}^{z_1 + \eta} e^{-z^2} dz + \omega < \frac{\eta}{\sqrt{\pi}} + \omega.$$

Donc, dans ce cas, nous aurons

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{z_1}^{z_2} e^{-z^2} dz + \Delta < \frac{\eta}{\sqrt{\pi}} + \omega,$$

ce qui donne

$$\Delta < \frac{\eta}{\sqrt{\pi}} + \omega,$$

et comme on a

$$\Delta > -\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{z_1}^{z_2} e^{-z^2} dz > -\frac{\eta}{\sqrt{\pi}},$$

il s'ensuit

$$|\Delta| < \frac{\eta}{\sqrt{\pi}} + \omega.$$

De là on voit que l'inégalité

$$(4) \quad |\Delta| < \frac{8\lambda}{\sqrt{2\pi}A} + \frac{4\lambda^2}{\sqrt{2\pi e}A} + \frac{1}{\sqrt{\pi}} \frac{x}{\lambda} e^{-\frac{\lambda^2}{x^2}} + 2L$$

aura lieu, quels que soient les nombres positifs x et λ , et quels que soient les nombres z_1 et $z_2 > z_1$.

La question étant ainsi ramenée à l'évaluation de L , reportons-nous maintenant à l'expression de R .

5. Eu égard aux valeurs de ζ_1 et ζ_2 , il est facile de s'assurer qu'on a

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{\zeta_1}^{\zeta_2} e^{-z^2} dz = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{\sin ht}{t} \cos gt e^{-\frac{1}{2}At^2} dt.$$

Par suite, en posant

$$T = \rho_1 \rho_2 \dots \rho_n \cos(\sigma_1 + \sigma_2 + \dots + \sigma_n - gt) e^{-x^2 t^2} - \cos gt e^{-\frac{1}{2} At^2},$$

nous aurons

$$R = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{\sin ht}{t} T dt.$$

Soit maintenant τ un nombre positif à choisir plus tard.

En présentant la quantité R sous la forme

$$R = R_1 + R_2,$$

où

$$R_1 = \frac{2}{\pi} \int_{\tau}^{\infty} \frac{\sin ht}{t} T dt, \quad R_2 = \frac{2}{\pi} \int_0^{\tau} \frac{\sin ht}{t} T dt,$$

nous allons chercher des limites supérieures pour $|R_1|$ et $|R_2|$.

A cet effet, nous remarquons que

$$|R_1| < \frac{2}{\pi} \int_{\tau}^{\infty} |T| \frac{dt}{t}, \quad |R_2| < \frac{2}{\pi} \int_0^{\tau} |T| \frac{dt}{t},$$

et que l'expression de T , les ρ_i étant supposés positifs, conduit à ces deux inégalités

$$|T| < \rho_1 \rho_2 \dots \rho_n e^{-x^2 t^2} + e^{-\frac{1}{2} At^2},$$

$$\begin{aligned} |T| < \rho_1 \rho_2 \dots \rho_n (1 - e^{-x^2 t^2}) + |\rho_1 \rho_2 \dots \rho_n - e^{-\frac{1}{2} At^2}| \\ + |\cos(\sigma_1 + \sigma_2 + \dots + \sigma_n - gt) - \cos gt| e^{-\frac{1}{2} At^2}, \end{aligned}$$

dont la seconde donne

$$|T| < x^2 t^2 \rho_1 \rho_2 \dots \rho_n + |\rho_1 \rho_2 \dots \rho_n - e^{-\frac{1}{2} At^2}| + |\sigma_1 + \sigma_2 + \dots + \sigma_n| e^{-\frac{1}{2} At^2}.$$

Nous nous servirons de la première inégalité pour R_1 et de la seconde pour R_2 .

Donc, quant à R_1 , nous aurons

$$|R_1| < \frac{2}{\pi} \int_{\tau}^{\infty} \rho_1 \rho_2 \dots \rho_n e^{-x^2 t^2} \frac{dt}{t} + \frac{2}{\pi \tau} \int_{\tau}^{\infty} e^{-\frac{1}{2} A t^2} dt.$$

D'ailleurs, τ_1 étant un nombre quelconque plus grand que τ , nous pourrons écrire

$$\int_{\tau}^{\infty} \rho_1 \rho_2 \dots \rho_n e^{-x^2 t^2} \frac{dt}{t} < \frac{1}{\tau} \int_{\tau}^{\tau_1} \rho_1 \rho_2 \dots \rho_n dt + \frac{1}{\tau_1} \int_{\tau_1}^{\infty} e^{-x^2 t^2} dt,$$

puisque les ρ_i ne surpassent jamais 1.

De cette manière, en remarquant que, pour $z > 0$, on a

$$\int_z^{\infty} e^{-z^2} dz < \frac{1}{2z} e^{-z^2},$$

nous obtiendrons

$$|R_1| < \frac{2}{\pi \tau} \int_{\tau}^{\tau_1} \rho_1 \rho_2 \dots \rho_n dt + \frac{1}{\pi x^2 \tau_1^2} e^{-x^2 \tau_1^2} + \frac{2}{\pi A \tau^2} e^{-\frac{1}{2} A \tau^2},$$

et quant à R_2 , nous aurons

$$|R_2| < \frac{2x^2}{\pi} \int_0^{\tau} t \rho_1 \rho_2 \dots \rho_n dt + \frac{2}{\pi} \int_0^{\tau} Q \frac{dt}{t},$$

où l'on a

$$Q = |\rho_1 \rho_2 \dots \rho_n - e^{-\frac{1}{2} A t^2}| + |\sigma_1 + \sigma_2 + \dots + \sigma_n| e^{-\frac{1}{2} A t^2}.$$

On est donc conduit à la recherche d'une limite supérieure de $\rho_1 \rho_2 \dots \rho_n$ dans l'intervalle (τ, τ_1) et des limites supérieures des quantités

$$\rho_1 \rho_2 \dots \rho_n, \quad |\rho_1 \rho_2 \dots \rho_n - e^{-\frac{1}{2} A t^2}|, \quad |\sigma_1 + \sigma_2 + \dots + \sigma_n|$$

dans l'intervalle $(0, \tau)$.

C'est en évaluation de ces limites que notre analyse actuelle se distinguera de celle du Mémoire précédent.

6. D'après ce que nous avons montré au n° 3, nous pouvons nous borner à la supposition $\delta \leq 1$, et cette supposition sera admise dans tous les calculs qui vont suivre.

Dans cette supposition, quel que soit le nombre réel z , nous aurons

$$(5) \quad \cos z < 1 - \frac{1}{2} z^2 + \frac{1}{2\delta} |z|^{2+\delta},$$

$$(6) \quad |\sin z - z| < \frac{1}{2} |z|^{2+\delta},$$

comme on le voit par les formules

$$\cos z = 1 - \frac{1}{2} z^2 + z^2 \sin^2 \frac{\theta z}{2},$$

$$\sin z = z - \frac{1}{2} z^2 \sin \theta' z,$$

où θ et θ' désignent des quantités comprises entre 0 et 1.

Cela posé, reportons-nous aux formules (2).

De ces formules on déduit

$$\rho_i^2 = \sum \sum f_i(x) f_i(y) \cos(x-y)t,$$

où les sommations, qui se rapportent, l'une à x , l'autre à y , sont étendues à l'ensemble des valeurs possibles de la variable x_i .

Donc, en vertu de l'inégalité (5), ainsi que de celle-ci

$$|x - y|^{2+\delta} < 2^{1+\delta} \{ |x - \alpha_i|^{2+\delta} + |y - \alpha_i|^{2+\delta} \},$$

et ayant égard aux formules (1), on obtient

$$\rho_i^2 < 1 - a_i t^2 + 4d_i t^{2+\delta},$$

toutes les fois que t est positif, ce que nous supposerons dans ce qui va suivre.

De là il vient

$$\log \rho_i^2 < - a_i t^2 + 4 d_i t^{2+\delta}.$$

Donc, en posant

$$d_1 + d_2 + \dots + d_n = D,$$

on obtient

$$(7) \quad \rho_1 \rho_2 \dots \rho_n < e^{-\frac{1}{2} At^2 + 2Dt^{2+\delta}}.$$

D'autre part, en vertu de l'inégalité

$$\cos z > 1 - \frac{1}{2} z^2,$$

on a

$$\rho_i^2 > 1 - a_i t^2,$$

ce qui, si l'on a

$$a_i t^2 < 1,$$

donne

$$\log \rho_i^2 > -a_i t^2 - \frac{a_i^2 t^4}{2(1-a_i t^2)}.$$

D'ailleurs, si l'on suppose t assez petit pour qu'on ait

$$(8) \quad a_i t^2 < k^2,$$

k étant la fraction positive définie par l'équation

$$\frac{k^2 - \delta}{2(1-k^2)} = 4,$$

et qu'on se serve de notre lemme, en vertu duquel (cas particulier)

$$a_i^{2+\delta} < d_i^2,$$

on aura

$$\frac{a_i^2 t^4}{2(1-a_i t^2)} < \frac{k^2 - \delta}{2(1-k^2)} (a_i t^2)^{\frac{2+\delta}{2}} < 4d_i t^{2+\delta},$$

et l'inégalité obtenue conduira à celle-ci

$$\log \rho_i^2 > -a_i t^2 - 4d_i t^{2+\delta}.$$

Donc, si la condition (8) se trouve remplie pour toutes les valeurs de i dans la suite

$$1, 2, 3, \dots, n,$$

nous aurons

$$\rho_1 \rho_2 \dots \rho_n > e^{-\frac{1}{2} At^2 - 2Dt^{2+\delta}}.$$

Nous supposons le nombre τ , que nous avons introduit plus haut, assez petit pour qu'on ait

$$D \tau^{2+\delta} < k^{2+\delta}.$$

Alors l'inégalité que nous venons d'obtenir aura lieu pour toutes les valeurs de t dans l'intervalle $(0, \tau)$.

En effet, nous aurons

$$d_1 \tau^{2+\delta} < k^{2+\delta}, \quad d_2 \tau^{2+\delta} < k^{2+\delta}, \quad \dots, \quad d_n \tau^{2+\delta} < k^{2+\delta},$$

et par suite

$$a_1 \tau^2 < k^2, \quad a_2 \tau^2 < k^2, \quad \dots, \quad a_n \tau^2 < k^2,$$

ce qui fait voir que la condition (8) sera remplie, dans l'intervalle $(0, \tau)$, pour toutes les valeurs de i qui ne surpassent pas n .

Donc, dans l'intervalle $(0, \tau)$, nous aurons

$$e^{-\frac{1}{2} At^2} - \rho_1 \rho_2 \dots \rho_n < 2Dt^{2+\delta} e^{-\frac{1}{2} At^2}.$$

D'autre part, l'inégalité (7) donne, pour le même intervalle,

$$\rho_1 \rho_2 \dots \rho_n - e^{-\frac{1}{2} At^2} < 2Dt^{2+\delta} e^{-\frac{1}{2} At^2 + 2D\tau^\delta t^2}.$$

Par suite, si l'on pose

$$1 - 4 \frac{D}{A} \tau^\delta = q,$$

il viendra

$$|\rho_1 \rho_2 \dots \rho_n - e^{-\frac{1}{2} At^2}| < 2Dt^{2+\delta} e^{-\frac{1}{2} q At^2},$$

pour toutes les valeurs de t dans l'intervalle $(0, \tau)$.

En même temps l'inégalité (7) donnera:

$$\text{pour l'intervalle } (0, \tau), \quad \rho_1 \rho_2 \cdots \rho_n < e^{-\frac{1}{2} q A t^2},$$

$$\text{pour l'intervalle } (0, \tau_1), \quad \rho_1 \rho_2 \cdots \rho_n < e^{-\frac{1}{2} q_1 A t^2},$$

q_1 étant donné par la formule

$$q_1 = 1 - 4 \frac{D}{A} \tau_1^\delta.$$

Reste à assigner une limite supérieure pour la quantité

$$|\sigma_1 + \sigma_2 + \dots + \sigma_n|$$

dans l'intervalle $(0, \tau)$.

A cet effet, nous remarquons que la première des formules (2) donne

$$\rho_i \cos \sigma_i > 1 - \frac{1}{2} a_i t^2 > 1 - \frac{1}{2} k^2 > \frac{1}{2},$$

et que la seconde, qui peut être présentée sous la forme

$$\rho_i \sin \sigma_i = \sum f_i(x_i) \left\{ \sin(x_i - \alpha_i) t - (x_i - \alpha_i) t \right\},$$

en vertu de l'inégalité (6), conduit à

$$\rho_i |\sin \sigma_i| < \frac{1}{2} d_i t^{2+\delta}.$$

Nous avons donc

$$|\text{tang } \sigma_i| < d_i t^{2+\delta},$$

et si l'on suppose que σ_i s'annule pour $t = 0$, il en résulte

$$|\sigma_i| < d_i t^{2+\delta}.$$

De cette manière nous obtenons

$$|\sigma_1 + \sigma_2 + \dots + \sigma_n| < D t^{2+\delta} < D t^{2+\delta} e^{2D\tau^\delta t^2},$$

pour toutes les valeurs de t dans l'intervalle $(0, \tau)$.

7. Revenons aux formules du n° 5.

En vertu des inégalités que nous venons d'obtenir et qui donnent

$$Q < 3Dt^{2+\delta} e^{-\frac{1}{2}qAt^2},$$

nous aurons

$$|R_1| < \frac{2}{\pi\tau} \int_{\tau}^{\tau_1} e^{-\frac{1}{2}q_1At^2} dt + \frac{1}{\pi x^2 \tau_1^2} e^{-x^2 \tau_1^2} + \frac{2}{\pi A \tau^2} e^{-\frac{1}{2}A\tau^2},$$

$$|R_2| < \frac{2x^2}{\pi} \int_0^{\tau} t e^{-\frac{1}{2}qAt^2} dt + \frac{6D}{\pi} \int_0^{\tau} t^{1+\delta} e^{-\frac{1}{2}qAt^2} dt.$$

Or, dans ce qui suit, nous supposons le nombre τ_1 assez petit pour qu'on ait $q_1 > 0$. Alors il viendra aussi $q > 0$.

Donc, en remplaçant dans les intégrales ci-dessus les limites supérieures par ∞ et en remarquant que

$$\int_{\tau}^{\infty} e^{-\frac{1}{2}q_1At^2} dt < \frac{1}{q_1A\tau} e^{-\frac{1}{2}q_1A\tau^2},$$

$$\int_0^{\infty} t e^{-\frac{1}{2}qAt^2} dt = \frac{1}{qA},$$

$$\int_0^{\infty} t^{1+\delta} e^{-\frac{1}{2}qAt^2} dt = \frac{1}{2} \left(\frac{2}{qA} \right)^{\frac{2+\delta}{2}} \Gamma\left(\frac{\delta}{2} + 1\right) < \frac{1}{2} \left(\frac{2}{qA} \right)^{\frac{3+\delta}{2}},$$

nous aurons les inégalités suivantes:

$$|R_1| < \frac{2}{\pi q_1 A \tau^2} e^{-\frac{1}{2}q_1 A \tau^2} + \frac{1}{\pi x^2 \tau_1^2} e^{-x^2 \tau_1^2} + \frac{2}{\pi A \tau^2} e^{-\frac{1}{2}A\tau^2},$$

$$|R_2| < \frac{2x^2}{\pi q A} + \frac{3}{\pi} \left(\frac{2}{q} \right)^{\frac{2+\delta}{2}} \frac{D}{\sqrt{A^{2+\delta}}},$$

dont la première, eu égard à ce que $q_1 < 1$, nous pourrions remplacer par celle-ci

$$|R_1| < \frac{1}{\pi x^2 \tau_1^2} e^{-x^2 \tau_1^2} + \frac{4}{\pi q_1 A \tau^2} e^{-\frac{1}{2}q_1 A \tau^2}.$$

De là on voit que nous pouvons prendre

$$L = \frac{1}{\pi x^2 \tau_1^2} e^{-x^2 \tau_1^2} + \frac{3}{\pi} \left(\frac{2}{q}\right)^{\frac{2+\delta}{2}} \frac{D}{\sqrt{A^{2+\delta}}} + \frac{2x^2}{\pi q A} + \frac{4}{\pi q_1 A \tau^2} e^{-\frac{1}{2} q_1 A \tau^2},$$

et que l'inégalité

$$|R| < L$$

aura lieu, quels que soient les nombres positifs τ et τ_1 , pourvu qu'on ait

$$(9) \quad 4 \frac{D}{A} \tau_1^\delta < 1, \quad \tau < \tau_1, \quad D \tau^{2+\delta} < k^{2+\delta},$$

k étant la racine positive de l'équation

$$k^{2+\delta} = 8(1 - k^2).$$

D'ailleurs, ces conditions étant les seules qui doivent être remplies, on voit que l'inégalité (3) ou celle (4), avec la valeur ci-dessus de L , aura lieu non-seulement dans le cas particulier, où nous nous sommes placés dans les calculs précédents, mais encore dans tous les cas, où il existe les espérances mathématiques que nous avons désignées par α_i, a_i, d_i .

Donc le résultat obtenu est entièrement général, et nous pouvons nous en servir pour établir notre proposition en toute généralité.

S. En supposant que la condition de la proposition se trouve satisfaite, nous pourrions choisir pour δ une valeur positive fixe, vérifiant l'inégalité $\delta \leq 1$, et telle que la quantité

$$\frac{D^2}{A^{2+\delta}}$$

tende vers zéro pour $n = \infty$.

Supposons donc que l'on ait choisi de cette manière le nombre δ , et en posant

$$\frac{D}{\sqrt{A^{2+\delta}}} = \varepsilon^{3\delta},$$

reportons-nous à l'inégalité (4), qui a lieu, comme nous avons vu, pour toutes les valeurs de z_1 et $z_2 > z_1$.

Désignons le second membre de cette inégalité par Ω .

Eu égard à la valeur de L , nous aurons

$$\Omega = \frac{8\lambda}{\sqrt{2\pi A}} + \frac{6}{\pi} \left(\frac{2}{q}\right)^{\frac{2+\delta}{2}} \varepsilon^{3\delta} + \frac{1}{\sqrt{\pi}} \frac{x}{\lambda} e^{-\frac{\lambda^2}{x^2}} + \frac{2}{\pi x^2 \tau_1^2} e^{-x^2 \tau_1^2} + \Omega',$$

où

$$\Omega' = \frac{4x^2}{\pi q A} + \frac{4\lambda^2}{\sqrt{2\pi e} A} + \frac{8}{\pi q_1 A \tau^2} e^{-\frac{1}{2} q_1 A \tau^2},$$

$$q = 1 - 4 \frac{D}{A} \tau^\delta, \quad q_1 = 1 - 4 \frac{D}{A} \tau_1^\delta,$$

et l'on voit que Ω dépendra de quatre indéterminées

$$x, \quad \lambda, \quad \tau, \quad \tau_1.$$

Ces indéterminées sont assujetties aux conditions (9), avec celle d'être positives, et tout revient ainsi à montrer, qu'à ces conditions près, on peut s'en arranger de manière que Ω tende vers zéro, quand ε tend vers zéro.

A cet effet, en ce qui concerne τ et τ_1 , posons

$$A \tau^2 \varepsilon^{2\delta} = \mu^2, \quad \frac{\tau}{\tau_1} = \frac{\mu}{\mu_1} \varepsilon^{3-\delta},$$

en entendant par μ et μ_1 des nombres positifs indépendants de n .

Alors il viendra

$$\frac{D}{A} \tau_1^\delta = \mu_1^\delta, \quad D \tau^{2+\delta} = \mu^{2+\delta} \varepsilon^{(1-\delta)\delta},$$

et les conditions (9) prendront la forme

$$4\mu_1^\delta < 1, \quad \mu \varepsilon^{3-\delta} < \mu_1, \quad \mu^{2+\delta} \varepsilon^{(1-\delta)\delta} < k^{2+\delta}.$$

On voit donc que les nombres μ et μ_1 pourront toujours être fixés de manière que ces conditions soient satisfaites, quel que soit n .

Cela posé et en remarquant que les formules ci-dessus donnent

$$x^2 \tau_1^2 = \mu_1^2 \frac{x^2}{A \varepsilon^6}, \quad A \tau^2 = \frac{\mu^2}{\varepsilon^{2\delta}},$$

$$q = 1 - 4 \mu^\delta \varepsilon^{(3-\delta)\delta}, \quad q_1 = 1 - 4 \mu_1^\delta,$$

l'expression de Ω fait voir que, ε tendant vers zéro, Ω sera dans le même cas, toutes les fois que les quantités

$$(10) \quad \frac{\lambda}{\sqrt{A}}, \quad \frac{x}{\lambda}, \quad \frac{A \varepsilon^6}{x^2}$$

tendent vers zéro.

Or, les nombres κ et λ n'étant assujettis qu'à la seule condition d'être positifs, nous pouvons poser

$$\frac{\lambda}{\sqrt{A}} = \frac{3\varepsilon^3}{\mu_1} \log \frac{E}{\varepsilon}, \quad \frac{\kappa}{\lambda} = \left(3 \log \frac{E}{\varepsilon}\right)^{-\frac{1}{2}},$$

en entendant par E un nombre fixe quelconque qui surpasse les valeurs considérées de ε .

Alors il viendra

$$\frac{4\varepsilon^6}{\kappa^2} = \mu_1^2 \left(3 \log \frac{E}{\varepsilon}\right)^{-1},$$

et les quantités (10) tendront bien vers zéro pour $\varepsilon = 0$.

La possibilité d'obtenir pour Ω une expression qui tende vers zéro pour $\varepsilon = 0$ étant ainsi prouvée, nous pouvons regarder notre proposition comme démontrée; car l'inégalité

$$|\Delta| < \Omega,$$

qui a lieu, quels que soient z_1 et z_2 , et dans laquelle le second membre ne dépend point de ces nombres, fait voir non-seulement que, dans les conditions de la proposition, Δ tendra vers zéro pour $n = \infty$, mais encore que cette quantité tendra vers zéro uniformément pour toutes les valeurs de z_1 et $z_2 > z_1$.

9. Il importe de faire quelques remarques au sujet de l'ordre de Ω dans les suppositions que nous avons faites à l'égard des nombres κ , λ , τ et τ_1 .

En vertu de ces suppositions, on trouve

$$\Omega = \frac{24}{\sqrt{2\pi}} \frac{\varepsilon^3}{\mu_1} \log \frac{E}{\varepsilon} + \frac{6}{\pi} \left(\frac{2}{q}\right)^{\frac{2+\delta}{2}} \varepsilon^{3\delta} + \frac{1}{\sqrt{\pi}} \frac{\varepsilon^3}{E^3} \left(3 \log \frac{E}{\varepsilon}\right)^{-\frac{1}{2}} + \frac{2}{\pi} \frac{\varepsilon^3}{E^3} \left(3 \log \frac{E}{\varepsilon}\right)^{-1} + \Omega'$$

où Ω' est une quantité de l'ordre de

$$\varepsilon^6 \left(\log \frac{E}{\varepsilon}\right)^2.$$

Ou voit donc que, si $\delta < 1$, Ω est de l'ordre de $\varepsilon^{3\delta}$ et, si $\delta = 1$, Ω est de l'ordre de

$$\varepsilon^3 \log \frac{E}{\varepsilon}.$$

Quant à l'ordre de ε , il dépendra, en général, du choix de δ , mais, dans tous les cas, il sera au plus égal à celui de $n^{-\frac{1}{6}}$.

Pour établir ce dernier point, il n'y a qu'à remarquer qu'en vertu du lemme (cas particulier)

$$\left(\frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}\right)^{2+\delta} < \left(\frac{d_1 + d_2 + \dots + d_n}{n}\right)^2,$$

et que par suite

$$A^{2+\delta} < D^2 n^\delta,$$

ce qui donne

$$\varepsilon^3 > \frac{1}{\sqrt{n}}.$$

De là on voit que l'ordre de notre expression de Ω ne pourra jamais surpasser celui de

$$\frac{\log n}{\sqrt{n}}.$$

Mais il pourra l'atteindre, ce qui aura lieu dans la supposition $\delta = 1$, si les quantités

$$d_1, \quad d_2, \quad d_3, \quad \dots,$$

correspondant à cette valeur de δ , restent toutes au-dessous d'une certaine limite et si, en même temps, la quantité

$$\frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n},$$

quelque grand que soit n , ne peut devenir plus petite qu'un nombre positif fixe.

Dans tous les cas, l'ordre de l'expression ci-dessus de Ω dépendra du choix du nombre δ . Ce choix est, dans certaines limites, à notre disposition et, dans chaque cas particulier, on pourra s'arrêter, pour δ , à une valeur qui soit la plus avantageuse, c'est-à-dire, qui conduise, pour Ω , à un ordre le plus élevé. Mais il est impossible de donner à cet égard des indications générales quelque peu précises.

Supposons, par exemple, que la condition du théorème se trouve remplie pour $\delta = 1$, ou même pour des valeurs de δ plus grandes que 1.

Alors on pourra prendre pour δ , dans les formules précédentes, une valeur positive quelconque qui ne dépasse pas 1. Mais, sans rien supposer de plus, on ne peut pas décider, laquelle de ces valeurs est la plus avantageuse.

Dans le cas que nous venons de signaler, c'était 1; mais il n'en est pas toujours ainsi et, dans certains cas, ce pourra être une valeur plus petite que 1.

Pour le montrer, signalons un exemple.

Soient, pour toute valeur de l'entier positif m ,

$$-m^{\frac{2}{5}}, \quad -m^{-\frac{2}{5}}, \quad 0, \quad m^{-\frac{2}{5}}, \quad m^{\frac{2}{5}}$$

les valeurs possibles de x_m et

$$\frac{1}{4} \frac{1}{m^2}, \quad \frac{1}{4}, \quad \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{m^2} \right), \quad \frac{1}{4}, \quad \frac{1}{4} \frac{1}{m^2}$$

les probabilités de ces valeurs.

Nous aurons

$$a_m = \frac{1}{2} m^{-\frac{6}{5}} + \frac{1}{2} m^{-\frac{4}{5}}, \quad d_m = \frac{1}{2} m^{\frac{2(\delta-3)}{5}} + \frac{1}{2} m^{-\frac{2(\delta+2)}{5}}.$$

De là on voit que, n croissant indéfiniment, A sera un infiniment grand de l'ordre de $n^{\frac{1}{5}}$. Quant à D , ce sera un infiniment grand

de l'ordre de	$n^{\frac{1-2\delta}{5}},$	si	$\delta < \frac{1}{2},$
» » »	$\log n,$	»	$\delta = \frac{1}{2},$
» » »	$n^{\frac{2\delta-1}{5}},$	»	$\delta > \frac{1}{2}.$

Par suite la quantité

$$\frac{D}{\sqrt{A^{2+\delta}}} = \varepsilon^{3\delta}$$

sera de l'ordre de	$n^{-\frac{\delta}{2}},$	si	$\delta < \frac{1}{2},$
» » » »	$n^{-\frac{1}{4}} \log n,$	»	$\delta = \frac{1}{2},$
» » » »	$n^{-\frac{4-3\delta}{10}},$	»	$\delta > \frac{1}{2}.$

Donc la condition de la proposition sera remplie pour toutes les valeurs de δ qui sont plus petites que $\frac{4}{3}$. Toutefois ce n'est point 1, mais $\frac{1}{2}$, qui sera la valeur la plus avantageuse.

Remarquons qu'on pourra même rencontrer des cas, où il n'y a aucune valeur fixe de δ qu'on puisse appeler la plus avantageuse, et que, dans cette sorte de recherches, on pourra être obligé de considérer des valeurs de δ qui dépendent du nombre n .

10. Nous allons maintenant appliquer notre proposition à quelques cas particuliers importants.

En premier lieu considérons le cas où

$$x_1, \quad x_2, \quad x_3, \quad \dots$$

sont des valeurs d'une même variable x , valeurs qu'elle prend dans les diverses épreuves ayant lieu dans les mêmes conditions.

Alors nous aurons

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \alpha_2 = \alpha_3 = \dots = \alpha, \\ a_1 &= a_2 = a_3 = \dots = a, \\ d_1 &= d_2 = d_3 = \dots = d, \end{aligned}$$

α , a , d étant les espérances mathématiques respectivement de

$$x, \quad (x - \alpha)^2, \quad |x - \alpha|^{2+\delta},$$

et il viendra

$$\frac{(d_1 + d_2 + \dots + d_n)^2}{(a_1 + a_2 + \dots + a_n)^{2+\delta}} = \frac{d^2}{a^{2+\delta}} n^{-\delta}.$$

On voit donc que la condition de la proposition sera remplie, quel que soit le nombre δ , pourvu qu'il existe la quantité correspondante d .

Par suite nous arrivons à cette proposition:

Étant désignés: par α l'espérance mathématique de x , par a celle de $(x-\alpha)^2$ et par z_1 et $z_2 > z_1$ deux nombres donnés quelconques, la probabilité pour que la moyenne arithmétique des valeurs de x dans n épreuves soit comprise entre les limites

$$\alpha + z_1 \sqrt{\frac{2a}{n}} \quad \text{et} \quad \alpha + z_2 \sqrt{\frac{2a}{n}}$$

tendra, pour $n = \infty$, uniformément vers

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{z_1}^{z_2} e^{-z^2} dz,$$

toutes les fois qu'il est possible d'assigner une valeur positive de δ , si petite qu'elle soit, pour laquelle il existe l'espérance mathématique de la quantité $|x-\alpha|^{2+\delta}$.

II. Maintenant nous allons considérer le cas où il existe les espérances mathématiques des quantités

$$|x_1 - \alpha_1|^m, \quad |x_2 - \alpha_2|^m, \quad |x_3 - \alpha_3|^m, \quad \dots,$$

quelque grand que soit le nombre positif m , et où, m ayant une valeur donnée quelconque, ces espérances ne surpassent pas une certaine limite (qui peut toutefois dépendre du nombre m).

Dans ce cas, qui est celui du théorème de Tchebychef, notre proposition générale conduit à celle-ci:

Si, pour toute valeur donnée du nombre positif m , les espérances mathématiques des quantités

$$|x_1 - \alpha_1|^m, \quad |x_2 - \alpha_2|^m, \quad |x_3 - \alpha_3|^m, \quad \dots$$

restent toutes au-dessous d'une certaine limite, la probabilité des inégalités

$$z_1 < \frac{x_1 - \alpha_1 + x_2 - \alpha_2 + \dots + x_n - \alpha_n}{\sqrt{2(a_1 + a_2 + \dots + a_n)}} < z_2,$$

quels que soient les nombres donnés z_1 et $z_2 > z_1$, tendra, pour $n = \infty$, vers la limite

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{z_1}^{z_2} e^{-z^2} dz,$$

et cela uniformément, toutes les fois qu'il est possible d'assigner un nombre positif fixe β , si petit qu'il soit, tel que la quantité

$$\frac{n^\beta}{a_1 + a_2 + \dots + a_n}$$

tende vers zéro, quand n croît indéfiniment.

Pour établir ce théorème, où l'on doit, évidemment, supposer $\beta < 1$, il n'y a qu'à prendre

$$\delta = \frac{2(1-\beta)}{\beta}.$$

Alors, si l'on désigne la limite supérieure des quantités

$$d_1, \quad d_2, \quad d_3, \quad \dots$$

par L , il viendra

$$\frac{(d_1 + d_2 + \dots + d_n)^2}{(a_1 + a_2 + \dots + a_n)^{2+\delta}} < L^2 \left(\frac{n^\beta}{a_1 + a_2 + \dots + a_n} \right)^{\frac{2}{\beta}},$$

ce qui fait voir que, dans les conditions du théorème considéré, la condition de notre proposition générale sera remplie.

La première des deux conditions du théorème, celle qui se rapporte aux espérances mathématiques des quantités

$$|x_1 - \alpha_1|^m, \quad |x_2 - \alpha_2|^m, \quad |x_3 - \alpha_3|^m, \quad \dots,$$

a été indiquée par Tchebychef lui-même. Quant à la seconde, qui se rapporte aux quantités a_i , elle ne se trouve pas dans l'énoncé qu'a donné au théorème le grand géomètre.

La nécessité d'une condition complémentaire de cette espèce a été signalée par M. Markoff. Mais la condition que nous avons énoncée ici est plus générale que celle de M. Markoff, laquelle consiste en ce que la quantité

$$\frac{n}{a_1 + a_2 + \dots + a_n}$$

doit avoir une limite supérieure.

M. Nekrassoff, dans le travail qu'il vient de publier sur les probabilités des sommes¹⁾, affirme que la condition complémentaire de M. Markoff peut être remplacée par celle encore plus générale, laquelle exige seulement que la quantité

$$a_1 + a_2 + \dots + a_n,$$

n croissant indéfiniment, croisse au-delà de toute limite.

Comme nous verrons au numéro suivant, dans certains cas, cette condition devient réellement suffisante. Mais, en général, elle ne suffit pas, ce qu'on peut voir par des exemples, comme il a été déjà remarqué par M. Markoff.

12. Reportons-nous à notre proposition générale.

La condition de cette proposition, comme on le voit immédiatement, exige que la série

$$a_1 + a_2 + a_3 + \dots$$

soit divergente, mais, en général, elle n'impose à cette divergence aucune restriction.

Il est donc naturel de se demander, s'il existe des cas où ladite divergence, à elle seule, devient une condition suffisante.

De pareils cas sont réellement possibles et, pour en donner un exemple, nous allons considérer le cas du théorème de Poisson relatif à la loi des grands nombres.

Supposons donc que, pour chacune des variables x_i , les valeurs possibles soient 0 et 1.

La probabilité de l'égalité $x_i = 1$ étant désignée par p_i et, par suite, celle de l'égalité $x_i = 0$ par $1 - p_i$, nous aurons

$$a_i = p_i, \quad a_i = p_i(1 - p_i), \quad d_i = p_i(1 - p_i)^{2+\delta} + (1 - p_i)p_i^{2+\delta}.$$

De là il vient

$$d_i < p_i(1 - p_i)^2 + (1 - p_i)p_i^2 = a_i$$

et, par conséquent,

1) П. А. Некрасовъ. *Новыя основанія ученія о вѣроятностяхъ суммъ и среднихъ величинъ*. Москва, 1901 (отдѣльный оттискъ изъ *Математическаго Сборника*, т. XXI—XXII), стр. 292, 293.

$$\frac{(d_1 + d_2 + \dots + d_n)^2}{a_1 + a_2 + \dots + a_n)^{2+\delta}} < \frac{1}{(a_1 + a_2 + \dots + a_n)^\delta}.$$

Donc, dans le cas considéré, la condition de notre proposition sera satisfaite, toutes les fois que la série

$$a_1 + a_2 + a_3 + \dots$$

sera divergente, quelle que soit d'ailleurs sa divergence.

Nous pouvons donc énoncer le théorème suivant:

On considère un événement dont les probabilités, pour les diverses épreuves, ont des valeurs

$$p_1, \quad p_2, \quad p_3, \quad \dots$$

fixées à l'avance, et l'on désigne par m le nombre de ses arrivées dans n épreuves. Cela posé, toutes les fois que la série

$$p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2) + p_3(1-p_3) + \dots$$

est divergente, la probabilité P des inégalités

$$z_1 < \frac{m - (p_1 + p_2 + \dots + p_n)}{\sqrt{2p_1(1-p_1) + \dots + 2p_n(1-p_n)}} < z_2,$$

z_1 et $z_2 > z_1$ étant des nombres données quelconques, tendra, pour $n = \infty$, vers la limite

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{z_1}^{z_2} e^{-z^2} dz,$$

et cela uniformément pour toutes les valeurs de z_1 et z_2 .

Ajoutons que l'ordre de la différence

$$P - \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{z_1}^{z_2} e^{-z^2} dz,$$

quels que soient z_1 et z_2 , ne sera pas moins élevé que celui de la quantité

$$\frac{\log [p_1(1-p_1) + \dots + p_n(1-p_n)]}{\sqrt{p_1(1-p_1) + \dots + p_n(1-p_n)}}.$$



ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.
MÉMOIRES
DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.
VIII^e SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ.

CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Томъ XII. № 6.

Volume XII. № 6.

LES HEDYLIDÉS
ÉTUDE ANATOMIQUE

PAR

A. Kowalevsky.

AVEC 5 PLANCHES.

(Présenté le 17 janvier 1901.)

С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1901. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской
Академіи Наукъ:

И. Н. Глазунова, М. Эггера и Комп. и К. Л. Риккера
въ С.-Петербургѣ,
И. П. Карбасникова въ С.-Петербур., Москвѣ, Варшавѣ
и Вильнѣ,
Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Ключкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie IMPÉRIALE des
Sciences:

J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Péters-
bourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et
Vilna,
N. Oglobline à St.-Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kummel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цѣна: 1 руб. 80 коп. — Prix: 4 Mrk. 50 Pf.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
С.-Петербургъ, Декабрь 1901 года.

Непремѣнный секретарь, Академикъ *Н. Дубровинъ*.

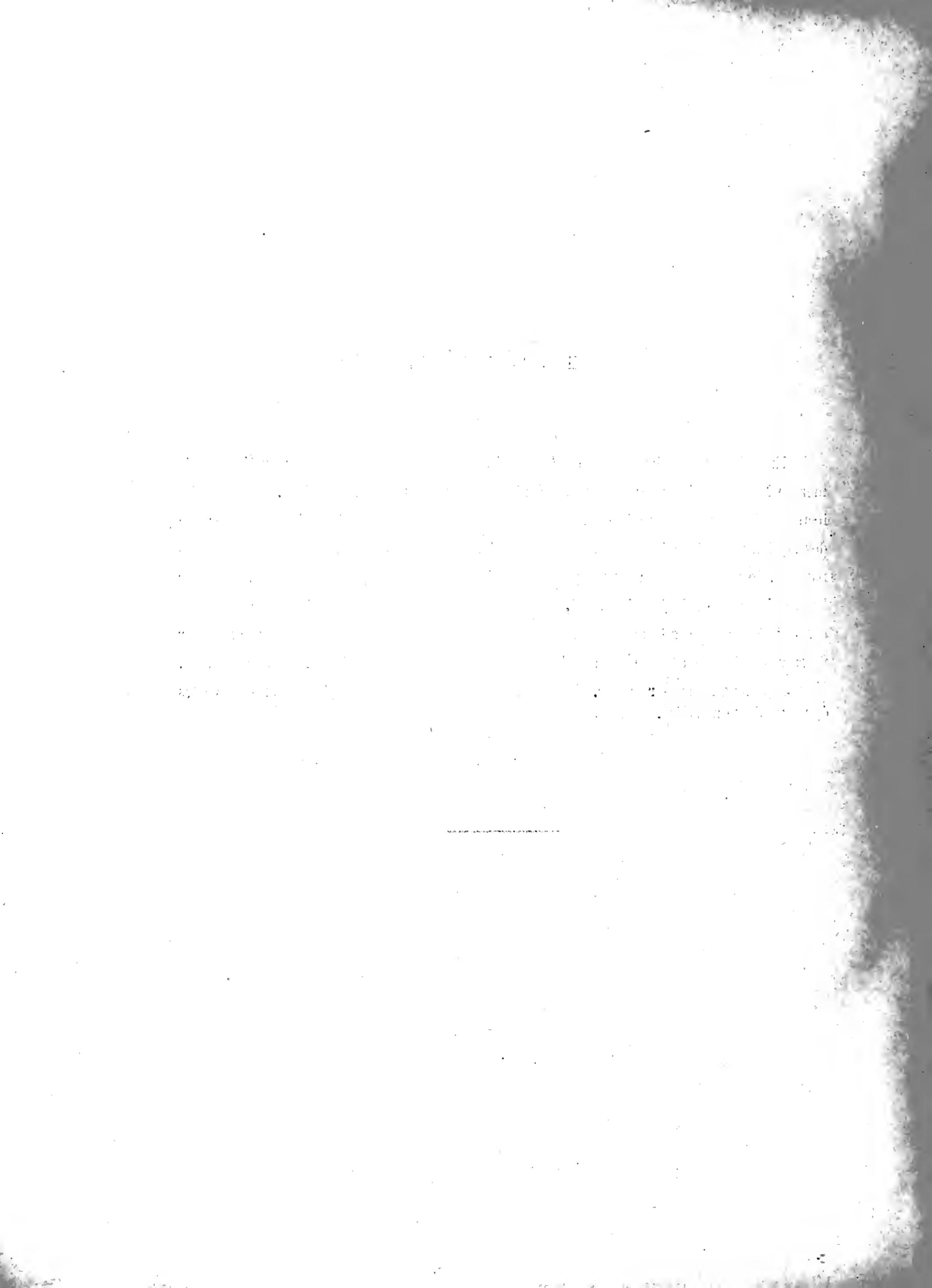
ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

Вас. Остр., 9 лав., № 12.

Introduction.

En publiant ce mémoire sur les *Hedylidés*, que j'ai recueillies dans la mer Noire et la mer de Marmara, je prie mes savants confrères de ne pas être trop sévères. Plus que les lecteurs, je sens que cette étude n'est pas complète, qu'il serait nécessaire de donner une description plus détaillée et des figures plus précises et nombreuses, mais, comme je ne suis pas pour le moment en état de remplir ces très justes exigences, je me contenterai d'exposer les résultats auxquels je suis arrivé, espérant fournir ainsi aux intéressés des indications sur la présence de ces formes dans nos parages et étant en même temps très heureux de leur fournir la méthode à l'aide de laquelle on peut les trouver et étudier avec plus de détails.

Je tiens à remercier ici Mr. Emile G. Racovitza, qui a corrigé le texte et revu les épreuves de ce mémoire.



Les Hédylidés, étude anatomique.

En automne 1899, en faisant des recherches zoologiques aux environs de Sebastopol sur un torpilleur que le Commandant Supérieur de la Flotte de la mer Noire a gracieusement mis à notre disposition, j'ai trouvé un petit mollusque de forme assez bizarre (Pl. I. Fig. 1—6) que je n'ai pas réussi à déterminer. Je me suis adressé à quelques savants Confrères spécialistes et Mr. le Professeur Simroth de Leipzig, eut l'obligeance de m'apprendre que le Professeur Dr. Rudolphe Bergh avait décrit une forme semblable sous le nom de *Hedyle Weberi*¹⁾. La description de Mr. Bergh a été faite d'après trois individus trouvés par Mr. le Prof. Max Weber au cours de son voyage aux Indes orientales en 1889, à l'embouchure d'un fleuve, près de Bari, sur l'île de Flores. Mr. Bergh donne une assez bonne figure sur la planche I de son travail, ainsi que beaucoup de détails anatomiques qui permettent une comparaison assez facile avec la forme que je vais décrire. — Malgré la grande différence de taille et de notables divergences dans les contours extérieurs, je classerai pourtant l'espèce que j'ai trouvée dans le même genre *Hedyle*, car les deux formes possèdent un même type d'organisation. — J'ai donné à l'espèce de la mer Noire le nom de *Hedyle Tyrtowii*²⁾, en l'honneur du Commandant supérieur de la Flotte de la Mer Noire, le Vice-Amiral Serge Tyrtow, qui nous a fourni les moyens de faire des excursions lointaines et nous a permis de rapporter rapidement les matériaux que nous récoltions au laboratoire de notre station Biologique de Sebastopol où il était possible d'en faire l'étude détaillée.

J'avais déjà publié une communication préliminaire sur cette espèce, quand, retournant cette année à Sebastopol, j'ai trouvé une nouvelle espèce de *Hedyle*, qui différait considérablement de celle déjà décrite. — En effet la seconde espèce ne possède que deux tentacules labiaux, et ceux-ci ont une forme spéciale (Figg. 46—47) et ils sont pourvus en outre d'une rangée de spicules calcaires destinés peut-être à donner au tentacule plus de solidité.

Cette nouvelle espèce, qui sera décrite dans les pages suivantes plus en détail, portera le nom de *Hedyle Milaschewitchii* en honneur de Mr. Milaschewitch, le meilleur connaisseur des Mollusques de la mer Noire, du Bosphore et de la mer de Marmara, et en même temps le constructeur de notre Station Biologique, qui nous est si utile pour faire nos recherches. Au mois de juin 1900, dans le but de nous procurer pour nos aquariums des formes méditerranéennes, je passais une semaine aux îles de Prinkipo, dans la mer de Marmara, et là, dans les mêmes conditions que dans la mer Noire, j'ai trouvé encore une espèce de *Hedyle* (Fig. 49), dont le manteau était parsemé des spicules et qui étant bien différente des deux espèces déjà mentionnées. Je nommerai cette espèce *Hedyle spiculifera* (Figg. 49—50).

Ces trois espèces sont très caractérisées, et un simple coup-d'oeil sur les figures montre que nous avons à faire à des espèces bien distincts, — mais je possède encore une forme, (Figg. 52—53) très voisine de *Hedyle Tyrtowii* dont la peau est parsemée de grandes glandes cutanées (Fig. 55). Il y en a cependant quelques différences, les tentacules antérieurs se rapprochent, plutôt de ceux de la *H. spiculifera*, par leur largeur et leur aplatissement. En outre, les spicules calcaires ont une forme assez particulière (Figg. 53—54), et ne ressemblent pas à ceux des autres *Hedyle*. Cette forme n'est peut-être qu'une variété de la *H. Tyrtowii*, variété habitant une mer plus salée, comme la mer de Marmara. Pourtant la structure particulière des spicules, la présence du grand nombre de glandes cutanées, la manière différente de se contracter, justifient, me semble-t-il, la création d'une nouvelle espèce que je propose de nommer *Hédyle glandulifera*, à cause du grand développement des glandes cutanées. La *Hedyle Milaschewitchii* se rencontre aussi dans la mer de Marmara mais diffère de celle de la mer Noire par la présence de spicules calcaires dans tout le corps, tandis que dans cette dernière, les spicules sont localisés seulement dans la tête, aux environs des tentacules.

Je veux commencer la description des mes *Hédylidés* par la première forme que j'ai découverte et qui sera étudiée plus en détail. Elle me paraît être aussi la plus simple en organisation. Je l'ai trouvée en abondance dans le sable, ou plutôt dans le gravier noir, en Crimée, près de Sebastopol, dans une petite baie ou anse de mer, auprès du monastère de St. George. C'est un endroit bien connu des zoologistes qui visitent les environs de Sebastopol, parce que dans ce gravier on trouve beaucoup d'*Amphioxus* et de *Polygordius*, des formes que beaucoup de personnes recherchent pour leurs études personnelles ou bien pour les faire envoyer aux laboratoires de nos universités. Le premier exemplaire de *Hedyle* qui se présenta à mes yeux fut trouvé dans un petit amas de sable que je regardai sous la loupe. Ce petit animal me parut très étrange. J'ai cherché ensuite plusieurs jours sans résultat à m'en procurer d'autres, lorsqu'il me vint à l'idée de faire ces recherches sur une grande quantité de sable et de gravier. J'ai fait passer le gravier sur un tamis à mailles de deux millimètres environ, et je me suis ainsi débarrassé de la moitié de la masse formée par de grands cailloux. Le sable plus fin, qui avait passé sous le tamis, fut mis par petites quantités d'un demi-litre ou d'un litre, dans des cristallisoirs et je laissai couler dessus, d'un robinet, un jet

d'eau à une assez grande pression. — Le sable se mettait à tourner dans le cristalliseur et, avant que ses parties les plus légères aient eu le temps de se déposer, je les décantais sur un petit filet en étamine de soie, qu'on emploie pour la pêche pélagique ou le plancton. Quand l'eau s'était écoulé entièrement ou à peu près entièrement, je renversai le contenu du filet dans un cristalliseur plat, rempli d'eau de mer, de 15 à 16 cm. de diamètre et de 2 cm. de profondeur. Lorsqu'on fait l'opération rapidement on obtient, mêlée à un peu de sable, une grande quantité de différentes petites bêtes qui composent la faune des fonds sablonneux. — Dans le cas spécial qui nous occupe j'ai trouvé beaucoup de gromies, des petites annélides, des polygordius, des petits et des jeunes mollusques d'espèces variées ainsi que des *Hedyle* et des *Pseudovermis*. — Pour voir plus aisément les animaux il faut laisser le liquide déposer dans le cristalliseur, et placer ce dernier sur un morceau de papier noir. On peut alors tranquillement étudier, à l'oeil nu ou à la loupe, toutes les petites bêtes qui se mettent en mouvement. — Toute l'opération décrite plus haut doit être faite assez vite, parceque les *Hedyle* s'attachent aux cailloux à l'aide de leurs pieds et si on les laisse quelque temps en repos, elles se fixent solidement et il est impossible de les détacher. — Je ne parviens pas à isoler toutes les *Hedyle* même par la méthode que je viens de décrire, mais je m'en procure ainsi tout de même une quantité assez considérable. — Si l'on reprend par la même méthode le sable déjà trié une fois, on retrouve encore quelques *Hedyle*, ce qui démontre qu'une seule opération ne suffit pas pour les isoler toutes. — Grâce à cette méthode les *Hedyle*, et les *Pseudovermis* sont devenues des formes très communes dans notre laboratoire, car on peut les recueillir en quantité; à vrai dire c'est la méthode centrifuge appliquée aux recherches des fonds de mer. — J'ai nommé cette espèce de *Hedyle*: *H. Tyrtowii*; sur la première planche elle est représentée sous ses différents aspects, qui sont très variés grâce à l'extrême contractilité du corps. Sur la figure I la *Hedyle Tyrtowii* est représentée vue d'en haut, quand elle rampe sur une surface horizontale. Le mouvement est très régulier et assez rapide. Dans les cristalliseurs elle rampe toujours sur le fond, et je ne l'ai pas vue ramper sur les parois verticales si elle ne trouve pas des cailloux sur lesquels elle puisse s'élever. Il en est de même pour les bords du vase rempli de gravier. On trouve les *Hedyle* aussi sur la portion de la paroi verticale qui est couverte de sable, mais pas plus haut. Dans cette état la *Hedyle* présente une forme assez étroite en avant qui s'élargit en arrière. On aperçoit les quatre tentacules sur la tête, et — les yeux, — comme deux petits points noirs visibles par transparence. Au premier choc elle se contracte et rentre sa région antérieure dans la moitié postérieure élargie du corps (Fig. 5), et alors, tantôt laisse voir les tentacules au dehors ou bien les retire complètement à l'intérieur. Cette manœuvre qui se répète plusieurs fois me rappelle la *Bonellie*, qui retire aussi sa trompe bifurquée dans la région élargie de son corps, ou bien les mollusques gastéropodes, munis d'une coquille, qui retirent leur corps sous leurs manteaux ou dans la coquille, pour le protéger ou se défendre de l'ennemi. Lorsque la *Hedyle* avance en ligne droite, elle prend l'aspect représenté sur la Figure 1 et 2; mais dès qu'elle tourne à gauche ou à droite, ou que l'on incline la surface sur laquelle

elle rampe à droite ou à gauche, on voit tout de suite que la partie postérieure du corps penche d'un côté (Fig. 3), et l'on remarque alors un petit prolongement pointu qui est la partie postérieure du pied (Fig. 3). La présence d'un pied montre clairement que la *Hedyle* est un simple gastéropode, ayant un sac dorsal, qui correspond au manteau, et dans lequel l'animal se retire dans le cas de danger, comme le font du reste tous les gastéropodes à coquille. Mais chez notre animal la coquille manque, tandis que l'appareil dorsal en forme de sac est conservé et fonctionne de la même façon que le sac dorsal formé par le manteau chez les gastéropodes à coquilles; comme chez ces derniers, il contient certains organes et sert aussi à l'animal de refuge où il peut se retirer en cas de danger. Ce sac dorsal est attaché à la face dorsale du corps de la *Hedyle*, et forme un sac très contractile, assez long, généralement de la même longueur ou plus long que le corps ou le pied (Fig. 4). Il ne penche d'aucun côté quand l'animal se déplace en ligne droite, mais dès que l'animal tourne brusquement à gauche ou à droite, le sac, qui conserve encore son impulsion primitive, penche du côté opposé. Lorsqu'on balance le bocal ou le cristalliseur sur le fond duquel rampent les *Hedyle*, on voit leurs sacs dorsaux se pencher d'un côté ou de l'autre, sans qu'il soit possible de discerner une facilité spéciale pour un côté plutôt que pour l'autre. Ce déplacement est donc dû à une cause physique extérieure; mais le sac peut changer de forme au grès de l'animal, qui peut le contracter ou l'allonger ou le faire pencher d'un côté ou de l'autre. Sur la Fig. 4 nous représentons une *Hedyle*, qui, après avoir allongé son sac dorsal, le recourbe d'une façon bien curieuse. — Ce sac est toujours en mouvement, il est toujours en train de s'allonger ou de se contracter, comme s'il exécutait une pulsation rythmique. — Pour avoir une juste idée de ses relations avec le corps de l'*Hedyle* et de son fonctionnement, il faut le comparer au sac du manteau des gastéropode, du quel il diffère par le fait de ne pas sécréter de coquille, de rester mou, et ne pas présenter de cavité branchiale ou palléale. Ce mollusque ne possède pas de branchies. Nous avons déjà dit que, l'animal en se contractant, se retire dans son sac dorsal comme on le voit figuré sur la Fig. 5 mais il peut se contracter encore plus et retirer aussi ses tentacules. Il se présente alors comme un petit corps blanc, ovoïde, qui roule dans toutes les directions, sous l'influence des courants d'eau. Il est cependant rare de l'observer sous cet aspect; ordinairement l'animal en même temps qu'il se contracte, se fixe aussi par le bout de son pied aux objets sur lesquels il rampait. Sur la Fig. 6 est précisément représentée une *Hedyle* contractée; dont le bout de pied paraît au dehors, et par ce bout l'animal est solidement fixé au porte-objet ou au fond du vase ou au caillou. Il s'attache avec une telle force qu'on ne peut pas l'enlever avec le simple jet d'eau produit par une pipette; on réussit cependant quelquefois lorsque le jet est très fort. D'ordinaire il faut le pousser avec la pointe d'une aiguille, avec une soie ou un cheveu très raide. — Pour en finir avec l'extérieur il est nécessaire de décrire encore les tentacules, qui, comme on le sait déjà, sont au nombre de quatre: deux antérieurs, plus grands et en forme de lèvres élargies, l'une à droite et l'autre à gauche. Ces tentacules sont animés d'un mouvement continu. — Les deux autres sont supérieurs. — Nous appellerons les premiers tentacules

labiaux ou de la première paire, et les seconds tentacules de la seconde paire ou rhynophores. Leurs structure et fonction sont différentes, ainsi que leurs formes qui sont encore plus différentes chez les autres espèces dont nous parlerons avec détails plus loin. Les tentacules de la première paire ou labiaux, sont plus grands que ceux de la seconde. Ils sont dirigés de côté, à droite et à gauche. Ils sont un peu aplatis, et leur réunion vers la ligne médiane forme une sorte de plafond pour l'orifice buccal; on dirait que ces tentacules sont deux lèvres, dont la partie dorsale est très peu développée et au contraire les parties latérales énormément allongées à droite et à gauche. Ordinairement les tentacules, par exemple les quatre tentacules de *Hélix*, sont dirigés à droite et à gauche, et fonctionnent ou comme ommatophores ou comme organes tactiles; ils proéminent en même temps. Chez les *Hedyle* les tentacules labiaux glissent sur la surface sur laquelle rampe l'animal. — Ils explorent tous les objets qui se rencontrent sur la route de l'animal, et, comme ils sont beaucoup plus larges que le corps, ils sont en contact avec une surface beaucoup plus grande. Cela permet à la *Hedyle* d'avoir une connaissance plus approfondie de ce qui l'entoure; ces tentacules sont extrêmement flexibles et ils découvrent le moindre petit objet qu'ils rencontrent sur leur route. Ils soulèvent dans ce cas leurs bords antérieurs et le passent dessus. — On voit cela très distinctement en observant le mouvement des *Hedyle* sous le microscope. — Ces deux tentacules rappellent les balais qu'on place devant les roues des locomotives pour éloigner les objets qui obstruent la voie. Dans le cas qui nous occupe ils sont placés pour inspecter et diriger vers la bouche les objets qui peuvent être utilisés comme nourriture. Malgré mes efforts je n'ai pas réussi à voir des cils vibratils sur ces tentacules, mais je trouve un nombre assez considérable de poils immobiles qu'on regard ordinairement comme organes tactiles. Cette absence de cils me paraît pourtant douteuse puisque, chez des formes tout à fait voisines les *Hedyle glandulifera* et *spiculifera*, il est très facile de voir les cils qui recouvrent cette paire des tentacules. Elles doivent exister aussi chez la *H. Tyrtowii*, mais je n'ai pas pu les déceler malgré les recherches faites à l'aide de l'Immersion de Zeiss à 1,5, c'est à dire le plus fort objectif. Chez les autres, par contre, je les ai vues même avec les objectifs à sec de 3 mm.

La seconde paire des tentacules ou les rhynophores diffèrent de la première par leur position, leur forme et leur fonctionnement. Tandis que ceux de la première paire rasant la terre ou la surface sur laquelle rampe la *Hedyle*, ceux de la seconde paire ne touchent pas le sol, mais sont dirigés en avant et en haut. Ils sont plus rigides et se présentent comme deux doigts avec lesquelles on fait des cornes. Cette position est assez bien représentée sur les Fig. 2 et 3. Leur fonction paraît être de signaler à leur propriétaire les corps étrangers qui sont susceptibles de déchirer ou blesser le tégument délicat de ce dernier. — Les rhynophores comme les tentacules labiaux sont couverts de poils immobiles ou tactiles. — Je n'ai pas pu résoudre la question de savoir s'ils sont couverts de cils vibratils, mais j'ai vu quelquefois les poils, que je regardais comme immobiles, produire des mouvements vibratiles, se courber.

Sur les préparations ces poils ne se conservent pas, du moins sur les coupes faites avec des individus conservés dans le liquide de Lang et de Hermann. Sur ces coupes je n'en vois pas la moindre trace, mais sur les animaux vivants ils sont visibles avec une netteté extrême, qui ne laisse subsister aucun doute à leur sujet.

De l'organisation extérieure nous avons encore à mentionner le pied. Le pied de *Hedyle Tyrtowii* ressemble beaucoup au pied de *H. Weberi*; il commence immédiatement en arrière de l'orifice buccal, et a ici la forme d'un demi-cercle. Il se prolonge du côté ventral le long du corps (Fig. 15—23. *p*), se terminant en arrière par une bande allongée, plus ou moins effilée, comme on peut le voir sur les Fig. 3 et 4. Le pied est couvert à sa face ventrale par une rangée de cils courts, mais vigoureux, rappelant à certains égards les crins d'une brosse. — On peut s'en rendre compte sur les photographies des coupes transversales, reproduites sur la seconde planche. — Vers sa région postérieure, le pied est tout à fait libre; il présente une bande vibratile qui se prolonge le long du côté ventral du corps et ne diffère des tissus environnants que par la présence de cils vibratils sur les cellules, et l'existence d'une couche plus épaisse de muscles et de glandes sur lesquels nous reviendrons en décrivant la structure des téguments.

Weber indique sur ses Figures 1 et 2, une bande ondulée le long des deux côtés du corps; *Hedyle Tyrtowii* et les autres *Hédyles* n'ont rien de semblable, et la partie qui correspond au manteau est tout-à-fait arrondie, sans structure spéciale aux endroits correspondants, comme nous le démontrent les photographies de coupes que j'ai fait reproduire (Pl. 2).

Avant de passer à la description détaillée, des différents organes et tissus de *Hedyle Tyrtowii*, je crois utile de dire un mot de son organisation générale. De l'extérieur nous avons déjà parlé. Les organes intérieurs sont disposés dans une cavité du corps assez spacieuse (Fig. 8 et 9), et le canal intestinal commence par la bouche qui s'ouvre à la base de deux tentacules labiaux (Fig. 7—9. *b*). Elle présente la forme d'une fente qui donne accès dans un canal assez long, représentant la cavité buccale. Ensuite vient le pharynx, contenant la *radula* (Fig. 7. *ph*), suivi de l'oesophage en forme d'étroit canal se prolongeant jusqu'à l'estomac (*es*) très peu volumineux. — De l'estomac partent deux canaux, l'un à droite, l'intestin, qui après avoir fait quelques circonvolutions se termine du côté droit à l'anus (*a*), situé à une certaine distance de la base du sac dorsal ou manteau; — l'autre canal est ce qu'on appelle chez les nudibranches l'appendice hépatique (*ah*); il se prolonge en arrière, jusqu'à l'extrémité postérieure du corps, se recourbe ensuite, se dirige en avant et décrit encore une courbure (Fig. 7). J'ai vu toujours un appendice et non deux ou même trois, comme le décrit R. Berg pour la *H. Weberi*; c'est une différence importante au point de vue de la comparaison de ces deux formes. La glande génitale est attachée le long des deux tiers postérieurs de cet appendice hépatique (Fig. 7 *glg*), et elle suit tous ses replis. Cette glande se continue par un conduit génital (*cg*) qui se dirige en avant et s'ouvre à l'extérieur, à côté du pharynx (*og*). Entre l'anus et le conduit de la glande génitale on voit

sur le Fig. 8. *r* un sac rougeâtre, coloré par la fuchsine acide, qui est l'organe de Bojanus ou la glande rénale soumise à des pulsations continuelles.

Voilà, en traits généraux, la disposition des organes, et il est clair que nous avons affaire à un mollusque de forme assez étrange, qui rappelle exactement le schéma que le Prof. Lang donne de l'organisation des mollusques, schéma reproduit dans la nouvelle édition de l'ouvrage de Bronn, rédigé par H. Simroth³). La *Hedyle*, n'ayant ni branchies ni coquille diffère de ce mollusque primitif hypothétique, mais néanmoins la ressemblance saute aux yeux; sans doute c'est une ressemblance toute extérieure et non primitive, mais elle peut pourtant donner lieu à quelques conclusions non dépourvues d'intérêt.

Téguments ou parois du corps.

Les parois du corps (Figg. 10, 11, 12, 13 et 14) de la *Hedyle Tyrtowii* sont tout à fait dépourvues de pigment et ont une teinte blanchâtre. — Elle sont formées par une couche d'épithélium superficiel (Fig. 10 *ep*) et par une couche sous jacente composée de tissu conjonctif. La couche superficielle est formée de cellules cylindriques, dont la structure diffère suivant les régions du corps où on l'examine. Ordinairement ce sont des cellules allongées, se terminent du côté interne par de petits filaments (Fig. 10. *ep*) qui paraissent se réunir pour former une couche fibrillaire sous-épithéliale (?). Entre ces cellules, on voit des glandes unicellulaires (*glc*), dont le contenu est souvent contracté par les réactifs et qui présente alors une forme assez étrange (Fig. 13. *cg*).

Les Figg. 13 et 14 nous donnent deux photographies d'une coupe longitudinale du manteau ou sac dorsal. On distingue aisément les deux couches; la superficielle formée par une série de cellules dont les noyaux sont nettement visibles et entre elles les cellules glandulaires *cg*, avec leur contenu ramassé au centre et ne touchant pas à la paroi cellulaire. A la base de ces cellules, on voit une série de points noirs *mc*, qui représentent la coupe transversale des muscles circulaires; ordinairement sur des coupes très fines je trouve qu'à chaque fibre musculaire correspond un noyau de la cellule épithéliale. Sur les coupes transversales ces fibres ne sont pas très visibles parce qu'elles sont coupées longitudinalement. Les muscles longitudinaux (*ml*) sont aussi très nets. On voit aussi des fibres musculaires transversales, mais elle peuvent être facilement confondues avec les fibres du tissu conjonctif. — Sous la couche de muscles longitudinaux se trouve une couche assez épaisse de tissu conjonctif; elle est visible sur les photographies de toutes les coupes (Figg. 13 et 14). C'est la couche que nous nommerons, couche sous-épithéliale conjonctive *cse*; elle est formée par une substance fondamentale de tissu conjonctif dans laquelle sont plongés différentes cellules et fibres. Plusieurs fibres musculaires longitudinales parcourent cette couche; on y trouve aussi des noyaux de cellules dont je n'ai pas pu déterminer la nature. Souvent les glandes muqueuses pénètrent plus ou moins profondément (Fig. 10. *glc*) dans cette couche;

enfin on y voit des corpuscules calcaires. — La Fig. 11 représente plusieurs de ces corpuscules ou plaques calcaires, qui sont très nombreux et c'est à eux qu'est peut-être due la teinte tout-à-fait blanche des *Hedyle*. Les corpuscules calcaires se présentent sous forme de petites plaques Fig. 11. *c. c* ovales, avec une ouverture au milieu (*o*). Ces plaques sont tout-à-fait transparentes, leur contour n'est pas régulier, et leur surface est onduleuse. Sous l'influence de l'acide acétique elles se dissolvent et disparaissent complètement sans laisser de traces, et cela sans produire de bulles d'acide carbonique sous la lamelle. Sans doute la petite quantité de gaz produite se dissout dans le milieu environnant. — Les plaques sont plus nombreuses dans les parois du sac dorsal, et sont disposées dans le corps jusqu'à la hauteur du pharynx, où elles deviennent plus rares, pour disparaître complètement dans la région antérieure du corps.

Entre les plaques se trouvent des petits anneaux très curieux formés de petites vésicules claires (Fig. 12). — Ces anneaux sont distribués sur tout le corps et même dans les tentacules. J'ai remarqué quelques-fois, à leur intérieur, un corps rond, ressemblant à un noyau ou au contenu d'une cellule glandulaire, dont la paroi serait garnie de petites bulles gazeuses (?).

Dans la région de cavité générale, assez spacieuse, on trouve sur les parois du corps de grandes cellules (Fig. 10. *ca*) qui, sur les coupes, se colorent d'une manière très intense par la safranine. — Ces cellules sont disposées assez régulièrement et s'accumulent en plus grand nombre à l'endroit où la paroi du sac dorsal passe à la paroi du corps. Elles me paraissent correspondre aux cellules acides de gastéropodes, décrites dernièrement d'une manière plus correcte par Mr. le Prof. Cuenot⁴), sous le nom de cellules de Leydig¹).

R. Bergh décrit dans la peau de *Hédyle Weberi*, des dépôts calcaires, en forme de petits spicules de la longueur de 0,02—0,025 mm., rétrécis au milieu, et d'une couleur jaunâtre; il parle aussi d'un grand nombre de cellules assez grandes, de couleur rouge ou orangée. — En ce qui concerne les spicules nous trouverons des formations semblables chez les autres *Hedyle* que nous allons décrire plus loin. Nous avons vu que la *H. Tyrtowii* possède des formations calcaires d'une toute autre forme. Les yeux sont les seules régions du corps qui soient pigmentées.

Nous avons parlé jusqu'à présent de la structure des téguments en général; il nous reste à décrire des régions qui sont spécialisées. Ainsi sur les tentacules, on observe une quantité assez considérable de cils immobiles qui appartiennent sans doute aux cellules tactiles.

Le pied présente aussi une structure particulière; son épithélium est cylindrique et vibratil (Pl. II Figg. 15—23 *p. cr.* et Figg. 35—36). Sur toutes les coupes qui passent par la région pédieuse on voit des cils disposés comme les crins d'une brosse, comme on peut s'en rendre compte sur les photographies (Pl. II). Sous les cellules vibratiles on voit aussi des fibres musculaires (voire Figg. 10 et 13) et, plus à l'intérieur, une couche glandulaire (Figg. 35, 36). Bergh a déjà remarqué ces glandes, car il décrit «im Vorderrande des

Fusses ein starkes Drüsenlager von dicht stehenden klaren, kugeligen und sackförmigen Drüschchen». Je trouve ces glandes aussi chez *H. Tyrtowii*, mais elles sont plutôt concentrées dans les régions postérieures et antérieures du pied, et sont composées de cellules glandulaires dont les nombreux conduits vont s'ouvrir à l'extérieur, en passant entre les cellules épithéliales (Fig. 35 et 36). Il en résulte que la plante du pied est perforée par un grand nombre de pores. Sur les préparations colorées à la safranine on voit ces conduits entre les cellules et l'on voit même une certaine quantité des substances sécrétées, également colorée, faire saillie au dehors. — La fig. 37 nous montre cette glande à un fort grossissement. On voit que chaque glande contient deux noyaux. Ces cellules glandulaires s'agglomèrent vers l'extrémité postérieure du pied (Fig. 36), juste à l'endroit où commence le sac dorsal; à l'extrémité même du pied on voit seulement les conduits et non les glandes-mêmes. Je crois que c'est cette glande qui sécrète la substance à l'aide de laquelle les *Hedyle* s'attachent à leur support, quand elles sont incommodées; j'ai vu même se former des sortes de fils, ressemblant aux soies d'une brosse, qui tenaient l'animal attaché au port-objet. Cette glande, qui sécrète une substance collante, pourrait être comparée avec la glande byssogène des Lamellibranches.

Après cette description sommaire de la structure des téguments, il ne sera peut-être par inutile de dire quelques mots sur les différentes formes des corpuscules calcaires. — Outre la forme générale, que nous avons déjà mentionnée et qui a été reproduite sur la Fig. 11 *cc*, on trouve encore des corpuscules calcaires beaucoup plus petits, qui paraissent être en voie de formation. — Sur la Fig. 11. *c°*, nous voyons un tout petit corps, ayant vaguement la forme d'une pantoufle, qui paraît dériver d'un spicule simple chez lequel se seraient formés de petits bourrelets aux deux bouts. Chez le corpuscule reproduit sur la Fig. *c''*, ces bourrelets sont déjà plus grands et commencent à entourer la cavité centrale. — Sur la Fig. *c'* nous trouvons un corpuscule d'une forme déjà bien différente; la cavité centrale *o* est déjà beaucoup plus circonscrite et sur le corps du corpuscule se montrent des saillies en forme de piquants. La Fig. *c^{IV}* nous présente déjà un corpuscule presque complet, très rapproché de la forme *c*, seulement son espace central libre *o* n'est par complètement entouré, il reste une petite solution de continuité. Je crois donc que les formations qui viennent d'être décrites sont les divers stades de développement des corpuscules calcaires. Ils peuvent être ramenés au moyen de la forme *c°* à de simples spicules fusiformes, comme ceux qu'on trouve chez les *Hedyle spiculifera* et *Milaschewitchii*; chez *Hedyle Tyrtowii* ils ont pris la forme de lamelles, mais la forme primitive (*c°*) rappelle encore le spicule simple; — cela permet de supposer que les *Hedyle Tyrtowii* dérivent des *H. spiculifera*, formes plus primitives.

Les spicules de la *Hedyle glandulifera* présentent des formes de transition entre ceux de *H. spiculifera* et ceux de *H. Tyrtowii*, comme on peut s'en convaincre en comparant les stades jeunes par ex. *c°* et *c''* de la Fig. 11 avec les spicules reproduits sur la Fig. 54. — Cette question mériterait une étude plus approfondie que celle qui vient d'être faite.

Nous avons déjà mentionné la musculature qui se trouve dans les téguments, c'est à dire les muscles circulaires (Fig. 13. *mc*) et les muscles longitudinaux (*ml* Fig. 13). Ces

muscles forment un vrai réseau très puissant, ce qui explique l'extrême contractilité et la grande mobilité du sac dorsal de cette *Hedyle*.

En certaines régions du sac dorsal, on voit que les fibres des muscles longitudinaux forment deux masses (Fig. 23 et suivantes jusqu'à Fig. 28) disposées dans l'épaisseur des téguments (Figg. 23, 25, 26), masses qui forment quelquefois des bourrelets faisant saillie dans la cavité du corps Fig. 28; cela dépend sans doute de l'état de contraction de l'animal, peut-être même de l'état de conservation des préparations. Ces masses musculaires sont composées de fibres longitudinales et commencent déjà dans la région (Fig. 23. *m*) où le pied forme encore la partie ventrale du corps et n'en est pas encore séparé comme appendice libre; sur les Figg. 25 et 26 on voit ces fibres réunies en plusieurs faisceaux placés encore dans le tégument commun du sac dorsal; sur la Fig. 27 elles paraissent se différencier et former un bourrelet considérable faisant saillie à l'intérieur. Cela est encore plus net sur la Fig. 28, où ces faisceaux musculaires forment des troncs presque indépendants, réunis seulement à la paroi par une sorte de mésentère.

Ces deux masses musculaires forment deux forts rétracteurs qui peuvent retirer le corps de l'*Hedyle* dans le sac dorsal.

Sur la photographie d'une coupe longitudinale (Fig. 32. *m*) les muscles d'un côté sont très nets; il présentent l'aspect d'un vrai tendon entre le corps de l'*Hedyle* et le sac dorsal. — L'insertion antérieure de ce tendon est intéressante à noter. Il se termine en effet par une sorte de diaphragme (Fig. 32. *d*) qui entoure tous les organes de la région antérieure du corps; les fibrilles du muscle (*m* de la Fig. 32) s'irradient dans la lamelle *d*, qui est située derrière les glandes salivaires, elles entourent ces dernières et pénètrent de nouveau dans les téguments de l'extrémité antérieure du corps. — Cette lamelle musculaire est très nette sur beaucoup de préparations; elle se voit aussi sur la photographie de la coupe transversale Fig. 23. *d* ainsi que sur les dessins Figg. 36 et 43. *d*.

Elle sépare la cavité du corps de celle du sac dorsal et rappelle par ses relations une membrane qui existe chez le Scorpion et que j'ai décrite dans mon étude⁷) sur la nouvelle glande lymphatique du Scorpion d'Europe. Cette lamelle ou diaphragme doit avoir des ouvertures pour livrer passage au liquide de deux moitiés du corps dans les cas de contractions brusques, qui sont habituelles chez les *Hedyle* qu'on dérange. Je la trouve mentionné Mr. J. Guiart chez la *Philine aperta* (p. 105).

Le diaphragme est formé de fibres musculaires et deux lames épithéliales le limitent sur les deux faces. — On y trouve encore, surtout sur le côté antérieur, un certain nombre de cellules glandulaires.

La Fig. 43' montre l'aspect de la petite lamelle du diaphragme, qui est aussi très net sur la photographie d'une coupe longitudinale reproduite sur la Fig. 32. *d*; *ml* est une forte fibre musculaire qui, du faisceau *m*. Fig. 32, se prolonge dans le diaphragme et passe, plus en avant, dans la paroi du corps; sous ces fibres des muscles longitudinaux on voit des points noirs *mt*, qui représentent les coupes des fibres transversales. — C'est l'inverse de ce qu'on

trouve dans le tégument extérieur (Fig. 13 et 14), où les muscles transversaux forment la couche la plus externe. — En différents endroits, et surtout vers la partie postérieure du diaphragme où il est plus étendu à cause des glandes salivaires, on peut observer facilement un vrai réseau de fibres transversales et longitudinales, qui s'entrecroisent. On trouve, en cet endroit aussi, plusieurs fibres se dirigeant dans d'autres directions. Cette disposition des fibres musculaires est visible sur les préparations fixées au liquide de Hermann, mais on ne les voit pas sur celles fixées au sublimé.

Ce feutrage de fibres musculaires est renforcé par une substance gélatineuse, on dirait du tissu conjonctif, et il est recouvert des deux côtés par un épithélium formé en haut, c'est à dire du côté postérieur, par des cellules plates (Fig. 43'. *cp*), dans lesquelles de place en place on voit aussi de noyaux. En bas, c'est à dire du côté antérieur, on trouve aussi des cellules épithéliales semblables. Mais entre ces dernières sont intercalées des cellules glandulaires. Sur la Fig. 43', qui est une copie exacte de la préparation, on voit une série de ces cellules glandulaires *ca*, avec un noyau très net et un contenu de petits corpuscules arrondis, de forme assez irrégulière. Je crois que ces cellules peuvent être assimilées aux cellules acides, que nous avons déjà décrites en parlant des téguments, mais cette assimilation n'est pas certaine. Peut-être sont-elles d'autre nature.

Appareil digestif.

La bouche *b* se trouve en dessous de la ligne de soudure des deux tentacules labiaux et se présente comme un orifice ovoïde (Fig. 7. *b*); elle se trouve immédiatement en avant du bord antérieur du pied et conduit dans un canal assez long et étroit, qui s'élargit à l'endroit où il s'abouche au pharynx ou bulbe pharyngien (*ph*) contenant la radula. — Du côté dorsal, par rapport au pharynx, n'ait l'oesophage, sous forme de canal très étroit, bien visible sur la photographie Fig. 7. *oe*. — L'oesophage se continue vers une seconde région très faiblement renflée, qu'on peut assimiler à un estomac (*es*). — Sur la Fig. 7. *b* on voit la bouche en forme de fente allongée, située à la base des tentacules labiaux; sur la Fig. 15, qui représente une coupe passant par la base de ces tentacules, on voit l'orifice buccal en forme de canal comprimé latéralement et pourvu de parois assez épaisses. Le canal buccal (Fig. 7) est assez long; il passe entre les ganglions cérébroïdes et se termine par un élargissement qui précède sous entrée dans le pharynx. Cette portion du tube digestif, qui est relativement très longue, et qui peut-être désignée comme région buccale, possède des glandes spéciales que je vais désigner sous le nom de glandes de la cavité buccale ou glandes buccales. Ces glandes sont formées de cellules qui sont toujours très nettes sur les coupes; la Fig. 10 nous les montre sur une coupe transversale *glb.*, et les Figg. 9 et 43 sur une coupe longitudinale; on les voit aussi, sur une série de coupes presque horizontales (Fig. 33), disposées à côté du pharynx. Je crois qu'elles sont au nombre de quatre — deux de chaque

côté de la région buccale. — Leurs structure histologique est très nette; ce sont de très belles cellules, ayant des noyaux qui se colorent très distinctement avec tous les colorants usuels, et un contenu composé de petits granules très régulières. — Je n'ai jamais remarqué de différence dans la structure des diverses cellules, qu'on trouve dans les glandes salivaires. Même sur les photographies les moins réussies on voit facilement que le contenu des cellules est très variable chez les glandes salivaires (Fig. 24). — Les glandes buccales sont disposées immédiatement en avant du ganglion pédieux ou sous-oesophagiens, et souvent leurs surfaces se touchent (Fig. 43. *glp* et *gnp*).

La cavité buccale s'ouvre dans le pharynx (Fig. 7. *ph*) qui présente, comme chez tous les gastéropodes, un organe musculueux qui supporte la *radula*. Sa structure est assez compliquée. Qu'on l'étudie à l'état vivant, par transparence en comprimant un peu l'animal, ou qu'on l'étudie sur des coupes, on voit qu'il est toujours constitué par deux régions, une antérieure, qui forme une sorte de couvercle ou d'enveloppe externe, et l'autre interne. Sur la Fig. 7. *ph* on voit nettement cette division, visible également sur les Figg. 9 et 32, ainsi que sur les coupes transversales 21 et horizontales 31. R. Bergh¹⁾, ne mentionne pas cette structure du pharynx, mais ses dessins, 5 et 6, figurent cette division. Sur la coupe longitudinale Fig. 9, on voit que la région antérieure entoure la région postérieure; cette disposition est bien visible aussi sur les coupes transversales par ex. Fig. 21.

La région postérieure, contenant toute la *radula*, peut être regardée comme le bulbe radulaire. Sur les coupes longitudinales du moins, on voit la *radula* disposée sur la ligne médiane de cette région du pharynx. Généralement cette région pharyngienne est assez volumineuse comme le montrent très bien les Fig. 7, 9, 32 et autres. Sur les photographies reproduites sur la planche II, les rapports des parties sont indiqués d'une manière tout-à-fait exacte. On est frappé de constater que le pharynx très volumineux doit traverser l'étroit tube buccal pour être projeté au dehors, lorsque l'animal emploie sa *radula* pour gratter la surface des plantes ou des cailloux. Je n'ai jamais vu sortir la *radula* par l'orifice buccal, et je dois ajouter que, même les manipulations que j'ai fait subir à l'animal: la pression sous la lamelle, l'action de différents liquides conservateurs, la mort dans l'eau douce, n'ont jamais eu pour effet de faire sortir le pharynx. Au contraire, cet organe se retractait le plus possible. La position de la *radula*, située invariablement aux même endroit, est très caractéristique pour les *Hedyle*.

La structure de la *radula* est très simple. Il n'y a qu'une seule rangée de dents. — On la voit très bien, en comprimant l'animal, sous forme d'un étroit ruban, recourbé toujours un peu en arrière à son extrémité antérieure (Figg. 7—8). Ce ruban est composé d'une rangée de dents au nombre de 35; les dents occupent la région médiane et leur forme est représentée sur les Figg. 38 et 39. De chaque côté de la rangée médiane de dents on voit encore une double rangée de plaques, dont les plus internes ont une forme presque carrée et les plus externes une forme plus élargie. La *radula* est donc composée de 5 rangées de plaques chitineuses, dont l'intérieure est seule formée de vraies dents, les quatre rangées externes

étant composées de plaques. Les dents sont un peu recourbées en arrière; ils possèdent un grand crochet médian, et quatre crochets latéraux de chaque côté du crochet médian. Monsieur le Prof. Bergh dessine sur la Pl. II et sur les Figg. 10 et 11, des dents d'une forme assez semblable, mais il parle sur la page 8, de 24 à 26 rangées de dents, ce qui est bien différent de ce que j'observe chez notre *Hedyle* où l'on ne trouve à vrai dire qu'une rangée de dents et des plaques, formant sans doute un appareil de soutien à la radula. — Il y a donc, à ce point de vue aussi, une différence considérable entre les deux formes, si j'ai bien compris la description du Prof. R. Bergh.

Le bulbe pharyngien conduit dans l'étroit oesophage (Fig. 7. *oe*) qui aboutit à un petit renflement que je considère comme un estomac (*es*). L'oesophage est tapissé d'une couche de petites cellules claires, avec des noyaux très distincts. Il est entouré sur toute sa longueur par deux glandes salivaires ou pharyngiennes (Fig. 7. *gl. s.*). Le Prof. Bergh mentionne aussi l'existence de ces glandes dans sa *Hedyle Weberi* et, sur la Fig. 5, il les montre sous forme de deux glandes tubulaires qui s'ouvrent chacune dans un réceptacle spécial, d'où part un conduit débouchant dans le pharynx. Les glandes salivaires de notre *Hedyle* paraissent plus développées et elles entourent presque complètement l'oesophage (Figg. 7 et 32). Elles sont composées d'énormes cellules (Fig. 24), qui sur les coupes ont une structure très variée, due sans doute à leur état physiologique différent; en effet les unes ont déjà excrété leur produit, les autres sont à l'état de repos, ou en train d'élaborer leurs produits. Les photographies N^o 24, 31 et 32 nous montrent ces états variés des cellules de la glande. Le noyau des cellules est presque toujours bien visible et leur aspect uniforme (Fig. 24), tandis que le contenu de la cellule est, ou tout-à-fait transparent, ou rempli de corpuscules se colorant d'une manière très intense. Sur la Fig. 24, de chaque côté de l'oesophage, on voit deux tubes épithéliaux, qui pourraient bien être des réceptacles salivaires dans le genre de ceux que le Prof. Bergh décrit dans la *Hedyle Weberi*. Ces deux conduits sont très nettement visibles chez la *Hedyle spiculifera* et sont reproduits sur la Fig. 65. *cg*. Chez la *H. Tyrtowii*, le trop grand développement des glandes salivaires empêche de voir ces détails.

De l'estomac partent deux tubes dont l'un est l'intestin, qui se dirige à droite, et s'ouvre à l'extérieur (Figg. 7 et 8 *a*) non loin de l'endroit où commence le manteau.

Le tube intestinal est très court, et je ne puis pas dire que je l'ai étudié d'une façon très approfondie. De la partie postérieure de l'estomac part un long appendice qui se prolonge tout le long du manteau en faisant plusieurs courbures Fig. 7 et 8. *ah*. Sur les coupes transversales cet appendice paraît, ou unique Fig. 25, ou double Fig. 27, ou triple Fig. 26, suivant les endroits par où passent les coupes. Ainsi lorsque la coupe passe à l'endroit marqué par lettres *ah* (Fig. 8), cet appendice se trouvera sur la coupe 3 fois. Dans les autres endroits le nombre des fois que cet appendice sera représenté sur les coupes dépendra de l'état de contraction du corps. Il est probable que cet appendice s'étend, en ligne droite et que ses courbures disparaissent, lorsque la partie antérieure de l'appareil intestinal est

projetée en avant (p. ex. quand le pharynx est projeté hors de la bouche), ou lorsque le manteau est allongé comme chez l'animal représenté sur la Fig. 4.

Ainsi sur une coupe de la région postérieure du corps, représentée sur la Fig. 34, on trouve la coupe d'un seul tube et à côté celle de son extrémité recourbée, naturellement dépourvue de lumière. — Les parois de cet appendice sont composées de cellules ressemblant aux cellules hépatiques des mollusques; de sorte que cet appendice pourrait être regardé comme le foie. Chez la *Hedyle Tyrtowii* cet appendice est unique, mais chez la *Hedyle Weberi* il est double ou triple, et c'est à cause de cela que Mr. Bergh a placé la forme qu'il a décrite parmi les Nudibranches Cladohépatiques. Sur la Fig. 1 de la seconde planche il dessine en effet, d'une manière tout-à-fait nette, des appendices hépatiques divisés en plusieurs branches, de sorte qu'à ce point de vue la *Hedyle Weberi* appartient indubitablement à la famille des nudibranches qui possèdent un foie ramifié. Cette conclusion ne s'applique pas à mes *Hedyle*, puisque leur appendice hépatique est représenté par un simple tube, faisant quelques courbures, mais ne se ramifiant pas. On ne devrait peut-être par classer nos *Hedyle*, à cause de cette différence, dans un groupe de mollusques qui a été créé spécialement pour des *Nudibranches* qui ont un foie ramifié comme le dit explicitement Mr. Weber «diese neue Familie, die *Hedyliden*, gehört ganz deutlich zu den *kladohepatischen Nudibranchien*». Cependant l'organisation générale, la disposition des organes, la structure de la radula, me portent à les ranger, au moins provisoirement parmi les *Hedylidés*. Plus tard, quand leurs anatomie et embryologie seront connues plus complètement on pourra, peut-être créer pour ces formes un nouveau genre ou même une nouvelle famille.

Il sera peut-être bon de mentionner ici, que quelquefois on trouve des *Hedyle* qui ont leur appendice dorsal coloré en vert. Cela est dû aux corps verts inclus dans les cellules hépatiques et qui sont, sans doute, des algues parasites. — Je n'ai pas fait sur ce sujet des études approfondies.

L'appareil circulatoire et respiratoire n'a pas été découvert. — Pourtant je crois que le coeur existe, parceque j'observe sur les coupes, dans l'endroit où se trouve l'estomac, une cavité avec des parois simples et un corps plus dense à l'intérieur qui pourrait bien être le coeur avec son péricarde. C'est d'autant plus probable que chez la *Hedyle spiculifera*, de laquelle nous nous occuperons plus tard, j'ai vu à l'endroit correspondant un coeur dont j'ai pu observer les pulsations rythmiques.

Appareil excréteur.

Le rein est très nettement visible chez les individus qu'on a tenu plusieurs jours dans la fuchsine acide. Il se colore en rouge (Fig. 8. *r*), et se présente sous la forme d'un grand sac pulsatil qui exécute des contractions rythmiques. Les cellules rénales qui en constituent l'épithélium, sont très plates (Fig. 24. *r*) et contiennent des granulations se colorant

en rouge par la fuchsine. Le rein est disposé dans le sac dorsal, entre l'anus et l'ouverture génitale (Fig. 8. *r*). Je n'ai pu lui trouver d'orifice externe, ni de communication intérieure.

Système nerveux central.

Le système nerveux est très bien développé chez les *Hedyle*; on l'étudie facilement sur les coupes longitudinales et transversales, ainsi que sur les animaux vivants, soumis à une certaine pression. Par *c* est indiquée sur la Fig. 7 la position générale des centres nerveux, qui sont très bien indiqués par les points noirs des yeux accolés à la masse cérébroïde. On voit, sur cette figure, les masses principales nerveuses, c'est à dire les ganglions sus-oesophagiens, à la partie antérieure desquels sont placés les yeux, et les ganglions sous-oesophagiens qui supportent dans leur région antérieure les otocystes (Fig. 7. *ot*).

Sur la Fig. 18 représentant une coupe transversale, qui intéresse le cerveau, on voit très nettement les masses nerveuses (*c*) sus- et sous-oesophagiennes (*gp*) former l'anneau nerveux qui entoure le tube buccal.

Sur la Fig. 19 on voit très nettement les petites vésicules, *ot* des otocystes, attachées aux ganglions, que nous pouvons regarder comme des ganglions pédieux.

Ces quatre ganglions sont très rapprochés les uns des autres et chez toutes les espèces de *Hedyle* ils possèdent les mêmes relations entre eux, mais ils ne sont jamais soudés aussi intimement que les représente Pelsener⁵) (Pl. XV Fig. 134), pour les *Eolis*. Les photographies (Figg. 18 et 19) démontrent sans conteste notre affirmation. — Ces deux paires de ganglions sont toujours disposées en avant du pharynx; ils forment un vrai collier nerveux céphalique. — Plus en arrière, sous le pharynx Figg. 21. *pgl*, l'on trouve deux ganglions paléaux qui sont à considérer comme la seconde paire de ganglions sous-oesophagiens, et qui sont réunis par des commissures entre eux et aux masses cérébroïdes. Cet ensemble de ganglions et de commissures constitue le système nerveux central de nos mollusques. — On trouve encore une paire de *ganglions buccaux* (Fig. 41 *gnb*) — à l'endroit où l'oesophage s'abouche au pharynx; les ganglions sont placés sous l'oesophage et paraissent se réunir par une commissure; on voit en effet avec une netteté extrême les neurilèmes de ces ganglions passer l'un dans l'autre. Je n'ai pas réussi à trouver le ganglion sympathique, à moins que ce ne soit le corps rond, représenté sur la Fig. 42 *s*, qui d'après sa structure ressemble beaucoup à un ganglion nerveux.

Organes des sens.

Les *Hedyle Tyrtowii* possèdent deux yeux et deux otocystes vésiculaires. Les premiers ont une organisation extrêmement primitive, sont situés sous les téguments et presque accolés à la masse cérébroïde, car on ne peut distinguer qu'un pédoncule très réduit. Ces yeux ont

une forme ovoïde, ils sont plus étroits vers la base et contiennent un certain nombre de grains noirs. Leur structure sur les différentes préparations et coupes, paraît variée; je n'ai pas pu distinguer de cristallin ou de cellules de la rétine.

Les *otocystes*, sont toujours très nettement visibles, aussi bien sur l'animal vivant que sur les coupes. Ils sont en partie englobés par la masse des ganglions pédieux et contiennent toujours un seule otolithe, qui vibre continuellement. — Les tentacules sont couverts des cils immobiles qui sont sans doute des organes tactiles.

Sur les Figg. 41, 42 et 43, j'ai reproduit quelques coupes horizontales sur lesquelles on voit les relations des ganglions nerveux; la Fig. 41 représente une coupe tout-à-fait superficielle, qui passe par la masse cérébroïde, le pharynx et les ganglions buccaux (disposés à côté de l'oesophage a l'endroit où il passe dans la pharynx).

La Fig. 42 représente une coupe plus profonde qui intéresse les ganglions pédieux avec leur otocytes, les ganglion paléaux avec leurs commissures et les nerfs se dirigeant dans trois directions.

Sur la coupe longitudinale (Fig. 43) sont concentrés tous les ganglions, les cérébroïdes, les pédieux, les paléaux et les buccaux, ganglions, qui forment tout le système nerveux central des *Hedyle*. Les ganglions cérébroïdes paraissent toujours formés par la soudure de deux ganglions, mais ils possèdent encore un prolongement nerveux du côté antérieur qui paraît se diriger vers les yeux. Lorsqu'on suit ces coupes transversales d'avant en arrière, on trouve d'abord le pigment oculaire, puis les coupes d'un tout petit ganglion, enfin la masse cérébroïde sus-oesophagienne, et ce n'est que plus loin qu'apparaissent les ganglions pédieux ou sous-oesophagiennes.

Appareil reproducteur.

La disposition des glandes génitales est très nette et très visible chez les *Hedyle*. Tout le long de l'appendice hépatique, accolé intimement à ses parois, se trouve un organe glandulaire à bords frangés qui est indubitablement la glande génitale (Figg. 7, 8 et 9. *glg*).

Les Figg. 7 et 8 montrent la disposition de cette glande mieux qu'une description ne pourrait le faire. J'ai vu se développer dans cette glande, chez différents individus, des spermatozoïdes et des ovules, mais les deux sortes de produits génitaux ne se formaient pas dans le même individu, à moins de cas exceptionnels sur lesquels nous reviendrons plus tard. — Ma première rencontre avec les *Hedyle* date du mois d'octobre 1899; j'en ai apporté un assez grand nombre à St. Pétersbourg où je les ai fait vivre dans de petits bocal pendant tout l'hiver 1899—1900. En les étudiant et à l'état vivant, sous les lamelles, et sur des coupes, j'ai remarqué que j'avais toujours affaire à des mâles, et cela sans une seule exception.

Pendant l'hiver (ou au printemps) j'ai eu des individus chez lesquels le conduit excréteur des glandes génitales était bourré de spermatozoïdes Fig. 28. *cg*. Les spermatozoïdes

étaient tout-à-fait mûrs, en forme de spirilles Figg. 29—30. — Ce n'est qu'au mois d'avril 1900, lorsque revenu à Sebastopol j'ai pu me procurer des *Hedyle* fraîches, que j'ai pu voir des individus ayant des ovules. — Un individu semblable est représenté sur la Fig. 48. Mais pourtant le nombre des femelles était toujours très restreint par rapport au grand nombre des mâles. Je n'ai jamais vu le développement simultané des ovules et des spermatozoïdes, fait si facile à voir chez les mollusques nettement hermaphrodites, comme le *Pseudovermis* et les *Eolidiens*, que j'ai trouvés au même endroit et vivant dans les mêmes conditions que les *Hedyle*. Il est donc très probable que les glandes génitales mâles et femelles fonctionnent à des époques différentes. Le fait que tous les individus observés pendant l'hiver 1899—1900 étaient des mâles rend cette dernière conclusion probable. Il se peut, néanmoins, que je sois tombé seulement sur des individus fonctionnant comme mâles, qui sont, comme il a été dit plus haut, de beaucoup les plus nombreux. Peut-être aussi les conditions anormales dans lesquelles ils étaient placés ont joué un rôle dans cette circonstance.

Dans l'appareil génital on peut très facilement distinguer deux régions: la glande génitale proprement dite (Figg. 7 et 8. *glg*), et le conduit excréteur (Figg. 7 et 8. *cg*).

Dans la première région sont contenus les éléments qui produisent les spermatozoïdes ou les oeufs, dans la seconde, chez les individus fonctionnant comme mâles, j'ai toujours trouvé des quantités considérables de spermatozoïdes. L'orifice génital s'ouvre du côté droit, à la hauteur des glandes salivaires (partie antérieure), ou même plus haut, dans le voisinage immédiat du pharynx (Figg. 7 et 8. *og*).

On peut constater, sur les figures et les photographies ci-jointes, les relations des glandes génitales avec le sac hépatique. On voit, sur les photographies 25 et 26, des masses glandulaires réunies au repli du sac hépatique. Sur la phot. Fig. 27, qui représente la région la plus antérieure du manteau, les glandes ont disparues, et l'on n'a plus que les coupes d'un repli du conduit génital réuni par une sorte de mésentère au sac hépatique; les conduits sont presque vides et possèdent des parois épaisses qui, sur des coupes, se présentent sous forme de canaux. Nous avons reproduit sur la Fig. 28 une coupe faite à travers un individu, dont les conduits génitaux étaient remplis de spermatozoïdes. Ces conduits font alors plusieurs replis, aussi sur la préparation photographiée on voit trois ou quatre coupes de canaux, remplis également par les spermatozoïdes. Sur la photographie Fig. 29 on voit une petite portion de ce conduit remplis de spermatozoïdes, qui ont une tête spiralée ou en tire-bouchon.

Des glandes génitales et des conduits génitaux de mâles arrivés à maturité furent étudiés à de forts grossissements, à l'aide de l'immersion 1,5 de Zeiss, et en aucun cas je n'ai pu y déceler d'ovules, aussi puis-je affirmer sans hésitation aucune que ces individus étaient des mâles. Ces animaux ne sont donc pas hermaphrodites vrais, mais la question reste en suspens s'il sont ou non hermaphrodites protandriques; quoiqu'il en soit au point de vue fonctionnel ce sont des unisexués.

Comme je l'ai déjà dit plus haut, en arrivant à Sebastopol vers la fin d'avril et en étudiant des individus qui venaient d'être pêchés, je trouvais aussi des femelles ou individus possédant des ovaires. Les organes génitaux femelles étaient disposés de la même manière que les glandes génitales mâles, c'est à dire le long du sac hépatique. Du côté postérieur était la glande génitale proprement dite, du côté antérieur le conduit. La glande contenait de petits ovules à différents états de développement. En étudiant les animaux, à l'aide de la compression, je ne trouvais que des ovules. Même sur les coupes je n'ai pu voir pendant longtemps que des ovules, et j'étais convaincu que les sexes étaient complètement séparés, et cela d'autant plus que chez les *Hedyle Milaschewitchii* et la *Hedyle glandulifera* je pus constater aussi la présence de mâles et de femelles. Tout dernièrement, en étudiant des préparations avec le système à immersion 1,5 de Zeiss, je fus bien étonné de trouver aussi quelques spermatozoïdes isolés parmi les ovules très jeunes, mais complètement mûrs, et avec leur tête en forme de tire-bouchon; le fait est absolument certain ayant été souvent vérifié dans la suite.

Cependant je n'ai pas pu trouver des stades de développement des spermatozoïdes, ce qui permet de croire que les éléments mâles proviennent de la copulation. Chez les autres mollusques il existe d'ordinaire un réceptacle séminal, mais ce dernier paraît manquer ici, car je n'ai pas pu le trouver, et ce n'est certes pas faute de savoir le chercher puisque chez des formes de même grandeur je trouve très facilement le réceptacle lorsqu'il est rempli de spermatozoïdes je puis citer à ce sujet les *Pseudovermis*.

Comme pour beaucoup d'autres questions celle des conduits extérieurs nécessite des études ultérieures, car bien des points sont encore obscurs. Ainsi sur les Figures 7 et 8 on voit que les glandes génitales s'ouvrent directement à l'extérieur sans autre complication; cela est confirmé aussi par l'étude de plusieurs coupes (Fig. 43) sur lesquelles je trouve que la portion antérieure du conduit génital s'ouvre directement à l'extérieur. On pourrait en conclure qu'il n'y a pas des glandes annexes chez *Hedyle*, mais ce fait serait en contradiction avec ce que l'on sait des mollusques voisins. De plus j'ai trouvé des individus, sur lesquels des glandes annexes rudimentaires, mucipares et autres, étaient visibles; il est donc à supposer que ces organes n'apparaissent qu'à l'époque de la maturité sexuelle et qu'ils disparaissent complètement plus tard, ou bien qu'il sont seulement très peu développés et presque invisibles dans la période de repos. Je ne puis autrement expliquer leur absence sur plusieurs de mes coupes.

Sur les Figg. 44 et 45 j'ai reproduit deux coupes d'une *Hedyle Tyrtowii*, qui avait des oeufs presque mûrs. Celle de la Fig. 44 passe par l'extrémité postérieure; on y voit la coupe du sac hépatique (*ah*), et de la glande génitale femelle qui consiste en plusieurs replis de la paroi de l'ovaire, plus trois oeufs, dont deux assez grands, avec le vitellus déjà formé. Dans le tissu ovarien on voit quelques spermatozoïdes complètement mûrs. — Une coupe passant plus en avant, et qui intéresse deux replis du foie, montre aussi deux sections du tube ovarien. On observe un oeuf bien formé dans chaque repli de la glande génitale, et en même

temps un tissu où il n'est pas possible de discerner la nature des éléments sexuels; sur cette même coupe on peut voir aussi quelques spermatozoïdes mûrs.

Ces coupes prouvent la présence simultanée de produits génitaux mâles et femelles dans les individus à ovaires bien développés. J'ai déjà mentionné plus haut que la fuchsine acide était excrétée par les reins, qui alors se coloraient en rouge. Ce même phénomène, quoique se produisant avec moins d'intensité, s'observe aussi pour toute la glande génitale mâle. Ce phénomène était surtout très net chez les individus qui avaient expulsé leurs produits génitaux, individus chez lesquels il ne restait plus, le long de l'appendice hépatique, qu'un conduit vide, contenant un liquide dans lequel flottaient quelques granulations. Ce liquide se colore en rose (Fig. 8. *glg*) de la même façon que le contenu de reins, tandis que les parois du conduit restent à peu près incolores. Une toute petite goutte d'alcali décolore le contenu du sac rénal, ainsi que celui du sac génital, ce qui indique une certaine analogie entre les contenus de ces deux organes.

La *Hedyle Tyrtowii*, dont nous venons de terminer la description anatomique, a été étudiée plus en détail; les autres espèces furent découvertes beaucoup plus tard et leur étude anatomique sera encore moins complète. Je donne néanmoins ici leur description sommaire, pour montrer surtout que nous avons dans nos mers plusieurs espèces, et peut-être plusieurs genres de ces curieux mollusques.

Les caractères, même extérieurs, permettent d'établir sans hésitation trois espèces bien caractérisées; seule la quatrième espèce — la *H. glandulifera* — pourrait éveiller quelques doutes. On pourrait en effet la considérer comme une forme plus évoluée de *H. Tyrtowii*; si l'on considère néanmoins la forme particulière des spicules, l'absence de plaques calcaires et le grand développement des glandes cutanées chez cette forme, on est amené à créer, au moins provisoirement, une nouvelle espèce pour elle.

Je vais passer maintenant à la description rapide des différentes *Hedylidés* que j'ai réussi à me procurer.

L'*Hedyle Milaschewitchii* *) à été trouvée à Sébastopol au même endroit, et dans les mêmes conditions, que l'*Hedyle Tyrtowii*, seulement elle est beaucoup plus rare. — Ses dimensions sont un peu plus grandes, et elle marche plus lentement. Elle diffère de l'*Hedyle Tyrtowii*, par l'absence des tentacules de la seconde paire ou rhinophores; ses palpes antérieurs ou labiaux sont beaucoup plus courts, moins mobiles et plus élargis à la base. Ces palpes ne sont jamais soulevés pendant la marche, mais ils glissent sur le sable et les objets sur lesquels rampe l'animal. Ils sont aplatis, et forment plutôt une sorte de lèvre supérieure entourant la bouche et se prolongeant de chaque côté de cet orifice. Les palpes sont beaucoup plus rigides que chez l'*Hedyle Tyrtowii*; cette rigidité est due à une série de spicules calcaires (Fig. 46) disposés en deux faisceaux — un de chaque côté de la ligne médiane et placés à la base des palpes, base qui forme l'extrémité antérieure du corps de l'animal. Par conséquent

*) J'ai donné le nom de *Milaschewitchii* à ce petit mollusque, en honneur de Mr. Milaschewitch, notre éminent conchyologiste, le meilleur connaisseur des mollusques de la mer Noire et de la mer de Marmara.

à la base des palpes se trouve une grande agglomération de spicules, mais dans les autres parties du corps les spicules, toujours fusiformes, sont isolés (Fig. 48 *sp*), et très peu nombreux. La forme du pied est très différente de celle du pied de *Hédyle Tyrtowii*; tandis que cette dernière à un pied très effilé et pointu, chez la *Hédyle Milaschewitchii* le pied, vu en dessous, est tout-à-fait arrondi (Fig. 47).

Le manteau se détache du corps presque à l'extrémité postérieure du pied.

L'aspect extérieur de l'animal est rendu différent aussi par la présence de petites taches blanches, qui sont des glandes cutanées parsemées dans tout le manteau. L'organisation interne ne paraît différer en rien de celle de l'*Hédyle Tyrtowii*. Le sac hépatique seul fait exception à cette règle, car il ne présente pas de courbures et se dirige en ligne droite jusqu'à l'extrémité postérieure du manteau, d'où il se replie en avant (Fig. 48). Les yeux paraissent être plus développés, et on distingue facilement, outre la région pigmentée, une sorte de cristallin. L'un des exemplaires étudiés était une femelle, et les ovaires avaient la forme d'un tube attaché au sac hépatique (Fig. 48). De l'extrémité antérieure du sac hépatique, jusque vers le milieu du manteau, se trouvaient des ovules placés en file; cela constituait la glande génitale proprement dite. Au de là, jusqu'à la hauteur du pharynx, s'étendait le canal ou oviducte qui s'ouvrait à ce niveau du côté droit *og*. Plusieurs individus avaient le sac hépatique coloré en vert, comme le représente la Fig. 46.

La *Hédyle Milaschewitchii* a été trouvée d'abord à Sebastopol, plus tard je l'ai trouvée aussi aux Iles des Princes et aux Iles Mytilènes (Archipel Ionien). Dans ces parages elle se trouve plus souvent dans un sable plus fin, que celui qu'habitent les autres *Hédyle*.

Hédyle glandulifera Je donne ce nom provisoirement à une *Hédylide* que j'ai trouvée dans le mer de Marmara et à Mytilène, qui diffère très peu de l'*Hédyle Tyrtowii*, et que l'on pourrait peut-être regarder comme une variété de cette dernière. Elle possède aussi quatre tentacules, la même forme de pied, et le sac du manteau est presque le même. La différence consiste en une pigmentation plus prononcée (ainsi les yeux sont un peu plus grands et plus noirs), et en une augmentation dans les dimensions des glandes céphaliques, qui sont en effet plus longues, et colorées en brun comme les glandes salivaires. Le tégument extérieur contient une grande quantité de glandes ovoïdes (Fig. 55), plus répandues dans le manteau, et c'est à ce caractère que je fais allusion en donnant à l'animal le nom spécifique de *glandulifera*.

Enfin on trouve des spicules particuliers qui sont très différents de ceux des autres *Hédyle*.

Les plaques calcaires qui étaient si nombreuses chez l'*Hédyle Tyrtowii*, manquent ici complètement et paraissent être remplacées par des spicules. Ces derniers ne sont pas nombreux, mais leur forme est si caractéristique et leur présence si constante chez tous les individus de cette variété, que cela suffit, me semble-t-il, à justifier la création d'une espèce nouvelle.

Sur la Fig. 53. *sp* sont représentés ces spicules, qui sont fusiformes dans la région antérieure du sac dorsal, ou pourvus de trois et même de cinq prolongements. Sur la Fig. 54 j'ai repro-

duit une photographie des divers spicules. Ceux qui se rapprochent le plus de la forme de fuseau sont un peu recourbés; une toute petite goutte d'acide acétique les fait disparaître sans production de bulles d'acide carbonique. — Ce dernier fait peut s'expliquer par la faible quantité d'acide carbonique produite. Il est difficile de conserver les spicules dans la glycérine; il faut avoir soin d'ajouter à ce liquide un peu d'alcali, autrement les spicules disparaissent.

Outre les spicules, les glandes cutanées sont aussi très caractéristiques pour cette forme. Sur la figure d'ensemble (Figg. 52 et 53) on les voit sous forme de taches rondes, distribuées sur tout le corps et surtout dans le sac dorsal; sur la Fig. 55 elles sont figurées d'après une préparation. Elles forment des grandes glandes unicellulaires remplies d'une substance gélatineuse; leurs noyaux en croissant (*n*) se trouvent à la base des cellules, accolés à leur paroi postérieure.

Hedyle spiculifera (Fig. 49). Cette *Hedyle* a été trouvée d'abord dans la mer de Marmara et plus tard à Mytilène. C'est la plus commune des *Hedylidés* dans ces localités, mais on ne la trouve pas dans la mer Noire. C'est aussi la plus différenciée parmi les *Hedylidés*, et aussi la plus grande. J'ai eu un exemplaire qui mesurait jusqu'à 4 millimètres.

Elle diffère considérablement des autres espèces du même genre par son aspect extérieur, aussi la reconnaît-on — du premier coup. D'abord parce qu'elle est plus grande, et ensuite parce qu'on voit nettement ses caractères extérieurs. — Ses mouvements ne ressemblent point à ceux des *Hédyles* dont nous avons déjà parlé, parce qu'elle ne peut pas contracter très fort son manteau, ni le courber comme l'*Hedyle Tyrtowii*. Ses téguments extérieurs, et principalement le manteau, sont parsemés d'un nombre considérable de spicules fusiformes qui empêchent une contraction trop forte.

Cette *Hedyle* possède quatre tentacules, si l'on peut appliquer le nom de tentacule aux grands lobes labiaux qui correspondent à la première paire de tentacules des autres espèces. Ces lobes sont très larges et plats, couverts en dessous de cils vibratils vigoureux, et renferment à l'intérieur un nombre considérable de spicules.

Les rhinophores sont aussi assez larges, et à leur base sont disposés deux grandes taches noires, représentant les yeux (Figg. 49 et 50).

Le manteau se présente vu du côté dorsal sous la forme d'un disque, situé en arrière de la tête et du tronc. — Il contient un grand nombre de spicules, qui lui donnent une certaine rigidité, rappelant sous ce rapport le manteau des *Doridés*. En dessous du disque apparaît le bout postérieur du pied (Fig. 49).

Quand l'animal est dérangé, il ne se ramasse pas en boule comme l'*Hedyle Tyrtowii* (Figg. 3 et 4), mais se retire sous le couvert de son manteau (Fig. 50) comme le font les *Doris* et les *Patelles*, et si quelqu'un de non prévenus trouvait une semblable *Hedyle* contractée, il ne manquerait pas de la prendre pour une petite *Doris*. Les spicules enchevêtrés dans les téguments du manteau forment une sorte de plaque résistante qui protège le corps comme une petite coquille. — Pourtant, quand l'animal rampe sur les surfaces verticales, le

sac du manteau se penche de côté et ses bords mêmes se rapprochent; il se produit ainsi, en arrière une sorte de cul de sac, ressemblant au manteau de l'*Hedyle glandulifera* (Fig. 52), dont tout le pourtour est garni de spicules. Cela arrive aussi lorsqu'on plonge l'animal dans un liquide conservateur; le pied se recourbe dans ce cas en avant, les bords postérieurs du manteau se rapprochent et il se forme un cul de sac dont les parois sont toutes pourvues de spicules. Dans cet état le manteau ressemble beaucoup à ce que nous trouvons chez les autres *Hedyle*, où le manteau a la forme d'un véritable sac; nous avons vu que chez l'*Hedyle spiculifera* il possède plutôt un aspect de bouclier.

Les spicules de cette *Hedyle* sont fusiformes (Fig. 51), mais leur forme n'est pas tout-à-fait régulière. Leur surface est plus ou moins bosselée. Les spicules ont des dimensions plus faibles dans les parois du corps et du pied, que dans le manteau; on pourrait même à la rigueur distinguer deux types, les grands et les petits spicules. J'ai observé des différences semblables parmi les spicules des petites *Doris* que j'ai examinées pour comparer la structure de leurs spicules avec ceux des *Hedylidés*.

L'organisation interne de cette *Hedyle*, quoique établie sur le même plan que chez les trois autres espèces dont nous avons déjà parlé, diffère cependant tellement qu'on serait en droit de regarder cette *Hedyle* comme le représentant d'un autre genre. Mais pour le moment je ne voudrais pas accroître le nombre des noms de genres, parce que je crois que dans toutes mes descriptions il y a beaucoup de provisoire; j'espère aussi qu'on trouvera bientôt encore de nouvelles formes et alors il sera plus facile de distribuer les animaux en groupes naturels.

La disposition générale des organes chez l'*Hedyle spiculifera* est la même que chez les autres *Hedyle*, mais le grand développement du pied, la forme différente du manteau, la rigidité des parois du corps, occasionnent un changement considérable dans le rapport réciproque des organes.

Si l'on étudie la série des coupes transversales de cette *Hedyle*, on observe des différences considérables avec celles des *Hedyle* dont nous avons déjà parlé. Tandis que chez ce dernières le pied se montre sur les coupes comme une simple bande vibratile, chez l'*Hedyle spiculifera* le pied est très grand et ressemble tout-à-fait au pied des *Gastéropodes* typiques, comme le représente p. ex. Pelsener pour les coupes figurées sur les planches 18, 19.

La cavité coelomique est aussi plus spacieuse, les organes intérieurs sont plus développés en largeur, et l'espace qui les sépare est plus considérable. Ces modifications sont en rapport avec le développement considérable du pied et la rigidité des parois du corps. Les organes sont aussi plus différenciés. Les yeux sont beaucoup plus grands, que chez les autres espèces.

On distingue facilement le coeur, sur les animaux vivants et sur les coupes, ce que je n'ai pas réussi à constater chez les autres *Hedyle*. La couche cutanée est beaucoup plus épaissée à cause du grand développement des spicules.

Les glandes buccales sont de deux sortes et forment des organes très nettement circonscrits, et la même chose peut se dire des glandes salivaires. L'appendice hépatique est très

large et possède des parois très épaisses. Il se termine en arrière en forme de cul de sac, sans donner de courbure en avant comme chez les autres formes. Les glandes génitales ne sont pas aussi intimement soudées aux parois du sac hépatique, mais forment des masses bien distinctes, et les spermatozoïdes ont une toute autre forme. Toutes ces différences donnent un aspect très particulier aux coupes transversales de ces *Hedyle*, lorsqu'on les compare avec les coupes des autres espèces.

La forme de la radula est aussi différente au point de vue de la disposition et peut-être même du nombre de crochets. Tandis que la radula, chez toutes les *Hedyle* déjà décrites (Fig. 7, 8), possède à son extrémité antérieure recourbée 6 à 8 dents et que les dents sont dirigées en arrière, chez la *H. spiculifera* la seconde rangée (Fig. 56. *rc*) est formée par 18 crochets, toute la radula paraît être coupée en deux. Cela différencie du premier coup le sac radulaire de l'*H. spiculifera* du sac radulaire des autres *Hedyle*. Le nombre de dents paraît aussi être supérieur; tandis que chez les autres *Hedyle* je compte 34 dents, chez *H. spiculifera* ils sont au nombre de 38 (Fig. 56). Mais la structure intime de ces formations paraît être la même.

Sur les figures 57 et suivantes j'ai représenté une série des coupes transversales de l'*Hedyle spiculifera*, qui montrent bien les caractères différentiels de cette espèce.

L'extrémité antérieure était un peu retractée et recourbée, pourtant sur la première coupe (Fig. 57) nous trouvons seulement les tentacules labiaux (*tl*), et la fente buccale *b*. Sur les autres coupes nous rencontrons les deux paires de tentacules. Sur la Fig. 58 on voit la position de la bouche, qui est entourée par les tentacules labiaux tapissés du côté ventral par une couche épaisse des cils vibratils qui se prolongent aussi dans la cavité buccale. La seconde paire des tentacules, les rhinophores, sont superposés aux tentacules labiaux.

La Fig. 59 diffère de la précédente par la présence de l'extrémité antérieure du pied (*p*), mais la fente buccale n'est pas encore tout-à-fait fermée et s'ouvre largement à l'extérieur. Les tentacules labiaux et les dorsaux ont la même forme que sur les figures précédentes.

On voit, pour la première fois, apparaître autour de la cavité buccale des glandes spéciales que nous allons nommer glandes buccales latérales (*gbl*), et qui n'existent pas chez les autres *Hedyle*. Ces glandes situées de chaque côté de la cavité buccale se colorent par la safranine d'une manière tout-à-fait élective, de sorte qu'on les distingue facilement des autres glandes environnantes.

Sur la Fig. 60 nous avons dessiné une coupe, passant plus en arrière, sur laquelle la fente buccale est tout-à-fait fermée et la cavité buccale se présente en forme de tube. Ses parois sont très musculeuses, et du côté externe sont placés les glandes buccales latérales déjà mentionnées.

Sur les coupes suivantes les tentacules ne sont plus visibles.

En étudiant la structure des tentacules sur les trois coupes décrites, l'on trouve que, sous l'épithélium externe, sont disposés des amas de cellules qu'on regarde généralement comme une sorte de glandes tentaculaires (*glt*) ou cutanées, et auxquelles je suis plutôt

enclin d'attribuer une autre fonction. En me fondant sur ce que j'ai observé chez le *Pseudo-vermis*, où de grands troncs nerveux se dirigent vers les amas des cellules semblables, je serai porté plutôt à leur assigner une fonction nerveuse.

J'ai observé depuis longtemps une semblable agglomération des cellules dans les tentacules de la *Nebalia*; chez ce crustacé les nerfs, qui se dirigent vers les organes olfactifs, se distribuent auparavant dans un organe glandulaire ou ganglionnaire et ce n'est qu'ensuite qu'il se rendent aux terminaisons nerveuses proprement dits. Cet organe a été décrit aussi par le Prof. C. Claus (6). Il est caractérisé chez la *Nebalia* par la réaction acide de ses cellules, qui se colorent très vite en rose par le carmin ammoniacal, et par le tournesol; on peut le considérer comme une glande en relation avec les nerfs olfactifs.

Si nous passons maintenant aux coupes suivantes, les tentacules disparaissent mais les yeux font leur apparition (Fig. 61. *ye*) avec leur pigment noir et leur cristallin. — Le pied est constitué comme chez la plupart des mollusques gastéropodes; c'est une subdivision du corps, remplie par un grand nombre de fibres qui s'irradient dans toutes les directions et entourent des lacunes très développées. La lacune centrale est visible sur toutes les coupes et paraît être une formation très constante. La plante du pied est couverte de cils vibratils et à sa surface s'ouvrent les conduits des glandes pédieuses.

Dès que la section a dépassé les yeux, apparaissent deux petits ganglions, sous forme de petits bourrelets en avant des ganglions cerebroïdes. Plus loin les masses cerebroïdes ou le cerveau apparaissent eux-mêmes. Une coupe semblable est représentée sur la Fig. 62. Sur une coupe passant plus en arrière, apparaissent aussi les ganglions pédieux Fig. 63. *gnp*; on a ainsi au complet le collier nerveux céphalique entourant l'oesophage. Sur cette coupe nous rencontrons, pour la première fois, le sac dorsal ou manteau (*m*) sous forme de pli du bouclier dorsal, masse remplie par les restes des spicules dissous par la liquide fixateur. Aux ganglions pédieux sont accolés les otocystes.

Les coupes suivantes passent par le pharynx et rappellent ce que nous avons déjà vu chez la *Hedyle Tyrtoyii*. Cette analogie se continue jusqu'à ce que nous arrivons à l'endroit où commence à apparaître l'oesophage (Fig. 64). A ce moment la coupe est intéressante parce qu'elle nous montre le développement du manteau. Cet organe se présente ici comme la coupe d'une grande plaque musculuse, contenant beaucoup de tissu conjonctif et les restes d'un grand nombre des spicules. La cavité dans laquelle est placé le pharynx est entourée d'une couche musculaire épaisse (*m*). Des coupes suivantes nous n'en reproduisons qu'une dans laquelle le pharynx a disparu, mais dans laquelle apparaissent de nouveaux organes, les glandes salivaires *gls*. Ces glandes sont situées des deux côtés de la masse oesophagienne *gls*; elles se présentent sous l'aspect de deux corps arrondis, composés d'un petit nombre des cellules coniques, dans lesquelles on voit nettement les noyaux et des granulations d'ont l'aspect est variable, sans doute à cause de l'état physiologique différent dans lequel ils se trouvent.

Dans la partie centrale de la coupe on voit plusieurs organes englobés dans une masse de tissu conjonctif. Au centre est l'oesophage et immédiatement au dessous les deux ganglions buccaux (*gnb*), réunis par une commissure; entre les ganglions et l'oesophage, de chaque côté, se trouve la coupe de deux tubes que je regarde comme les conduits de la glande salivaire. En dessous on voit encore la musculature du pharynx. Sous le pharynx se trouve, les coupes de deux canaux qui, d'après moi, sont des vaisseaux sanguins, pourvus encore de traces de muscles dans leur parois. Une des coupes suivantes montre le sac hépatique ou foie, et dans sa partie centrale se trouve l'oesophage.

Les coupes qui suivent sont assez uniformes, le pied perd bientôt ses relations avec le corps, et ne se présente plus que sous forme de quelques replis cutanées, accolés au sac dorsal. Cet état est reproduit sur la Fig. 67. — La masse interne la plus importante est le foie, disposition qui rappelle déjà beaucoup ce qu'on observe chez les autres mollusques. A sa droite on voit un organe, visible sur un grand nombre de coupes, qui se présente sous forme de deux sacs enboîtés, comme le sont le péricarde et le coeur (*co*). Comme j'ai observé au même endroit, chez l'animal vivant, des pulsations rythmiques, je crois que cet organe est un coeur. Du côté ventral par rapport au foie on voit une double glande remplie des petites cellules et je pense que c'est la glande génitale. — La plupart des *H. spiculifera* que j'ai étudiées n'avaient pas les organes génitaux développés. J'ai trouvé dernièrement, en faisant des coupes horizontales dans une *H. spiculifera* conservée, les conduits génitaux remplis de spermatozoïdes.

Sur la Fig. 68 je reproduis la portion antérieure de ce conduit rempli de paquets de spermatozoïdes, et sur la Fig. 69 un spermatozoïde fortement grossi. Il est bien étrange que la tête de ce spermatozoïde diffère tellement de la tête des spermatozoïdes des autres *Hedyle* chez lesquelles elle a toujours une forme spiralée. J'ai déjà mentionné cette différence en énumérant les caractères différentiels de *H. spiculifera*.

Bibliographie.

- 1) Bergh, Rudolph. Die *Hedylden*, eine Familie der kladohepatischen Nudibranchien; — avec deux planches. Verhandlungen der K. K. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien. 1895. Bd. 45, p. 5.
 - 2) Отчетъ о моихъ зоологическихъ изслѣдованіяхъ въ Севастополѣ лѣтомъ 1899 года. (Comptes rendu des mes études Zoologiques à Sebastopol pendant l'été de 1899.) Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg. 1900. Février. T. XII. № 2, p. 200.
 - 3) Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs neu bearbeitet von Dr. H. Simroth. III. Bd. Mollusca III. Klasse. Gastropoda p. 23. Fig. c.
 - 4) Cuénot, L. L'excrétion chez les Mollusques. Extrait des Archives de Biologie publiées par E. v. Beneden et Bambeke. T. XVI. 1899.
 - 5) Pelsener, Paul. «Recherches sur divers opisthobranches.» Gand. Mémoire couronné par la Classe des Sciences de l'Académie royale de Belgique. Pl. 18, 19. Tome LIII. 1.
 - 6) Claus, C. Ueber den Organismus der *Nebaliden*. — Arbeiten aus dem Zoologischen Institute d. Universität Wien u. d. Zool. Station in Triest. B. VIII. 1889. p. 87.
 - 7) Kowalevsky, A. Une nouvelle glande lymphatique chez le Scorpion d'Europ. Mém. d. l'Acad. Imp. d. Sciences de St. Pétersbourg. (VIII série. T. V. № 1.) 1897. Pl. I. Figg. 1 et 8, d.
-

Explication des Planches.

Planche I.

- Fig. 1. *Hedyle Tyrtowii*. *t* trouc; *s* sac dorsal ou manteau. Gross. $\frac{45-50}{1}$. Les deux point noirs représentent les yeux.
- Fig. 2. La même rampant sur une surface horizontale, pendant que les tentacules labiaux glissent sur le support, et que les rhynophores, dirigés en avant, sont maintenus dans une position horizontale.
- Fig. 3. La même rampant sur une surface inclinée, lorsque le sac dorsal penche dans le sens de l'inclinaison, et que l'extrémité postérieure du pied se montre. Le sac dorsal prend des formes très différentes; il peut être contracté ou allongé. La figure 4 le montre dans ce dernier cas.
- Fig. 5. En cas de péril, ou de simple excitation, par ex. quand on heurte un peu rudement le porte-objet sur lequel rampe l'*Hedyle*, l'animal se raccourcit, il fléchit son extrémité antérieure, courbe le pied en deux et retire tout le corps dans le sac dorsal qui joue dans ce cas le rôle du manteau ou de la coquille des autres gastéropodes. Lorsque le péril est passé, l'animal s'allonge de nouveau et commence à ramper. Dans d'autres cas les tentacules sont aussi retirés à l'intérieur du manteau, et il ne reste au dehors que l'extrémité postérieure du pied, à l'aide duquel l'animal se fixe au porte-objet ou à un caillou, comme cela est représenté sur la Fig. 6.
- Fig. 7. La disposition des organes vue par transparence; l'animal est un peu comprimé pour mieux montrer les détails de sa structure interne. — *tl* tentacules labiaux; *rh* rhynophores; *c* cerveau ou masse cérébroïde, avec ses deux points oculaires; *ot* otocystes; *ph* pharynx avec la radula; *gls* glandes salivaires avec l'oesophage (*oe*); *es* estomac; *a* orifice anal; *ah* appendice hépatique ou foie; *glg* glande génitale qui suit les replis du foie; *cg* conduit génital; *og* orifice génital.

- Fig. 8. Une *Hedyle* tenue longtemps dans la fuchsine acide; *r* les reins ou organes de Bojanus colorés en rose assez foncé. La glande génitale qui était vide est aussi colorée en rose; *og* orifice génital; *a* anus et entre ces deux orifices le sac rénal *r*.
- Fig. 9. Coupe longitudinale d'une *Hedyle Tyrtowii*. *t* tronc ou corps; *s* sac dorsal ou manteau; *p* pied, *p'* extrémité postérieure du pied avec laquelle l'*Hedyle* adhère aux objets voisins quand elle est inquiétée (Fig. 6). — Les autres lettres comme pour la Fig. 7.
- Fig. 10. Coupe transversale des parois du sac dorsal; *ep* épithélium extérieur cylindrique; *glc* glandes cutanées; *cse* couche sousépithéliale conjonctive; *mc* couches des fibres musculaires circulaires situées à la base des cellules épithéliales; *ml* fibres de muscles longitudinaux; *ca* cellules acides qui sont disposées vers la cavité du corps et dont les granulations se colorent d'une manière très intense par la safranine. — Gross. $\frac{260}{1}$.
- Fig. 11. Les corpuscules calcaires qui se trouvent dans la couche sousépithéliale; *c* partie calcaire; *ev* espace central vide; *c'* et *c''* corpuscule en formation; *c'''* autre forme de corpuscule plus rare; *c.c* corpuscules en chapelet. Gross. $\frac{260}{1}$.
- Fig. 12. Corps en chapelet à un très fort grossissement. Gross. Imm. Zeiss $\frac{1.5}{0c.4}$.
- Fig. 13 et 14. Photographies de deux coupes longitudinales de la paroi du corps, permettant de voir la disposition des muscles circulaires *mc* et longitudinaux *ml*; *cg* un corps glandulaire (?) dont la nature n'est pas élucidée, peut-être est-ce une terminaison nerveuse particulière.

Planche II.

Une série de coupes transversales de *Hedyle Tyrtowii* dessinées d'après des photographies.

- Fig. 15. Coupe transversale de l'extrémité antérieure: *b* bouche; *tl*. tentacule labial; *p*. pied; *cv*. cils vibratils.
- Fig. 16. Coupe suivante. *rh*. rhinophores; *c.b*. cavité buccale; *glb*. glandes buccales; *glp* glandes pédieuses; *glt* glandes tentaculaires.
- Fig. 17. Même désignation.
- Fig. 18. Coupe passant encore plus en arrière. *c*. ganglions sus-oesophagiens; *gp* ganglions paléaux.
- Fig. 19. Suite de la précédente: *ot* otocystes.
- Fig. 20. Même désignation; commencement du pharynx.
- Fig. 21. *Ph* pharynx. *ph.i*. région interne du pharynx où se trouve la radula; *ph.e*. région externe musculaire; *gl* ganglions paléaux.
- Fig. 22. *Ph*. partie postérieure du pharynx.
- Fig. 23. *Oe*. l'oesophage; *glp*. glandes pédieuses; *cg* conduit génital; *m*. coupe transversale de muscles; *d* diaphragme.

- Fig. 24. *Gls* glandes salivaires; *oe* l'oesophage; *r* reins ou organes de Bojanus; *cg* conduit génital; *m* muscles rétracteurs; *cgs* conduit des glandes salivaires. Le pied n'est plus visible sur cette coupe.
- Fig. 25. Coupe du sac dorsal ou manteau. *s. h* sac hépatique ou foie; *glg* glandes génitales; *m.* coupe transversale des muscles rétracteurs.
- Fig. 26. Coupe passant plus en arrière sur laquelle on trouve trois replis du sac hépatique ou foie, sur lesquels est fixée la glande genitale *glg*.
- Fig. 27. Coupe plus rapprochée de la tête. Au sac hépatique sont accolés les conduits génitaux *cg*.
- Fig. 28. Coupe transversale d'une *Hedyle*, conservée dans l'acide osmique et colorée par la safranine, chez laquelle les organes génitaux mâles étaient parfaitement mûrs; *cg.* conduits génitaux remplis de spermatozoïdes.
- Fig. 29. Une portion de conduit génital, photographiée à un plus fort grossissement ou on voit un groupe de spermatozoïdes *sp* avec leur tête spiralée.
- Fig. 30. *Sp.* un spermatozoïde sortement grossi.

Planche III.

- Fig. 31. Coupe horizontale d'une *Hedyle Tyrtowii*, fixée par le liquide de Hermann et colorée à la safranine. *t* tronc; *s* sac dorsal ou manteau; *ph* pharynx; *oe* oesophage; *gls* glandes salivaires; *m. m* muscles rétracteurs; *ap* appendice hépatique ou foie.
- Fig. 32. Même désignation pour les lettres; *d* le diaphragme, membrane musculaire située derrière les glandes salivaires, se prolongeant en avant dans la musculature du tronc ou corps, et, en arrière, dans les deux muscles rétracteurs que nous avons vus déjà sur les coupes et photographies précédentes.
- Fig. 33. Coupe horizontale de la même série que le Fig. 31 sur laquelle on voit les glandes buccales *glb*.
- Fig. 34. Coupe transversale de l'extrémité postérieure du sac dorsal, appartenant à la série des photographies reproduites sur la planche II; *ap* appendice hépatique; *b* extrémité de l'appendice, repliée en avant (Fig. 32).
- Fig. 35. Coupe transversale du pied, pour montrer la disposition des glandes pédieuses et de leur conduits qui s'ouvrent à l'extérieur parmi les cellules épithéliales. *glp* glande pédieuses; *cs* cils vibratils. Cette coupe du pied passe au niveau du pharynx, à peu près vers le milieu de cet organe. Gross. $\frac{140}{1}$.
- Fig. 36. Extrémité postérieure du pied, où sont accumulées beaucoup de glandes pédieuses avec leurs nombreux conduits s'ouvrant à l'extérieur; *cv* cils vibratils; *glp* glandes pédieuses; *oe* oesophage entouré des glandes salivaires *gls* et ces dernières enveloppées par le diaphragme *d*. Gross. $\frac{140}{1}$.

- Fig. 37. Deux glandes pédieuses plus fortement grossies, chacune avec deux noyaux.
- Fig. 38. Crochets de radula. *cm* crochets moyens, dentelées aux bords; *p* et *p'* plaques latérales, *p* rangée la plus voisine des crochets médians qui est plus étroite; *p'* rangée extérieure de plaques, plus larges. Gross. Ap. Zes. $\frac{1.5}{0c.4}$.
- Fig. 39. Crochets de la radula vus de face *c. c*; *c'* vus de profil à un gross. plus fort Zeiss. Im. $\frac{1.5}{0c.8}$.
- Fig. 40. Les deux rangées de plaques latérales entourant la radula. Zeiss. Im. $\frac{1.5}{0c.8}$.
- Fig. 41. Coupe horizontale de *Hedyle Tyrtowii* reconstruant les masses cérébroïdes ou le cerveau *c* et *gnb*, les ganglions buccaux, qui sont disposés entre le pharynx, et les glandes salivaires située sous l'oesophage.
- Fig. 42. Coupe plus profonde. *gnp* ganglions pédieux, avec les otocystes *ot*; *gl* ganglions paléaux.
- Fig. 43. Coupe longitudinale, sur laquelle on voit les principaux ganglions; la signification des lettres est la même que sur les figures précédentes; *glb* glande buccale située toujours immédiatement en avant des ganglions pédieux; *gls* est l'endroit où se trouvent les glandes salivaires, qu'on a omis sur cette figure; *r* le rein ou organe de *Bojanus*; *d* le diaphragme; *cg* le conduit génital avec l'orifice extérieur et un appendice particulier, d'une structure assez bizarre. Les organes génitaux mentionnés ici sont les ovaires.
- Fig. 43'. Le diaphragme, d'après la coupe représentée sur la Fig. 32 mais à un fort grossissement. *m* muscles, *gl* glandes.

Planche IV.

- Fig. 44. Coupe transversale de la région postérieure du sac dorsal d'une *Hedyle Tyrtowii* ayant les ovaires développés; la couche dermique n'est pas figurée. *ah* appendice hépatique; en dessous les ovaires *ov* avec quelques oeufs assez développés; dans le tissu environant on voit quelques spermatozoïdes *sp*, avec leur longue tête spiralée si caractéristique pour cette espèce. Gross. $\frac{330}{1}$.
- Fig. 45. Une coupe passant vers le milieu du sac dorsal. *ah* appendices hépatiques; *ah'* extrémité d'un appendice ou région pariétale sans canal intérieur; sous le repli hépatique on trouve les glandes génitales, *ov* ovaires et des *sp* spermatozoïdes Gross. $\frac{330}{1}$.
- Fig. 46. *Hedyle Milaschewitchii* vue du côté dorsal avec deux tentacules labiaux seulement, qui sont soutenus à la base par des spicules; les yeux sont beaucoup plus développés que chez la *Hedyle Tyrtowii*; l'appendice hépatique était coloré en vert, ce qui arrive aussi aux autres espèces de *Hedyle*.
- Fig. 47. Vue de la même espèce par la face ventrale pour montrer la différence de structure du pied, qui est tout-à-fait arrondi à son extrémité postérieure. Le sac dorsal est placé plus en arrière que chez la *Hedyle Tyrtowii*.

- Fig. 48. Une *Hedyle Milaschewitchii* femelle; *sp* spicules répandus dans le sac dorsal; *ov* ovaire; *og* orifice extérieur génital; *ah* appendice hépatique.
- Fig. 49. *Hedyle spiculifera*; les tentacules sont au nombre de quatre; les tentacules labiaux sont très larges et aplatis; les rhinophores correspondent à ceux des autres *Hedyle*, mais sont moins mobiles à cause de la présence des spicules dans les téguments. Les yeux se trouvent sous les téguments mais à la base des rhinophores. Les spicules se trouvent dans tous les tissus; le pied est très long et son extrémité postérieure est visible au-delà de la plaque dorsale. Cette *Hedyle spiculifera* est représentée pendant qu'elle se déplace (rampe), mais si on la jette dans un liquide fixteur, elle retire son pied, arrondit son sac dorsal et ressemble alors à la *H. glandulifera*.
- Fig. 50. Une photographie d'une *Hedyle spiculifera* qui se retire sous la plaque dorsale; les yeux ainsi que les contours de tentacules sont visibles.
- Fig. 51. Photographie de spicules de l'*Hedyle spiculifera*.
- Fig. 52. Une *Hedyle* que j'ai nommée dans une note préliminaire *Hedyle intermedia*, pour rappeler ses caractères de transition aux autres *Hedyle*, mais que je préfère désigner sous le nom de *glandulifera* à cause du grand développement des glandes hypodermiques; les points blancs dans le manteau indiquent les glandes. On voit aussi quelques spicules ramifiés.
- Fig. 53. *Hedyle glandulifera* montrant quelques détails anatomiques; les glandes tentaculaires *glt*, et salivaires *gls*, sont colorées en brun; le sac hépatique est plus large que chez la *Hedyle Tyrtowii*; *sp*, *sp'* et *sp''* différents spicules.
- Fig. 54. Photographie de différents spicules de *Hedyle glandulifera*.
- Fig. 55. *glc* glandes cutanées de *Hedyle glandulifera*. Gross. $\frac{460}{1}$.

Planche V.

- Fig. 56. *Hedyle spiculifera*. Pharynx avec les crochets de la radula, au nombre de 38; 20 sont disposés en une rangée médiane, un à la courbure du ruban radulaire et 18 dans la région (*rc*) recourbée; cette disposition diffère de celle qu'on observe chez les autres *Hedyle*, où seulement 6 à 8 dents composent la rangée recourbée *rc*.

Les autres figures de cette planche montrent des coupes transversales de *Hedyle spiculifera*.

- Fig. 57. Coupe transversale de l'extrémité antérieure qui passe par les tentacules labiaux. *b* bouche; *tl* tentacules labiaux; *glt* groupes de cellules composant la glande tentaculaire. Gross. $\frac{330}{1}$.
- Fig. 58. Coupe transversale, passant plus en arrière, intéressant déjà les rhinophores. $\frac{140}{1}$.

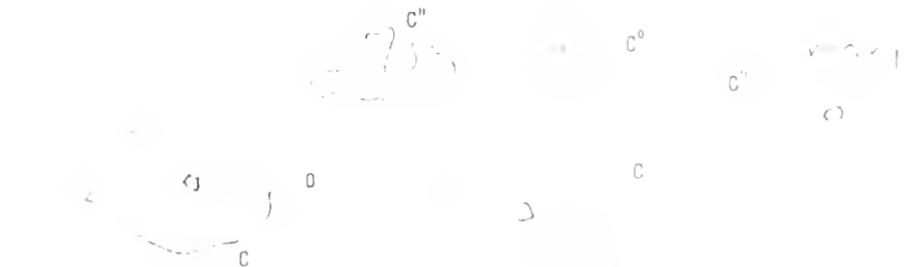
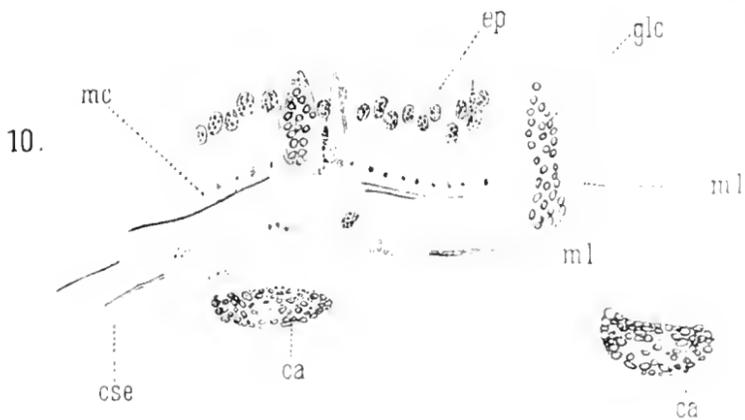
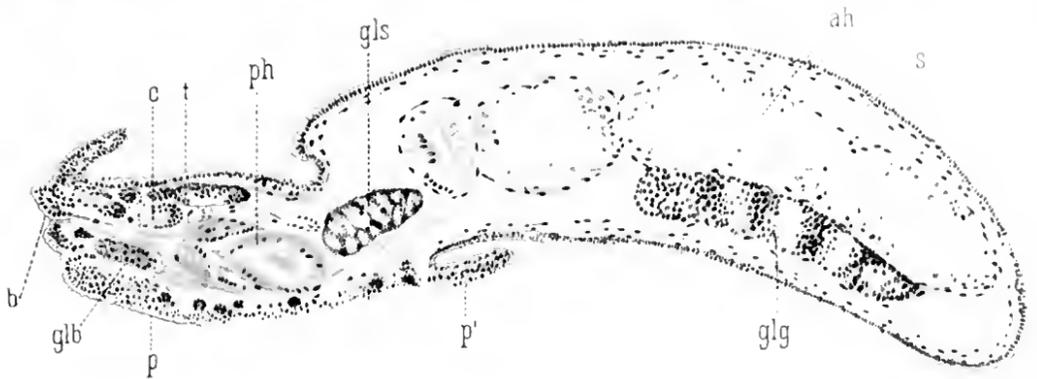
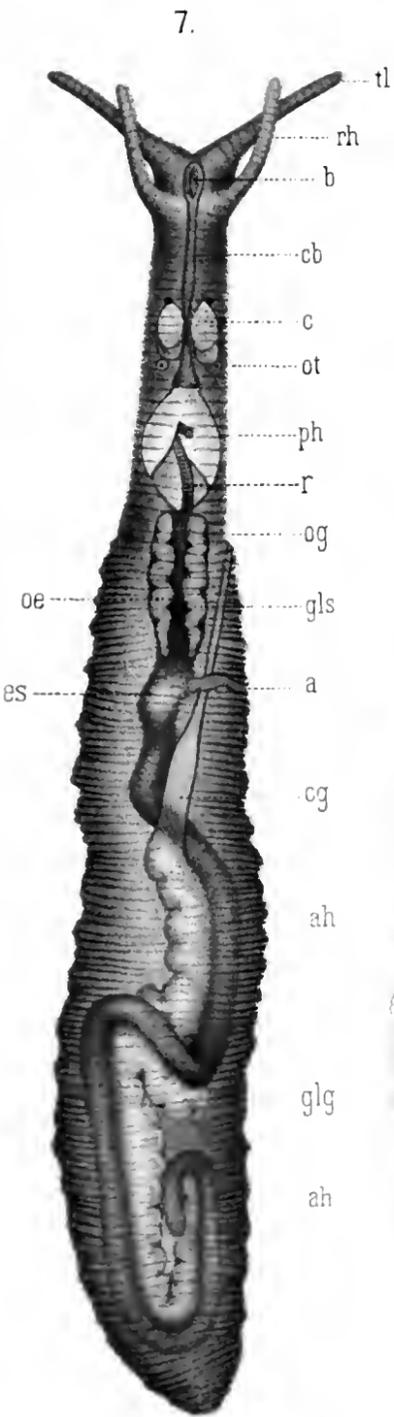
- Fig. 59. Une des coupes suivantes; le pied *p* apparaît déjà. — Des glandes apparaissent autour de la bouche, glandes que j'appelle glandes buccales latérales *gbl* et qui sont très visibles sur les préparations à la safranine. Gr. $\frac{140}{1}$.
- Fig. 60. La fente buccale est complètement fermée, même désignation pour les lettres.
- Fig. 61. Coupe du corps en arrière des rhinophores passant par les yeux *ye*; *gbb* glande buccale; *gbl* glandes buccales latérales; *glp* glandes pédieuses. Gr. $\frac{194}{1}$.
- Fig. 62. *c* cerveau ou masse cérébroïde; *glt* glandes tentaculaires. — $\frac{194}{1}$
- Fig. 63. Coupe passant encore plus en arrière; *m* manteau; *m* coupe transversale de spicules; *gnp* ganglions pédiens; *ot* otocystes; *oe* cavité buccale. $\frac{194}{1}$.
- Fig. 64. *m* manteau avec spicules *sp*; *ml* couche musculaire; *ph* pharynx; *dt* dents de la radula; *oe* oesophage naissant à la partie dorsale de pharynx; *vv* vaisseaux sanguins. — $\frac{140}{1}$.
- Fig. 65. *ph* reste du pharynx; *oe* oesophage; *gnb* ganglions buccaux; *cgs* conduits des glandes salivaires; *gls* glandes salivaires; *v* vaisseaux sanguins. $\frac{140}{1}$.
- Fig. 66. *oe* oesophage; *vv* vaisseaux sanguins; *ah* première apparition de l'appendice hépatique; les autres lettres comme plus haut. $\frac{140}{1}$
- Fig. 67. Coupe transversale de la région moyenne de *Hedyle spiculifera*; le pied est recourbé en avant et se présente en deux morceaux *p*; *ap* l'appendice hépatique remplit presque toute la cavité coelomique; *co* présente la coupe du coeur avec son péricarde; sous l'appendice hépatique est placée la glande génitale qui est double. $\frac{140}{1}$
- Fig. 68. Coupe d'un conduit génital de *Hedyle spiculifera* rempli de spermatozoïdes; les points noirs représentent leurs têtes. $\frac{194}{1}$.
- Fig. 69. Un spermatozoïde fortement grossi — à noter la grande différence avec les spermatozoïdes de *Hedyle Tyrtoyii* Fig. 30.



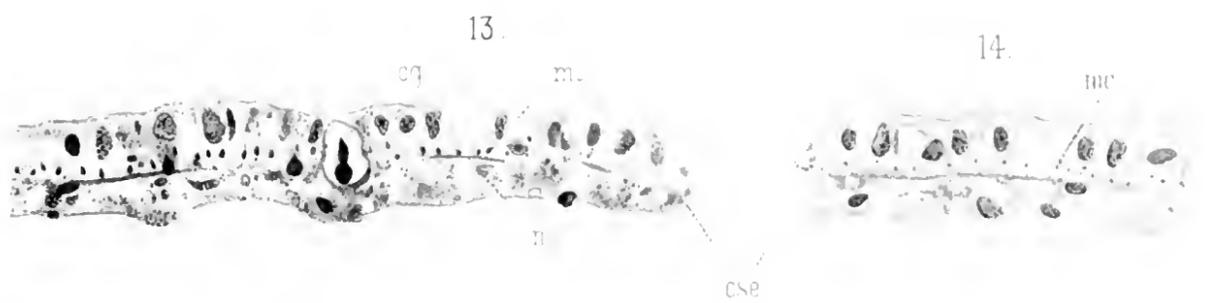


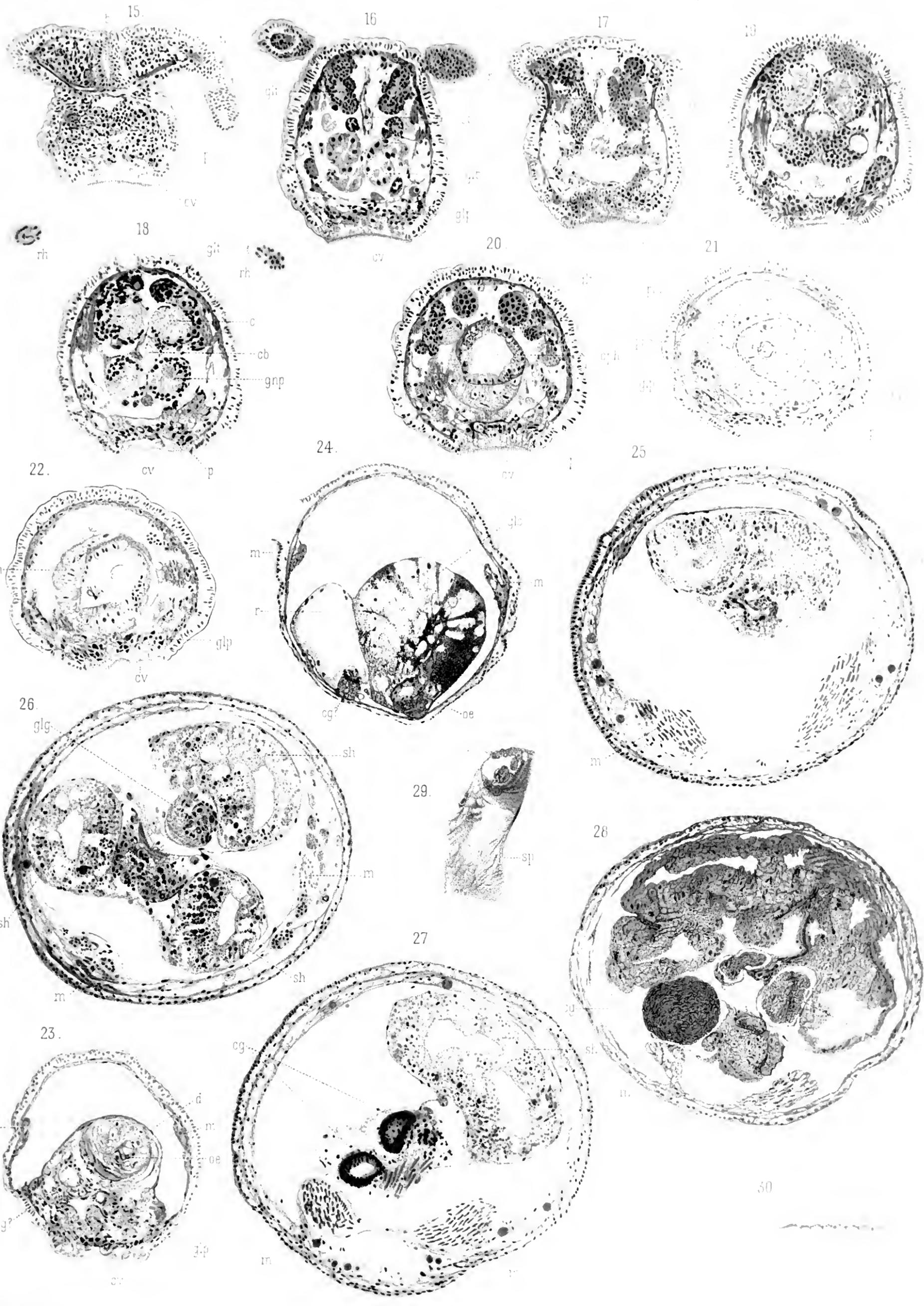
g

ah
s

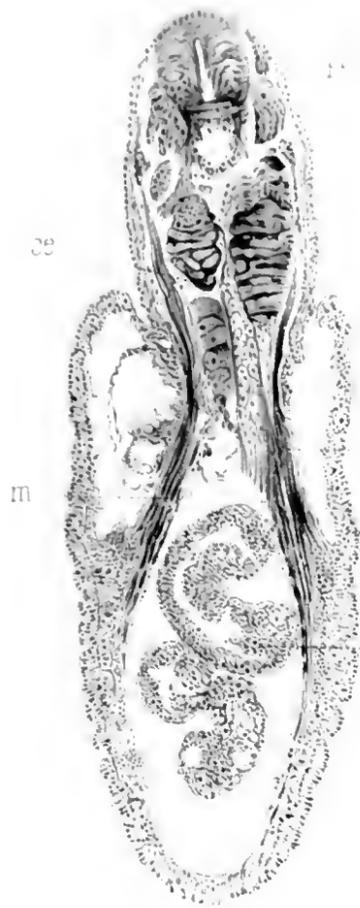


12.

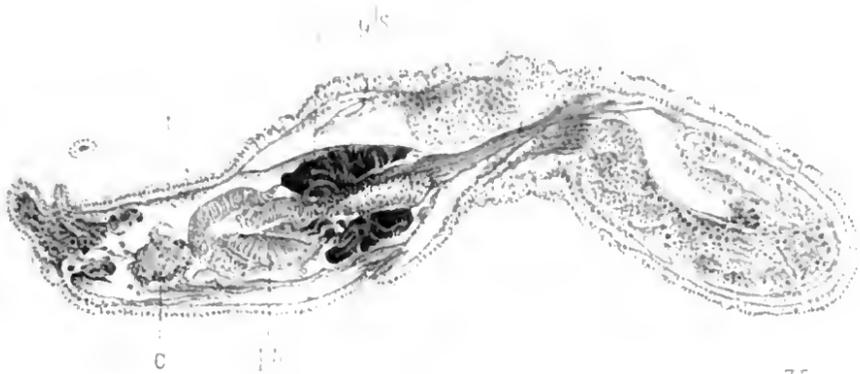




31



32



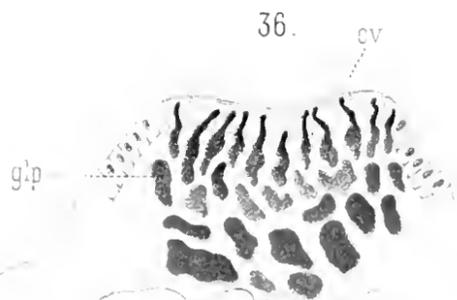
34



35



36



38



39



37



43



42



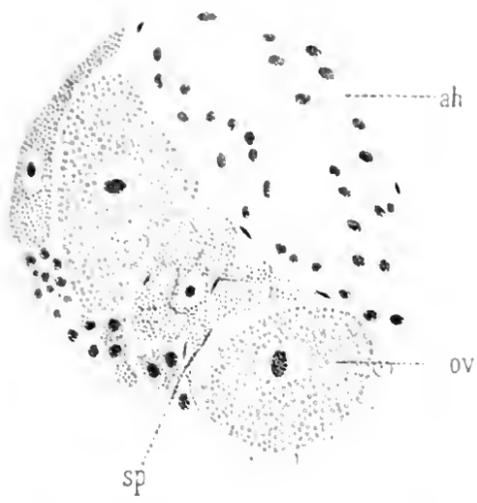
41



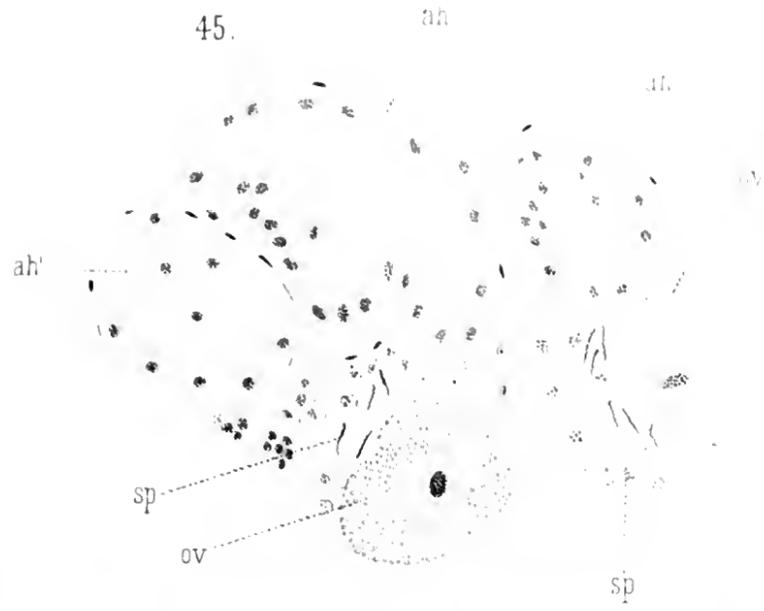
43



44



45.



an

ah

ov

sp

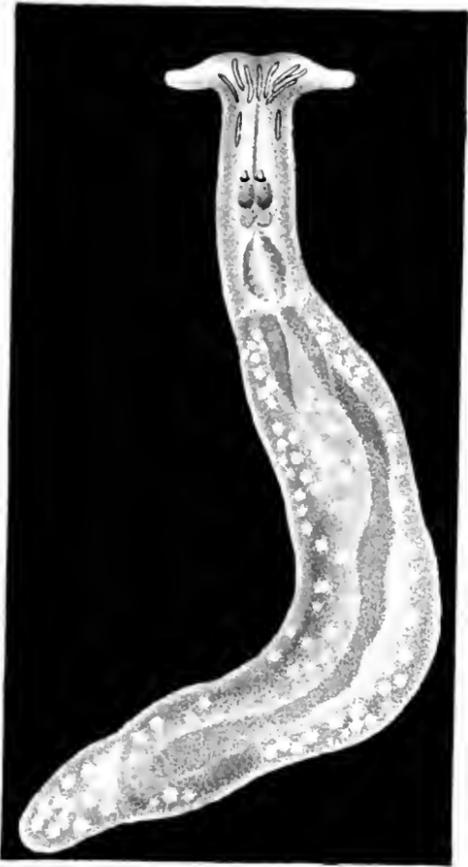
ov

sp

53



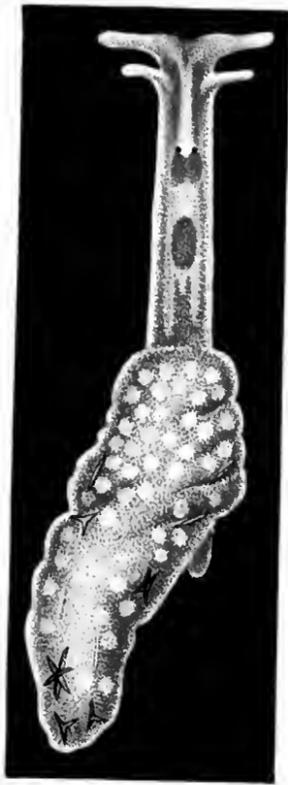
46.



47.



52.

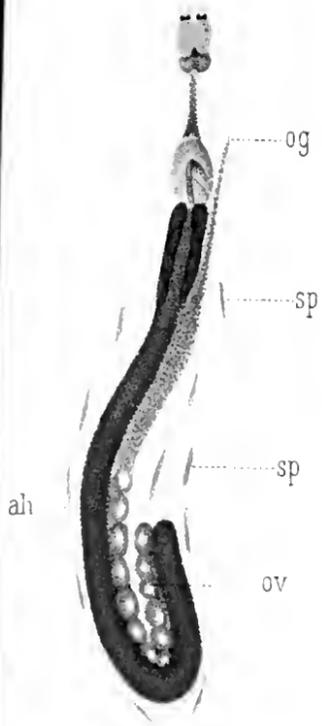
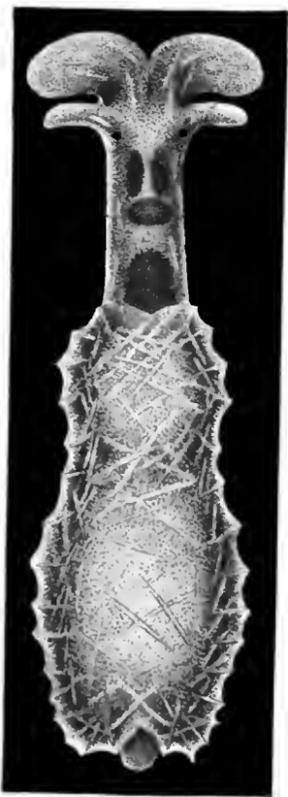


50.

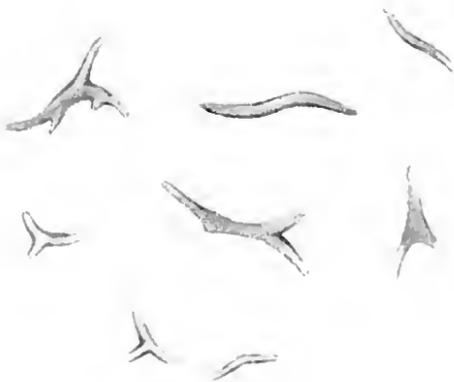
51.

48.

49.



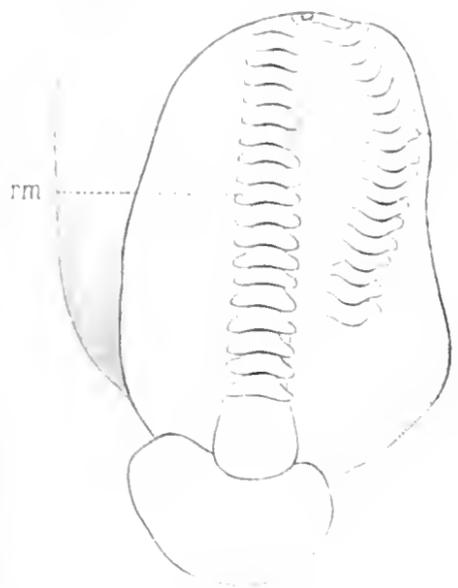
54.



55.



56



57



59



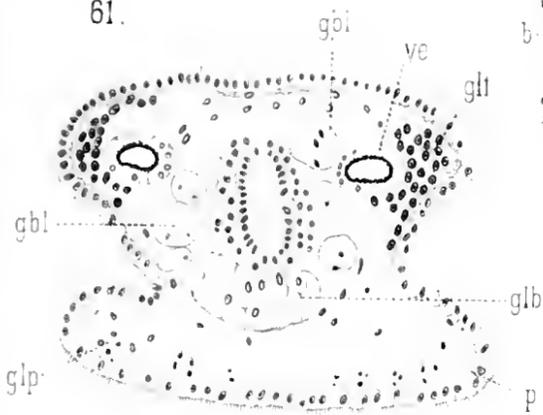
58



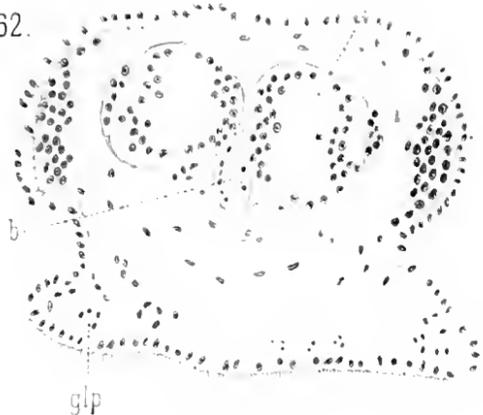
60



61



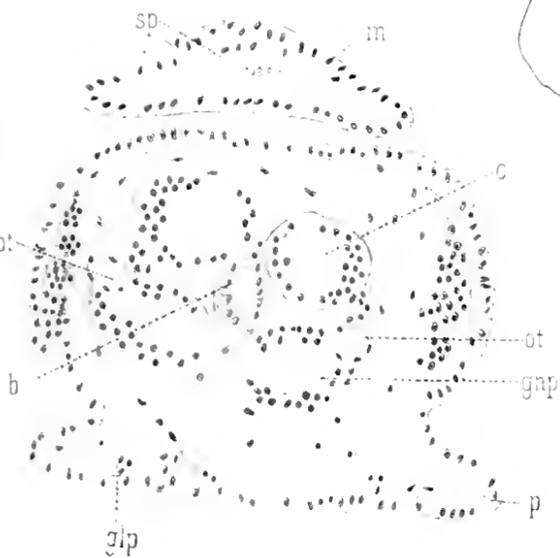
62



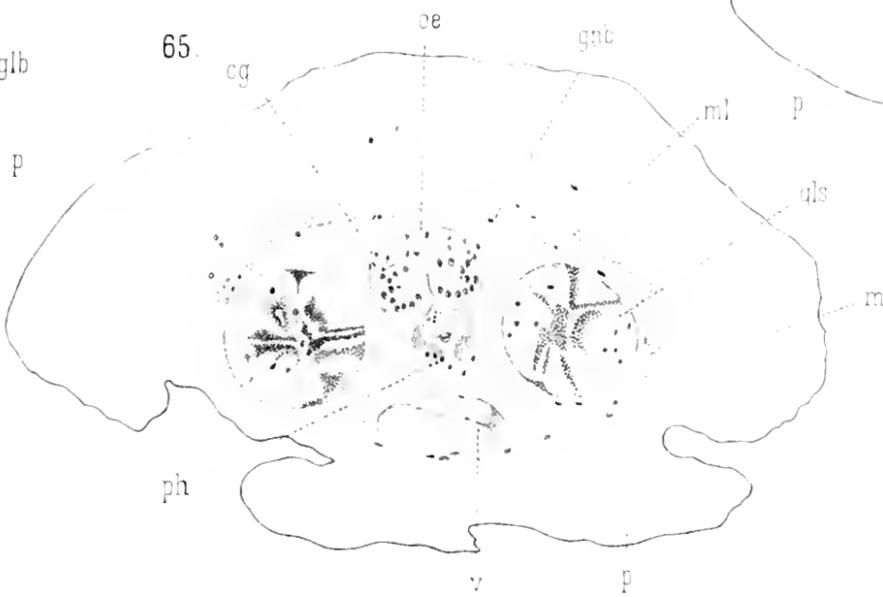
66



63



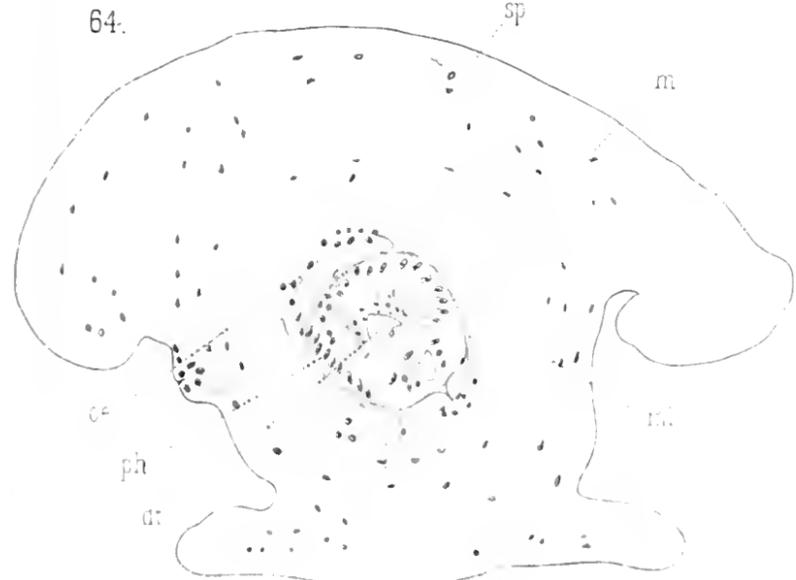
65



68



64



67



69



ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.

MÉMOIRES

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.

VIII^e SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ.

CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Томъ XII. № 7.

Volume XII. № 7.

**ТРУДЫ БОТАНИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.
№ 8.**

**ИЗСЛѢДОВАНІЯ
НАДЪ ДЫХАНІЕМЪ РАСТЕНІЙ.**

В. Половцова.

СЪ ДВУМЯ ТАБЛИЦАМИ.

(Доложено въ засѣданіи Физико-математическаго отдѣленія 31 Октября 1901 г.).

С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1901. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской
Академіи Наукъ:
И. И. Глазунова, М. Эггерса и Комп. и К. Л. Риккера
въ С.-Петербургѣ,
И. П. Карбасникова въ С.-Петербур., Москвѣ, Варшавѣ и
Вильнѣ,
И. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзагъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie IMPÉRIALE des
Sciences:
J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Péters-
bourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et
Vilna,
N. Oglobline à St.-Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopoff à Odessa,
N. Kummel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цена: 1 руб. 60 коп. — Prix: 4 Mark.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.

С.-Петербургъ, Декабрь 1901 г.

Непремѣнный секретарь, Академикъ *Н. Дубровинъ*.

ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

Вас. Остр., 9 линія, № 12.

Введеніе.

Сто лѣтъ тому назадъ въ своихъ замѣчательныхъ изслѣдованіяхъ надъ дыханіемъ растеній Saussure¹⁾ уже намѣтилъ цѣлый рядъ основныхъ вопросовъ, которые лишь мало по малу ставились на очередь позднѣйшими изслѣдователями: онъ первый поставилъ вопросъ объ отношеніяхъ между объемами поглощеннаго O_2 и выдѣленной CO_2 , и первый же показалъ, что это отношеніе варьируетъ въ зависимости отъ химическаго состава питательныхъ веществъ, имѣющихся въ растеніи.

Такимъ образомъ въ сущности былъ намѣченъ вопросъ о причинной связи между газовымъ обмѣномъ и питаніемъ растенія. Подобныя изслѣдованія представляютъ громадный интересъ. Если въ настоящее время сущность процесса дыханія представляетъ для насъ еще загадку, то повидимому самымъ вѣрнымъ путемъ къ ея разрѣшенію является совместное изученіе двухъ важнѣйшихъ функцій растительной жизни, — питанія и дыханія, причемъ можно съ увѣренностью ожидать, что наблюдаемыя при этомъ явленія въ значительной мѣрѣ взаимно дополняютъ и объясняютъ другъ друга.

На этотъ путь, намѣченный Соссюромъ, спустя 70 лѣтъ, вновь вступилъ И. П. Бородинъ²⁾. Онъ первый указалъ на тѣснѣйшее количественное соотношеніе между энергіей дыханія и наличностью питательнаго матерьяла въ видѣ углеводовъ, — а именно, по его изслѣдованіямъ оказалось, что количества выдѣленной при дыханіи CO_2 постепенно уменьшаются по мѣрѣ убыванія запасовъ углеводовъ въ изслѣдуемой вѣтви, и, наоборотъ, снова возрастаютъ, если вѣтвь, будучи выставлена на свѣтъ, при посредствѣ ассимиляціи CO_2 снова образуетъ углеводы.

1) См. Фаминцынъ, А. Обмѣнъ веществъ, стр. 232, 242, 245, 259 и т. д., гдѣ данъ весьма полный критическій разборъ изслѣдованій по дыханію растеній.

2) Бородинъ, И. Изслѣдованіе надъ дыханіемъ листоносныхъ побѣговъ. Труды СПб. Общ. Ест. Т. VII.

Эти классическія по исполненію изслѣдованія не затрогивали однако соотношеній между количествами поглощеннаго кислорода и выдѣленной углекислоты, что однако представляетъ большое значеніе для правильной оцѣнки явленій дыханія.

Этотъ пробѣлъ отчасти былъ заполненъ Годлевскимъ¹⁾, который болѣе детально, чѣмъ Соссюръ, показалъ, что при прорастаніи и новообразованіи сѣмянъ отношеніе $\frac{CO_2}{O_2}$ (это отношеніе мы будемъ называть *дыхательнымъ коэффициентомъ*) варьируетъ въ зависимости отъ химическаго состава тѣхъ запасныхъ веществъ, которыя отложены въ сѣмени и служатъ для питанія ростка, причемъ онъ выдѣлилъ типы маслянистыхъ и мучнистыхъ сѣмянъ. Сюда слѣдуетъ отнести также изслѣдованія Bonnier et Mangin²⁾, отчасти подтвердившія изслѣдованія Годлевскаго, а также цѣлый рядъ работъ, имѣвшихъ цѣлью выяснитъ зависимость $\frac{CO_2}{O_2}$ отъ имѣющихся уже въ растеніяхъ естественно различныхъ органическихъ соединеній. Здѣсь мы отмѣтимъ изслѣдованія Aubert-a³⁾, Пуріевича⁴⁾, отчасти Mesnard-a⁵⁾ и въ особенности чрезвычайно обстоятельныя изслѣдованія Gerber⁶⁾. Всѣ эти натуралисты показали съ большей или меньшей достовѣрностью, что дыхательный коэффициентъ есть функція, хотя иногда и весьма сложная, отъ состава запасныхъ веществъ. Первыя, однако, изслѣдованія, которыми было доказано, что дыхательные коэффициенты, а слѣдовательно и весь процессъ дыханія, находятся въ самой тѣсной непосредственной связи съ химическимъ составомъ питательныхъ веществъ, были произведены Н. В. Дьяконовымъ⁷⁾. Этотъ изслѣдователь въ немногихъ и краткихъ статьяхъ открылъ новые пути для изученія сущности дыхательныхъ процессовъ. Изслѣдуя газовый обмѣнъ различныхъ плѣсневыхъ грибовъ, онъ нашелъ, что для одного и того же растенія при свободномъ доступѣ кислорода дыхательный коэффициентъ можетъ измѣняться въ весьма широкихъ предѣлахъ въ зависимости отъ химическаго состава предложенныхъ питательныхъ веществъ.

Эти результаты были затѣмъ подтверждены и отчасти расширены прекрасными изслѣдованіями Ивановскаго надъ дрожжами⁸⁾, Gerber'омъ⁹⁾ и Пуріевичемъ¹⁰⁾ надъ *Aspergillus niger*.

Такимъ образомъ непосредственное изученіе вліянія питательныхъ веществъ на газовый обмѣнъ было производимо главнымъ образомъ надъ нисшими организмами; между тѣмъ, съ конца 70-ыхъ годовъ въ обновленной формѣ возникъ вопросъ о возможности питанія

1) Godlewski, Em. Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenathmung. Jahrb. für wissensch. Botan. Bd. XIII. 1882.

2) Bonnier et Mangin помѣстили цѣлый рядъ изслѣдованій надъ дыханіемъ растеній въ Ann. d. sc. naturelles 1884 и 1885 годъ.

3) Revue génér. de Botanique. T. IV. 1892.

4) Образование и распадненіе органич. кислотъ у высшихъ растеній.

5) Ann. d. Sc. natur. T. XVIII. 1893.

6) Recherches sur la maturation des fruits charnus.

Annales d. Sc. natur. 8. Sér. T. IV. 1896.—Recherches sur la respiration des olives. Journal de Botanique. 1901. T. XV.

7) Berichte d. deutsch. Bot. Gesellsch. 1886. Bd. IV и 1887, Bd. V.

8) Ивановскій, Дм. Изслѣдованія надъ спиртовымъ броженіемъ. СПб. 1894.

9) L. c.

10) Пуріевичъ, К. Физиологическія изслѣдованія надъ дыханіемъ растеній. Кіевъ. 1899.

высшихъ растений органическими веществами. Вопросъ этотъ представляетъ серьезное научное значеніе: съ одной стороны, положительное рѣшеніе его дастъ возможность провѣрять теоретическія представленія объ образованіи углеводовъ, а можетъ быть и болѣе сложныхъ органическихъ соединеній въ зеленыхъ растеніяхъ; съ другой же, — если-бы удалось найти вѣрный методъ для введенія извнѣ въ зеленое растеніе различныхъ органическихъ веществъ, то цѣлый рядъ физиологическихъ вопросовъ получилъ бы новое освѣщеніе, и были бы даны новые методы для ихъ рѣшенія, какъ это, напримѣръ, легко можно предвидѣть относительно вопроса о регенераціи бѣлковъ въ растеніяхъ, а также относительно зависимости дыханія растений отъ различныхъ условій питанія.

Въ высшей степени важно было бы поэтому выяснитъ, насколько можетъ варіировать $\frac{CO_2}{O_2}$ у высшихъ растений при искусственномъ введеніи въ ихъ организмъ различныхъ органическихъ веществъ. Это представляетъ тѣмъ болѣе интересъ, что высшія растенія обыкновенно и безъ того уже имѣютъ значительные запасы готовыхъ питательныхъ веществъ, поэтому въ такихъ изслѣдованіяхъ возможны совершенно новыя комбинаціи, какъ напримѣръ, искусственное введеніе въ растеніе вещества болѣе пригоднаго для питанія, чѣмъ имѣющееся уже въ немъ, или совокупное воздѣйствіе на $\frac{CO_2}{O_2}$ имѣющихся уже запасныхъ веществъ и новаго, введеннаго извнѣ.

До сихъ поръ, однако, подобные вопросы едва затронуты, число относящихся сюда изслѣдованій не велико и носятъ случайный характеръ. Первой попыткой въ этомъ направленіи является небольшое изслѣдованіе Mangin¹⁾. Инъцируя листья нѣкоторыхъ растений растворами кислотъ яблочной, лимонной и винной, онъ изслѣдовалъ газовый обмѣнъ, какъ на свѣту, такъ и въ темнотѣ. Въ послѣднемъ случаѣ изслѣдовалось очевидно дыханіе, причемъ оказалось, что $\frac{CO_2}{O_2}$ обычно меньшее 1, послѣ инъекціи листьевъ кислотами возрастаетъ и становится больше 1.

Вслѣдъ затѣмъ сдѣлалъ попытку изученія дыханія при искусственномъ питаніи высшихъ растений углеводами Палладинъ²⁾; онъ показалъ, что введеніе сахара сильно повышаетъ *энергію* дыханія, какъ зеленыхъ, такъ и этиолированныхъ листьевъ; объ этомъ усиленіи энергіи онъ судилъ по количествамъ выдѣленной CO_2 . Что же касается до измѣненій дыхательнаго коэффициента, то въ этомъ направленіи къ сожалѣнію имѣется только нѣсколько опытовъ, которые даютъ лишь одно указаніе, а именно, что при голоданіи этиолированныхъ листьевъ дыхательный коэффициентъ нѣсколько понижается — (0,68, — 0,65), а послѣ питанія сахаромъ снова возвращается къ прежней величинѣ (0,76).

Послѣ указанной работы Палладинъ во всѣхъ своихъ многочисленныхъ изслѣдованіяхъ надъ дыханіемъ растений пользуется методомъ введенія углеводовъ въ листья изслѣдуемыхъ

1) Mangin, L. Sur les modifications apportées dans les échanges gazeux normaux des plantes, par la présence des acides organiques. C. R. de Paris. T. 108 p. 716—719. 1889.

2) Палладинъ, В. Записки Импер. Харьковск. Университета. Вып. III. 1893. Изслѣдованія надъ дыханіемъ зеленыхъ и этиолированныхъ листьевъ.

растений, но къ сожалѣнію совсѣмъ почти не занимается отношеніями, въ которыхъ находятся при этомъ объемы обмѣниваемыхъ газовъ.

Послѣ Палладина мы встрѣчаемъ еще нѣсколько опытовъ искусственнаго питанія проростковъ углеводовами, съ цѣлью изученія затѣмъ ихъ дыханія, въ изслѣдованіи Пуріевича¹⁾, гдѣ эти опыты носятъ впрочемъ случайный характеръ. Позднѣе мы еще вернемся къ нимъ.

Этимъ, сколько мнѣ извѣстно, и исчерпываются опыты надъ дыханіемъ высшихъ растений въ связи съ искусственно введенными въ нихъ питательными веществами.

Будучи убѣжденъ въ серьезномъ значеніи подобныхъ изслѣдованій, я рѣшилъ тоже сдѣлать нѣсколько попытокъ для разясненія нѣкоторыхъ относящихся сюда частныхъ вопросовъ. Обдумывая постановку опытовъ, я сразу же наткнулся на нелегкую задачу, — какимъ образомъ обставить это введеніе извнѣ питательныхъ веществъ такъ, чтобы избѣгнуть цѣлаго ряда затрудненій, а также и недочетовъ, которые встрѣчаются у выше приведенныхъ авторовъ; сводятся эти затрудненія и недочеты главнымъ образомъ къ слѣдующему: 1) для изслѣдованій употреблялись отрѣзки растений, которые и снабжались тѣмъ или другимъ способомъ органическимъ питательнымъ веществомъ. При этомъ неизбежно возникаютъ различныя сомнѣнія относительно полученныхъ результатовъ, такъ какъ съ одной стороны, приходится имѣть дѣло не съ цѣлыми растеніями, а лишь съ поврежденными ихъ частями, а съ другой, какъ извѣстно, самый фактъ разрѣзыванія того или другого органа на части можетъ сильно измѣнить, какъ энергію дыханія, такъ и величину дыхательнаго коэффициента (см. Stich²⁾ и Gerber³⁾). Поэтому всѣ изслѣдованія, дѣлаемая въ этомъ направленіи, должны обставляться такими контрольными опытами, которые показывали бы, что растеніе, послѣ всѣхъ совершенныхъ надъ нимъ насилій, настолько оправилось, что дыханіе его совершается болѣе или менѣе нормально. Къ сожалѣнію нигдѣ такихъ контрольныхъ опытовъ мы не находимъ, да и постановка ихъ несомнѣнно очень затруднительна.

2) Второй недочетъ опытовъ состоитъ въ томъ, что части растений сразу получаютъ новыя и притомъ сильно дѣйствующія вещества, каковыми являются кислоты, углеводы и т. п. Здѣсь опять возникаетъ сомнѣніе въ значеніи полученныхъ результатовъ относительно дыханія, такъ какъ есть основанія ожидать, что введенныя вещества могутъ оказать свое воздѣйствіе на дыханіе не только какъ питательныя вещества опредѣленнаго химическаго состава, но и какъ раздражители (см. напр. Jacobi⁴⁾, Морковинъ⁵⁾).

3) Наконецъ третьимъ недочетомъ и затруднительнымъ обстоятельствомъ является то, что предлагаемый высшимъ растеніямъ питательный субстратъ при скольконибудь продол-

1) Пуріевичъ, К. Образованіе и распаденіе органическихъ кислотъ.

2) Stich, Conr. Die Athmung der Pflanzen bei verminderter Sauerstoffspannung und bei Verletzungen. Flora. 1891.

3) L. c.

4) Jacobi, B. Ueber den Einfluss verschiedener Substanzen auf die Athmung etc. Flora. 1899.

5) Morkowine, N. Recherches sur l'influence des alcaloides etc. Revue génér. de Botan. 1901.

жительной культурѣ обыкновенно дѣлается добычей инстинктивныхъ организмовъ, что опять таки дѣлаетъ получаемые результаты доступными сомнѣніямъ и нападкамъ.

Все эти соображенія привели меня къ убѣжденію, что прежде, чѣмъ начинать исследование надъ дыханіемъ высшихъ растений въ связи съ питаніемъ ихъ органическими веществами, необходимо еще выработать методъ выращивания и снабженія этихъ растений органическими питательными веществами въ условіяхъ полной стерильности.

Въ виду сказаннаго предлагаемое исследование распадается естественно на три части: въ 1-ой излагается методъ полученія стерильныхъ культуръ и его примененія, во 2-ой приводятся опыты питанія различныхъ растений сахаромъ въ связи съ дыханіемъ, и въ 3-ей изложены тѣ соображенія о явленіяхъ дыханія, которыя можно сдѣлать на основаніи добытыхъ фактовъ.

ЧАСТЬ I.

Методъ стерильныхъ культуръ высшихъ растеній.

1. Историческій обзоръ.

При изученіи жизненныхъ отправленій высшихъ организмовъ, въ особенности бактерій и грибовъ, чистота культуры, т. е. полное отсутствіе организмовъ, не подлежащихъ изслѣдованію, считается условіемъ совершенно необходимымъ. Между тѣмъ по отношенію къ высшимъ растеніямъ это требованіе до послѣдняго времени почти совершенно игнорировалось: многія изслѣдованія, имѣвшія цѣлью разъяснить какое нибудь отправленіе высшаго растенія, на самомъ дѣлѣ были сдѣланы надъ цѣлыми сожительствами изслѣдуемаго растенія со всевозможными низшими организмами, что конечно неизбежно отражалось и на достоверности добытыхъ результатовъ и на правильности сдѣланныхъ заключеній.

Сказанное въ особенности относится къ изслѣдованіямъ надъ питаніемъ зеленыхъ растеній органическими веществами; а между тѣмъ изслѣдованія этого рода имѣютъ огромное научное значеніе и даютъ возможность подойти къ рѣшенію многихъ существеннѣйшихъ вопросовъ растительной физиологіи. Насколько серьезно и вредно это игнорированіе чистоты культуры, легко убѣдиться изъ разсмотрѣнія большинства относящихся сюда работъ, результаты которыхъ, по нашему мнѣнію, нерѣдко сводятся къ нулю исключительно по этой причинѣ. Не останавливаясь на разборѣ большого числа подобныхъ работъ, укажемъ лишь на нѣкоторыя, позволившія ихъ авторамъ сдѣлать весьма важные выводы, совершенно однако теряющіе подъ собой почву, какъ только мы критически отнесемъ къ ихъ методамъ изслѣдованія.

Въ концѣ 70-хъ годовъ извѣстный химикъ Stutzer¹⁾ первый сдѣлалъ попытку питать зеленія растенія органическими веществами и замѣнить такимъ образомъ CO_2 атмосферы.

1) Stutzer, A. Botan. Zeitung. 1877.

Опытъ для выясненія этого вопроса поставленъ былъ слѣдующимъ образомъ: въ почву изъ совершенно безплоднаго кварцеваго песка введены были необходимыя для питанія растеній соли, а сверхъ того, для замѣны атмосферной CO_2 , прибавляемы были щавелевая, винная, яблочная или янтарная кислоты въ видѣ кальціевыхъ солей. Въ приготовленную такимъ образомъ почву высѣвались въ опредѣленномъ количествѣ сѣмена *Brassica gara*, и все покрывалось стекляннымъ колпакомъ отъ CO_2 атмосферы. Иногда подъ колпаки ставились еще сосуды съ крѣпкимъ растворомъ ѣдкаго кали для полного поглощенія CO_2 . Въ результатѣ оказалось, что высѣянные растенія прекрасно росли и вѣсъ ихъ сухого вещества возрасталъ иногда до 200%. Наилучшіе результаты получались съ солями винной кислоты. Эти опыты дали поводъ Stutzer-у вновь возстановить Либиховскую гипотезу относительно образованія углеводовъ въ зеленыхъ растеніяхъ и даже ввести въ нее нѣкоторыя поправки и развитіе детали.

Несмотря, однако, на видимый успѣхъ этихъ опытовъ и кажущуюся убѣдительность ихъ, можно сдѣлать противъ нихъ весьма серьезныя возраженія; эти возраженія и были сдѣланы въ свое время Schmöger-омъ¹⁾, который указалъ на то, что въ опытахъ Stutzer-а совершенно не приняты во вниманіе нисшіе организмы, которые несомнѣнно должны начать раньше пользоваться органическими солями, введенными въ почву, чѣмъ зеленыя растенія. Питаясь этими солями, они разлагаютъ ихъ съ выдѣленіемъ CO_2 , зеленыя же растенія образуютъ свои углеводы и увеличиваются въ вѣсѣ насчетъ именно этой CO_2 , а не насчетъ органическихъ солей.

Возраженія эти Schmöger подтвердилъ опытами, изъ которыхъ съ полной очевидностью вытекало, что введенныя въ почву соли выше упомянутыхъ кислотъ очень быстро разлагаются съ выдѣленіемъ CO_2 , а такъ какъ Stutzer велъ свои опыты на свѣту, то понятно, что эта именно углекислота и шла на питаніе его растеній.

То что было только что высказано относительно изслѣдованій Stutzer-а, можно *mutatis mutandis* примѣнить и къ цѣлому ряду работъ, имѣвшихъ цѣлью доказать возможность питанія зеленыхъ растеній органическими веществами при помощи корней. Укажемъ, напр., на работы Baessler-а²⁾, Assfahl-я³⁾, Hartleb-а⁴⁾ и др., работы совершенно теряющія всякое значеніе вслѣдствіе игнорирования необходимости имѣть чистыя культуры изслѣдуемыхъ высшихъ растеній.

Такъ въ небольшой работѣ Assfahl-я, сдѣланной подъ руководствомъ Воконгу, опыты велись надъ водными культурами *Phaseolus multiflorus* и *Zea Mais*, которыя выращивались на свѣту въ не стерилизованныхъ растворахъ минеральныхъ солей. Къ нѣкоторымъ культурамъ прибавлялся въ различныхъ концентраціяхъ глицеринъ, другія оставались контроль-

1) Schmöger, M. Berichte d. deutsch. chemisch. Gesellschaft. 1879. Bd. 12.

2) Baessler, P. Dr. Die Assimilation des Asparagins durch die Pflanze. Die Landwirthsch. Vers. Stat. Bd. XXXIII. 1887. p. 231—241.

3) Assfahl, E. Ueber die Ernährung grüner Pflanzenzellen mit Glycerin.

4) Hartleb, K. Versuche über die Ernährung grüner Pflanzen mit Methylalkohol, etc.

ными. По окончаніи опытовъ изслѣдованіе полученныхъ растений дало слѣдующіе результаты:

1. Корни контрольныхъ экземпляровъ здоровы, вѣтвисты и въ нѣсколько разъ длиннѣе получившихъ глицеринъ; послѣдніе, сверхъ того, всѣ больны и гніютъ.

2. Стебли контрольныхъ экземпляровъ во много разъ превосходятъ по длинѣ стебли питавшихся глицериномъ.

3. Количество и размѣры листьевъ контрольныхъ экземпляровъ далеко оставляютъ за собою получившихъ глицеринъ.

4. Крахмалъ встрѣчается и въ тѣхъ, и въ другихъ въ значительномъ количествѣ, но въ растеніяхъ питавшихся глицериномъ въ нѣсколько большемъ количествѣ.

Изъ сопоставленія этихъ результатовъ ясно одно, — весь опытъ велся настолько не чисто, что выяснить питательное значеніе глицерина онъ совершенно не могъ, т. к. присутствіе нисшихъ организмовъ маскируетъ его роль въ питаніи испытуемаго зеленого растенія. Авторъ рѣшается однако сдѣлать заключеніе, что глицеринъ всетаки способствуетъ образованію крахмала. Я не думаю, чтобы можно было дѣлать какія бы то ни было положительныя заключенія на основаніи такихъ въ высшей степени не чисто поставленныхъ опытовъ.

Изъ той же лабораторіи въ 1895 г. вышла другая работа—К. Hartleb-a¹⁾, страдающая тѣми же недостатками, что и вышеизложенная: при питаніи *Phaseolus multiflorus* и *Zea Mais* метиловымъ спиртомъ получались экземпляры съ больными корнями, погруженными въ кишацие бактеріями питательные растворы. Опыты велись на свѣту, вслѣдствіе чего гораздо проще предположить, что полученный въ нѣкоторыхъ случаяхъ избытокъ крахмала въ спиртовыхъ культурахъ обязанъ своимъ происхожденіемъ углекислотѣ, полученной при разложеніи метиловаго алкоголя бактеріями.

Кромѣ вышеприведенныхъ работъ есть еще нѣсколько, которыя касаются того же вопроса; но такъ какъ работы эти страдаютъ тѣми же недостатками, то мы ихъ и не будемъ здѣсь разбирать.

Рядомъ съ подобными изслѣдованіями можно встрѣтить однако и такія, въ которыхъ авторами сознается необходимость полученія чистыхъ культуръ высшихъ растеній, что сейчасъ же благопріятно отзывается на прочности полученныхъ выводовъ.

Попытокъ получить чистыя культуры высшихъ растеній до сихъ поръ сдѣлано немного. Одна изъ первыхъ принадлежитъ Duclaux²⁾, который проращивалъ сѣмена гороха и бобовъ, причемъ, въ качествѣ питательнаго матерьяла, давалъ росткамъ молоко, сахаръ и крахмалъ въ условіяхъ полной стерильности. Къ сожалѣнію авторъ не описываетъ пріемовъ, которыми онъ пользовался для полученія своихъ стерильныхъ культуръ, а потому нельзя и судить о степени ихъ общности и пригодности для различныхъ изслѣдованій.

1) L. c.

2) Duclaux, M. Comptes Rendues T. 100. p. 66.

Слѣдующая по времени попытка получения чистыхъ культуръ принадлежитъ Е. Laurent¹⁾. Желая выяснитъ роль почвенныхъ микробовъ въ питаніи высшихъ растений, онъ пытался получить совершенно чистыя отъ микробовъ культуры гречихи. Для этого онъ употреблялъ глиняные горшки съ крышками, снабженными отверстиями для пропуска стеблей растений, для поливки и для вентиляціи воздуха.

Почва для культуры растений, горшки, крышки и вата, необходимая для закрыванія отверстій въ крышкѣ, стерилизовались дѣйствіемъ высокої температуры все порознь, послѣ чего приборъ собирался. Сѣмена стерилизовались растворомъ сулемы, промывались стерилизованной водою, послѣ чего предварительно проращивались въ стерилизованной кристаллизаціонной чашкѣ.

Проросшія сѣмена вводились наконецъ черезъ отверстіе въ крышкѣ горшка въ почву, послѣ чего отверстія прикрывались ватой.

Во всемъ этомъ способѣ приходится производить множество операцій въ такихъ условіяхъ, при которыхъ вполне возможно проникновеніе въ приборы зародышей микроорганизмовъ извнѣ: такъ, при сборкѣ отдѣльно простерилизованныхъ частей прибора безъ особыхъ предосторожностей всегда могло произойти зараженіе почвы микробами, которые быть можетъ и слабо развивались въ опытахъ Laurent'a, но только потому, что твердая среда избраннаго имъ субстрата представляла недостаточно благопріятныя условія для ихъ распространенія во всей его массѣ; но еслибы опыты велись надъ водными культурами, да еще содержащими въ себѣ какія нибудь органическія вещества, то не можетъ быть сомнѣнія, что при сложности указанныхъ выше манипуляцій зараженіе такихъ культуръ навѣрное произошло бы. Точно также, какъ показали специально сдѣланные мною опыты, промывка сѣмянъ дистиллированной водою послѣ пребыванія ихъ въ сулемѣ тоже представляетъ нѣкоторую опасность зараженія, если не употреблять для этой цѣли специальныхъ приборовъ. Наконецъ перенесеніе сѣмянъ въ кристаллизаціонную чашку для проращиванія ихъ, а оттуда обратно въ приборъ для культуры — новая операція, могущія служить источниками зараженія. Вполнѣ допуская, что любая изъ всѣхъ вышеуказанныхъ операцій можетъ удалась въ отдѣльности, какъ это и указываетъ намъ бактериологическая практика, я сомнѣваюсь, чтобы вполнѣ благополучно прошла вся серія этихъ постоянныхъ соприкосновеній со свободнымъ воздухомъ какъ отдѣльныхъ частей приборовъ, такъ и прорастающихъ сѣмянъ. Во всякомъ случаѣ рискъ заразить культуру очень великъ, въ особенности, если питательная среда предлагаемая растенію будетъ жидкая.

Къ этому надо добавить, что самъ авторъ и не сдѣлалъ провѣрки, насколько дѣйствительно его культуры оставались вполнѣ чистыми до конца опытовъ.

Есть еще одно слабое мѣсто въ приборахъ Laurent: имѣющіяся всегда на днѣ цвѣточныхъ горшковъ дырки для стока воды закрывались у него только нѣсколькими предвари-

1) Laurent, E. Les microbes du sol. Bulletins de l'Academie Royale de Belgique. 1886. T. 11. 3 série. p. 128—143.

тельно прокаленными черепками, такъ что излишняя вода легко могла вытекать по нимъ наружу; отверстія между этими черепками были настолько велики, что горшки съ культурами ставились на особыя подставки изъ кирпичей, чтобы какъ нибудь не заползли въ нихъ черви. Ужъ если можно было опасаться проникновенія въ приборъ червей, то стоитъ ли говорить о возможности проникновенія туда микроорганизмовъ?

Значительныя усовершенствованія встрѣчаемъ мы въ совмѣстной работѣ Th. Schloesing'a fils и того же E. Laurent ¹⁾. Здѣсь авторы собираютъ приборъ цѣликомъ заблаговременно и стерилизуютъ его уже въ собранномъ видѣ.

Такимъ образомъ избѣгается цѣлый рядъ возможныхъ ошибокъ. Но другой рядъ ошибокъ остается, т. к. сѣмена стерилизуются отдѣльно отъ прибора и промываются стерилизованной водой безъ особыхъ мѣръ предосторожности. Сами авторы повидимому не увѣрены въ полной стерильности своихъ культуръ ²⁾, что впрочемъ въ ихъ опытахъ не представляется особенно существеннымъ.

Въ 1898 году появилась работа Lutz'a ³⁾, въ которой авторъ пытается выяснитъ питательную роль органическихъ азотистыхъ веществъ для растений. Въ своихъ опытахъ надъ высшими растеніями онъ тоже пытался получить чистыя культуры растеній, для чего горшки со стерилизованной почвой онъ ставилъ въ кристаллизаціонныя чашки, обмытыя сулемой, покрывалъ ихъ стеклянными колпаками, тоже обмытыми сулемой, и наконецъ на дно кристаллизаціонной чашки наливалъ растворъ сулемы, въ которой и были такимъ обр. погружены края колпака; собравъ приборъ, онъ стерилизовалъ сѣмена въ сулемѣ и безъ промывки сажалъ ихъ въ горшки, приподнявъ колпакъ.

Способъ полученія чистыхъ культуръ Lutz'a несомнѣнно можетъ дать удовлетворительные результаты, но способъ этотъ примѣнимъ далеко не всегда, — такъ, для изслѣдованія явленій дыханія въ связи съ измѣненіемъ состава питательныхъ веществъ, пользоваться имъ невозможно, по неимѣнію приспособленій къ свободному извлеченію и введенію въ почву питательныхъ веществъ, а также къ соотвѣтственнымъ операціямъ съ заключенной подъ колпакомъ газовой средой. Нельзя не отмѣтить и то обстоятельство, что введеніе въ почву сѣмянъ, не промытыхъ послѣ стерилизаціи сулемой, тоже дѣло весьма рискованное и нежелательное.

Въ нѣкоторыхъ лабораторіяхъ пользуются для производства опытовъ надъ растеніями въ условіяхъ полной стерильности приборомъ, описаннымъ между прочимъ Пуріевичемъ въ его изслѣдованіи «надъ опоражниваніемъ вмѣстилищъ запасныхъ веществъ при проростаніи» ⁴⁾. Приборъ этотъ состоитъ изъ ящика со стеклянными стѣнками, въ которомъ съ двухъ сторонъ сдѣланы отверстія, снабженныя гуттаперчевыми рукавами, для введенія туда

1) Th. Schloesing fils et E. Laurent. Recherches sur la fixation de l'azote libre par les plantes. Ann. de l'Institut Pasteur. 1892. p. 65.

2) L. c. p. 82.

3) Lutz. M. L. Recherches sur la nutrition des végé-

taux à l'aide de substances azotées de nature organique. Ann. des sciences natur. 8 série. T. VII. 1898.

4) Пуріевичъ, К. Физиологическія изслѣдованія надъ опоражниваніемъ вмѣстилищъ запасныхъ веществъ при проростаніи. Кіевъ. 1897.

предварительно тщательно вымытыхъ и простерилизованныхъ сулемой рукъ. Стѣнки ящика тоже омываются сулемой, иногда даже смазываются глицериномъ, такъ что внутренность такого ящика оказывается вполне стерильной; въ этой свободной отъ зародышей атмосферѣ можно поэтому производить всевозможныя операціи, не боясь зараженія. Полагно однако, что такой ящикъ пригоденъ лишь для работъ съ небольшими объектами, т. к. всякая попытка ввести въ него сколько нибудь значительный приборъ, предназначенной для выращивания растений, внесетъ въ него сильную струю обыкновеннаго воздуха съ достаточнымъ количествомъ зародышей, чтобы испортить все дѣло.

Резюмируя все сказанное о вышеописанныхъ методахъ полученія чистыхъ культуръ высшихъ растений, мы приходимъ къ слѣдующимъ заключеніямъ:

1. Въ большинствѣ случаевъ описанные приемы не даютъ гарантіи дѣйствительной чистоты получаемыхъ культуръ.

2. Манипуляціи, необходимыя для полученія такихъ культуръ, довольно сложны и затруднительны.

3. Будучи принаровлены къ частнымъ случаямъ, онѣ не даютъ общаго метода полученія такихъ культуръ, который позволилъ бы приготавливать ихъ навѣрняка, подобно тому какъ это дѣлается съ чистыми культурами низшихъ организмовъ.

Въ виду всего сказаннаго я прежде всего занялся выработкой по возможности общаго метода полученія чистыхъ культуръ высшихъ растений, метода, который былъ бы пригоденъ для различныхъ случаевъ.

2. Способы полученія стерильныхъ культуръ.

Полученіе чѣльныхъ стерильныхъ растений возможно повидимому только однимъ способомъ, а именно, посредствомъ предварительнаго обеззараживанія сѣмени и послѣдующаго затѣмъ проращиванія его въ стерильной же средѣ. При этомъ весьма важнымъ дѣломъ является такое устройство приборовъ, чтобы все необходимыя для этого операціи совершались достаточно легко и чтобы была гарантія сохраненія стерильности и при послѣдующихъ затѣмъ опытахъ.

Прежде всего необходимо выбрать соотвѣтствующій приемъ стерилизаціи сѣмянъ. Дѣйствіе высокихъ температуръ вообще говоря не пригодно, т. к. различнымъ образомъ примѣненныя, онѣ оказались или губельными для самихъ сѣмянъ, или же недостаточными для уничтоженія споръ низшихъ организмовъ, приставшихъ къ ихъ кожурѣ. Приходится поэтому остановиться на различныхъ, т. наз., дезинфекціонныхъ веществахъ.

Давно уже извѣстно, что многія сѣмена хорошо переносятъ непродолжительное пребываніе въ сулемѣ крѣпостью въ 1‰, въ спирту, въ фенолѣ и другихъ дезинфекторахъ. При этомъ оказывается, что случайно находившіяся на сѣменахъ бактеріи погибаютъ, сѣмена же, хорошо промытыя стерилизованной водой, прорастаютъ свободными отъ какихъ бы то ни

было постороннихъ организмовъ. Съ цѣлью найти наиболѣе выгодное дезинфекціонное вещество я испробовалъ цѣлый рядъ различныхъ средствъ и въ концѣ концовъ остановился на растворѣ брома въ водѣ. Бромъ очень сильное дезинфекціонное средство и растворъ его 1 pro mille дѣйствуетъ не менѣе энергично, чѣмъ сулема такой же крѣпости. Но передъ сулемой онъ имѣетъ то большое преимущество, что, будучи летучъ, онъ проникаетъ во всѣ углубленія сѣмени, а также и въ тѣ мельчайшіе пузырьки воздуха, которые неизбѣжно остаются прилипшими къ кожурѣ сѣмени, и въ которыхъ сохраняются зародыши. Сверхъ того, бромъ чрезвычайно легко отмывается отъ сѣмянъ; нерѣдко достаточно пропустить черезъ приборъ токъ воздуха, чтобы, благодаря летучести брома, удалить его въ самое короткое время. Большая часть сѣмянъ легко переносятъ даже $\frac{1}{2}$ часовое пребываніе въ $\text{Br } \frac{1}{1000}$, а крессъ способенъ оставаться въ Br не теряя всхожести даже цѣлый часъ.

Остановившись на дезинфекціонномъ средствѣ, надо было придумать такой приборъ для выращиванія стерильныхъ сѣмянъ, чтобы онъ могъ съ удобствомъ служить и для изслѣдованій надъ дыханіемъ этихъ сѣмянъ. Въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ предполагалось изслѣдовать лишь начальныя стадіи развитія сѣмянъ съ ростками въ нѣсколько сантиметровъ, я пользовался приборами, расположенными слѣд. обр. (Рис. 1, Табл. I): вмѣститель для сѣмянъ служитъ горизонтальная, запаянная съ концовъ трубка *A*, вмѣстимостью около 250 с. с. Впаянныя въ нее трубки *a* и *b*, снабженныя шариками съ ватой, служатъ для пропуска воздуха черезъ приборъ или для извлеченія порцій газа для анализа. Сѣмена вводятся въ приборъ черезъ широкую трубку *e*, закрытую гуттаперчевою пробкой *f*; сквозь эту пробку проходитъ плотно вставленная въ нее стеклянная палочка *i*, при помощи которой удобно вставлять и вынимать пробку. Черезъ трубочку *c* вливается жидкость, предназначенная для промыванія сѣмянъ послѣ брома. При помощи трубки *d* и приборчика *g* промывныя воды удаляются изъ прибора.

Манипуляціи для полученія стерильныхъ культуръ ведутся обыкновенно слѣдующимъ образомъ: прежде всего стерилизуется въ автоклавѣ приборъ *A*, соединенный гуттаперчевой трубкой (толстостѣнной) съ колбой *B*, содержащей въ себѣ тотъ самый растворъ, въ которомъ предполагается далѣе выращивать сѣмена; тѣмъ временемъ сѣмена, отобранныя для культуры, кладутся въ пробирку, обливаются растворомъ брома въ $\frac{1}{1000}$, закрываются пробкой и оставляются тамъ, при постоянномъ встряхиваніи, минутъ 10—15. Затѣмъ осторожно открывается въ приборѣ *A*, закрѣпленномъ на штативѣ, пробка *f*, высыпаются изъ пробирки сѣмена вмѣстѣ съ бромомъ въ приборъ, послѣ чего пробка тотчасъ снова закрывается. Такимъ образомъ, сѣмена введены въ приборъ въ условіяхъ полной стерильности. Для того, чтобы вполне гарантировать приборъ отъ зараженія какими нибудь организмами, которые могли бы попасть изъ воздуха при открываніи пробки *f*, слѣдуетъ бромную жидкость продержать въ приборѣ съ сѣменами еще минутъ 10, слегка покачивая весь приборъ и омывая такимъ образомъ его стѣнки; при этомъ бромъ, какъ летучее вещество, наполнитъ своими парами и воздухъ, и такимъ образомъ продезинфицируетъ его.

По окончаніи стерилизаціи бромная вода сливается черезъ трубку *d*, снабженную

небольшимъ приспособленіемъ *g* для сливанія жидкости въ условіяхъ полной стерильности. Устройство этого приборчика вполне понятно изъ рисунка. Послѣ удаленія главныхъ массъ брома сѣмена должны быть промыты. Для этого впускаемъ изъ колбы *B* черезъ трубочку *c*, раскрывая зажимъ *h*, нѣкоторое количество находящейся тамъ жидкости и, слегка покачивая приборъ, обмываемъ ею сѣмена. Минуты черезъ двѣ удаляемъ воду по возможности на чисто черезъ *d*, а изъ колбочки *B* вводимъ новую порцію жидкости. Послѣ трехъ такихъ промывокъ сѣмена отмыты на столько, что легко прорастаютъ, если оставить при нихъ достаточное количество жидкости. Последніе слѣды брома извлекаются при пропусканіи черезъ приборъ медленной струи свѣжаго воздуха, при помощи аспиратора, что постоянно имѣло мѣсто въ моихъ опытахъ.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда необходимо было изслѣдовать роль корней въ поглощеніи органическихъ питательныхъ растворовъ, употреблялись приборы вертикально поставленные, съ соответственными измѣненіями, какъ это ясно видно на рис. 2, Табл. I.

Какъ видно изъ описанія, всѣ необходимыя манипуляціи и просты и вполне обезпечиваютъ стерильность культуры; малѣйшее зараженіе культуры къ тому же сейчасъ же даетъ себя знать помутнѣніемъ питательной жидкости.

Употребленные мною вышеописанные приборы имѣютъ еще одно важное удобство, — они позволяютъ, не тревожа выращиваемыхъ растеній, во всякое время брать изъ прибора содержащуюся въ немъ жидкость, или вводить ее вновь, а также въ любой моментъ извлекать изъ нихъ нѣкоторое количество газа для анализа.

Полный успѣхъ полученія стерильной культуры болѣе всего однако зависить отъ свойствъ употребляемыхъ сѣмянъ. Такъ нѣкоторыя сѣмена, каковы напримѣръ крессъ, горохъ, кукуруза стерилизуются чрезвычайно легко и вѣрно, нисколько не страдая отъ стерилизующей жидкости. Другія же сѣмена требуютъ предварительнаго внимательнаго отбора и осмотра: такъ, слегка надтреснутыя сѣмянки подсолнуха, напримѣръ, даютъ внутри пріютъ разнымъ спорамъ, которыя, будучи защищены околоплодникомъ, остаются нерѣдко въ живыхъ и затѣмъ портятъ культуру. Тоже наблюдается и въ нѣкоторыхъ другихъ случаяхъ. Лучшій способъ выйти изъ затрудненія состоитъ въ слѣдующемъ: у подсолнуха надо осторожно и чисто снять околоплодники и стерилизовать лишь вынутыя оттуда сѣмена. Последнія впрочемъ, вслѣдствіе большой нѣжности ихъ кожуры, не слѣдуетъ долго оставлять въ стерилизующей жидкости.

Нѣкоторыя сѣмена, каковы напримѣръ сѣмена *Lupinus luteus*, обладающія чрезвычайно плотной кожурой, прорастаютъ въ органическихъ питательныхъ средахъ очень медленно; для ускоренія прорастанія можно, совершенно не опасаясь поврежденій со стороны брома, предварительно надрѣзать кожуру и тогда только ввести въ приборъ. Такимъ образомъ подготовленные сѣмена прекрасно переносятъ дезинфекцію и отлично прорастаютъ.

3. Вліяніє стерилізаціі на ростъ и газовый обмѣнъ.

Прежде чѣмъ приступать къ изслѣдованіямъ надъ растеніями, подвергшимся стерилізаціи, необходимо выяснитъ, какъ стерилізація сѣмянъ отзовется на ихъ жизнѣдѣятельности вообще и на дыханіи въ частности. Что касается до перваго вопроса, то рядъ параллельныхъ культуръ во влажномъ пескѣ легко выяснилъ, что стерилизованныя растенія, если только стерилізація продолжалась не слишкомъ долго, растутъ нисколько не хуже не стерилизованныхъ; даже болѣе—постоянно наблюдалось такое явленіе: если сѣмена стары, сравнительно мало всхожи и прорастаютъ медленно, то стерилізація такихъ сѣмянъ сильно повышаетъ всхожесть и способствуетъ образованію болѣе прочныхъ и жизнеспособныхъ ростковъ. Такъ напримѣръ сравнительно медленно пророставшія въ одной изъ понавшихся мнѣ партій сѣмена *Lupinus luteus* безъ стерилізаціи погибали въ нѣсколько неблагопріятныхъ лабораторныхъ условіяхъ почти на три четверти, между тѣмъ какъ стерилизованныя давали болѣе 75 % всхожести.

Гораздо болѣе благопріятные результаты получались съ сѣменами кукурузы, гороха, кресса и нѣкоторыми другими. Вообще результаты, получающіеся при стерилізаціи сѣмянъ, настолько благопріятны въ смыслѣ увеличенія процента всхожести и полученія хорошихъ и сильныхъ ростковъ, что пріемъ этотъ, въ упрощенномъ, конечно, видѣ, слѣдуетъ рекомендовать при всевозможныхъ изслѣдованіяхъ надъ прорастающими сѣменами и молодыми проростками.

Что касается до втораго вопроса, т. е. вліянія стерилізаціи на дыханіе прорастающихъ сѣмянъ, то выясненіе его представляетъ большой интересъ. Дѣло въ томъ, что до сихъ поръ всѣ изслѣдованія надъ газовымъ обмѣномъ прорастающихъ сѣмянъ производились надъ сѣменами не стерилизованными, причемъ въ большинствѣ случаевъ совершенно игнорировались развивающіяся на нихъ въ несмѣтныхъ количествахъ бактеріи, а подчасъ и грибы. Между тѣмъ присутствіе нисшихъ организмовъ несомнѣнно должно сильно отозваться на газовомъ обмѣнѣ, такъ какъ, разлагая сброшенные сѣменами кожуры, а подчасъ и самые ростки, бактеріи обуславливаютъ этимъ свой собственный и притомъ весьма энергичный обмѣнъ газовъ, который совершенно неправильно относится на счетъ изслѣдуемыхъ сѣмянъ. А между тѣмъ, какъ извѣстно, во многихъ изслѣдованіяхъ сѣмена иногда по цѣлымъ недѣлямъ оставались въ пріемникахъ и даже загнивали. Такое игнорированіе дѣятельности нисшихъ организмовъ между прочимъ уже и подавало поводъ къ весьма серьезнымъ ошибкамъ: такъ Déhérain et Landrin¹⁾ на основаніи своихъ опытовъ надъ сѣменами пришли къ заключенію, что кромѣ CO_2 они выдѣляютъ еще и азотъ; понадобились спеціальныя опыты Leclerc du Sablon²⁾, чтобы выяснитъ ошибку.

1) Recherches sur la germination. Ann. d. sc. natur. 5-e serie. 1874. t. XIV.

2) Annales de chimie et de physique 3-me série 1875 T. IV p. 232.

Bonnier et Mangin въ своихъ капитальныхъ изслѣдованіяхъ¹⁾ тоже указываютъ на недостатокъ серьезнаго отношенія къ этому вопросу, но сами принимаютъ однако мѣры далеко недостаточныя, чтобы гарантировать себя отъ возможности ошибокъ, такъ какъ въ ихъ изслѣдованіяхъ сѣмена проращивались безъ всякой стерилизаціи. Для выясненія того, насколько велика можетъ быть ошибка, получающаяся при игнорированіи дѣятельности высшихъ организмовъ въ изслѣдованіяхъ надъ дыханіемъ сѣмянъ, я поставилъ ниже слѣдующіе опыты, причемъ уже а priori ожидалъ, что сѣмена не стерилизованныя дадутъ большія количества CO_2 , чѣмъ стерилизованныя.

Опытъ 1-ый.

Въ два горизонтальныхъ прибора одинаковаго размѣра, построенныхъ по вышеописанному типу, введено по 0,5 gr. сѣмянъ кресса. При этомъ одинъ приборъ собранъ по моему методу въ условіяхъ полной стерильности, другой же безъ всякихъ предосторожностей относительно высшихъ организмовъ; въ первый приборъ были введены стерилизованныя сѣмена, во второй же—безъ стерилизаціи.

Затѣмъ въ теченіе нѣсколькихъ дней черезъ аппараты пропускался токъ воздуха лишенный CO_2 , причемъ опредѣлялись количества углекислоты, выдѣленной сѣменами въ томъ и другомъ аппаратѣ. Слѣдующая таблица даетъ ясное представленіе о результатахъ опыта:

Таблица № 1.

	Количества выдѣленной CO_2 въ с. с.				
	20/vi	21/vi	22/vi	23/vi	Всего.
Стерилизованныя сѣмена.	0,96	1,34	3,92	3,07	9,29 с. с.
Не стерилизованныя сѣмена.	1,31	2,05	4,43	3,57	11,36 с. с.

Опытъ 2-ой.

Этотъ опытъ представляетъ повтореніе 1-го, съ тѣмъ различіемъ, что вмѣсто сѣмянъ кресса взяты сѣмена рѣдски въ количествѣ 1 gr. на приборъ. Результаты опыта выразились слѣдующимъ образомъ:

Таблица № 2.

	Количества выдѣленной CO_2 въ с. с.				
	24/vi	25/vi	26/vi	28/vi	Всего.
Стерилизованныя сѣмена.	3,3	2,2	3,6	3,7	12,8
Не стерилизованныя сѣмена.	1,5	3,6	6,9	7,7	19,7

1) Annales de sc. natur. 1884. 6-me serie T. 18.

Въ первый день опыта 24/VI стерилизованныя сѣмена выдѣлили углекислоты значительно болѣе, чѣмъ не стерилизованныя, такъ какъ они проросли раньше и лучше.

Опытъ 3-й.

Этотъ опытъ представляетъ повтореніе предшествующихъ, съ тѣмъ однако различіемъ, что проращивалась сѣмена гороха (по 20 штукъ въ каждомъ приборѣ) и опредѣлялись не только количества CO_2 , но и количества поглощеннаго кислорода, что даетъ возможность вычислить $\frac{CO_2}{O_2}$. Въ нижеслѣдующей таблицѣ сведены результаты опыта.

Таблица № 3.

Стерилизованныя сѣмена.		Даты и продолжительность опытовъ.	Не стерилизованныя сѣмена.	
Количество выдѣленн. CO_2	$\frac{CO_2}{O_2}$		Количество выдѣленн. CO_2	$\frac{CO_2}{O_2}$
2, 11	1, 09	3/x 4 часа	2, 17	0, 96
1, 15	1, 03	4/x 4 »	2, 24	1, 08
1, 47	1, 10	5/x 4 »	2, 92	1, 09
1, 48	1, 07	7/x 4 »	2, 39	0, 99
6, 21	—	Всего	9, 72	—

Эти опыты даютъ такіе отчетливые и согласные результаты, что повторять ихъ еще нѣсколько разъ не представляется нужнымъ. Не смотря на то, что стерилизованныя сѣмена проростають иногда даже быстрѣе (какъ во 2-омъ опытѣ), чѣмъ не стерилизованныя, и даютъ ростки, нисколько не уступающіе послѣднимъ, тѣмъ не менѣе общее количество выдѣляемой ими CO_2 менѣе, чѣмъ у не стерилизованныхъ, что совершенно подтверждаетъ высказанное выше предположеніе. Результаты эти совершенно необходимо принимать въ соображеніе при всѣхъ послѣдующихъ сколько нибудь продолжительныхъ изслѣдованіяхъ надъ дыханіемъ сѣмянъ, такъ какъ ошибка отъ вмѣшательства нисшихъ организмовъ растетъ параллельно продолжительности опыта.

Полезно было бы также провѣрить многія изъ прежнихъ изслѣдованій, въ которыхъ цифры навѣрное значительно грѣшатъ, такъ какъ указанное обстоятельство вовсе не было принято въ расчетъ.

Значительный интересъ представляетъ также изслѣдованіе вопроса, не измѣняется-ли дыхательный коэффициентъ $\frac{CO_2}{O_2}$ подъ вліяніемъ постороннихъ организмовъ, атакующихъ различныя части прорастающихъ сѣмянъ (напримѣръ кожуру); къ сожалѣнію я не имѣлъ возможности заняться этимъ вопросомъ, такъ какъ это отвлекло бы меня отъ моей болѣе общей задачи; одинъ же опытъ (№ 3) конечно недостаточенъ для рѣшенія вопроса.

4. Ростъ въ зависимости отъ питанія сахаромъ.

Давно уже извѣстно, что различные органы растений, приведенные въ соприкосновеніе съ растворомъ сахара, способны принимать его и образовать на его счетъ крахмалъ. Достаточно указать въ этомъ отношеніи на работы Boehm'a¹⁾, A. Meyer'a²⁾, E. Laurent³⁾, Г. Надсона⁴⁾, В. Палладина⁵⁾ и некоторыхъ другихъ, чтобы не оставалось болѣе никакихъ сомнѣній въ возможности для зеленыхъ растений питаться сахаромъ и притомъ въ темнотѣ. Есть однако въ этомъ вопросѣ очень существенный пунктъ, который необходимо разъяснить, прежде чѣмъ приступить къ изслѣдованію измѣненій функціи дыханія подъ вліяніемъ питанія сахаромъ,—а именно: Надсонъ, въ выше названномъ изслѣдованіи, неоднократно указываетъ, что при погруженіи корнями ростковъ различныхъ растений въ сахаръ или глицеринъ происходитъ сильная задержка роста. Эти наблюденія послужили между прочимъ сильнымъ аргументомъ въ рукахъ Прянишникова⁶⁾, а за нимъ и Залѣскаго⁷⁾ въ ихъ критикѣ извѣстныхъ опытовъ Монтеверде⁸⁾, которыми послѣдній пытался доказать существованіе регенераціи бѣлковъ въ темнотѣ насчетъ аспарагина и сахара; поэтому, приступая къ изслѣдованіямъ надъ дыханіемъ искусственно питаемыхъ растений, необходимо прежде всего выяснить, въ какой мѣрѣ и при какихъ условіяхъ такая задержка дѣйствительно происходитъ.

Обращаясь къ опытамъ Надсона, мы видимъ, что пророщенные предварительно ростки сразу погружались корнями въ 10% растворъ сахара или въ 5% растворъ глицерина; въ результатѣ понятно наступалъ плазмолизъ настолько сильный, что растеніе теряло тургоръ и вяло настолько, что, въ одномъ но крайнѣй мѣрѣ упомянутомъ авторомъ случаѣ, оно «поныкло и прилегло къ пробкѣ, въ которую было защемлено»⁹⁾. Хотя послѣ такіа растеньица и поправлялись, но понятно, что черезъ 8—9 дней ростъ ихъ оказывался сильно задержаннымъ, такъ что растенія не получавшіа сахара росли несравненно лучше.

Очевидно, что такая постановка опытовъ совершенно не пригодна для цѣлей изслѣдованія дыханія въ зависимости отъ питанія сахаромъ, такъ какъ испытуемое растеніе находится при этомъ въ болѣзненномъ состояніи и реагируетъ на измѣняющіяся условія опыта совсѣмъ иначе, чѣмъ здоровое.

1) Boehm, J. Stärkebildung aus Zucker. Bot. Zeitung. 1883.

2) Meyer, A. Bildung der Stärkekörner in den Laubblättern aus Zuckerarten, Mannit und Glycerin. Botan. Zeit. 1886.

3) Laurent, E. Recherches expériment. sur la formation d'amidon dans les plantes aux dépens de solutions organiques. Bullet. de la Société Royale de Botanique de Belgique. 1888 Bd. XXX.

4) Надсонъ, Г. Образованіе крахмала въ хлорофиллоносныхъ клѣткахъ растений изъ органическихъ веществъ. Труды Общ. Ест. въ СПб. 1889. Т. XX.

Зап. Физ.-Мат. Отд.

5) Палладинъ, В. Цѣлый рядъ изслѣдованій, начиная съ цитированной выше работы 1893 г.

6) Прянишниковъ, Д. О распаденіи бѣлковыхъ веществъ при прорастаніи. 1895.

7) Залѣсскій, В. Условія образованія бѣлковыхъ веществъ въ растеніяхъ. Харьковъ. 1900.

8) Монтеверде, Н. Труды С.-Петербур. Общ. Естествоисп. Т. XX стр. 29.

9) L. c. p. 96.

Чтобы избѣгнуть неприятныхъ послѣдствій пласмолиза, я проращивалъ сѣмена прямо въ растворахъ того самаго вещества, роль котораго предполагалось изслѣдовать; такимъ образомъ пласмолизъ избѣгался совершенно, и съ самыхъ первыхъ моментовъ развитія сѣмени ростокъ не подвергался никакимъ рѣзкимъ измѣненіямъ окружающей среды.

Опыты велись слѣдующимъ образомъ: въ два совершенно одинаковыхъ вертикальныхъ или горизонтальныхъ прибора вводилось одинаковое количество испытуемыхъ сѣмянъ; послѣ стерилизаціи бромомъ, промывка сѣмянъ въ одномъ приборѣ производилась — 5% растворомъ сахара въ дистиллированной водѣ или въ Кноповскомъ растворѣ, въ другомъ же — контрольномъ — дистиллированной водой или Кноповскимъ растворомъ безъ сахара. На сѣменахъ оставлялось достаточное для ихъ прорастанія количество жидкости, послѣ чего приборы помѣщались въ темное помѣщеніе при $20^{\circ} C$, и черезъ нихъ, при помощи воднаго насоса, все время прогонялась слабая струя чистаго воздуха. Смотря по сорту сѣмянъ прорастаніе наступало болѣе или менѣе быстро, причемъ въ сахарѣ сѣмена прорастали обыкновенно нѣсколько медленнѣе, чѣмъ въ водѣ или Кноповскомъ растворѣ, но на получающихся росткахъ не было видно и слѣдовъ пласмолиза, и они имѣли всегда безукоризненный видъ, хотя и были короче пророщенныхъ въ водѣ.

Эта разница въ ростѣ быстро начинала сглаживаться и, смотря по роду сѣмянъ, черезъ нѣсколько дней, ростки въ сахарѣ имѣли обыкновенно ту-же длину, что и въ водѣ; если же опытъ велся долѣе, т. е. 2 — 3 и даже до 8 недѣль, какъ это иногда случалось, то ростки питавшіеся сахаромъ всегда брали перевѣсъ надъ контрольными и превосходили ихъ по размѣрамъ иногда втрое и болѣе. Случалось также, что въ то время какъ контрольные экземпляры погибали уже по немногу отъ истощенія, питавшіеся сахаромъ имѣли еще прекрасный видъ. Само собой разумѣется, что всѣ подобные опыты велись въ темнотѣ.

Въ ряду описанныхъ опытовъ цѣлый рядъ ихъ былъ посвященъ спеціально вопросу о томъ, насколько способны растенія принимать сахаръ корнями; для этой цѣли употреблялись вертикальные приборы (Табл. I рис. 2), въ которыхъ, поддерживаемые стеклянной ватой, ростки приходили въ соприкосновеніе съ питательнымъ растворомъ только при помощи корней.

Мои опыты вполне подтверждаютъ результаты, полученные Воеhm'омъ, Надсономъ, а также Acton'омъ ¹⁾, съ тѣмъ однако существеннымъ различіемъ, что благодаря принятой мною методикѣ никакихъ болѣзненныхъ явленій въ росткахъ не замѣчалось: они прекрасно и равномерно росли, видимо питаясь сахаромъ и образуя въ темнотѣ значительныя количества крахмала. Размѣры ростковъ, получавшихъ органическое питаніе, оказывались при этомъ болѣе значительными, чѣмъ при питаніи однимъ Кноповскимъ растворомъ, какъ это можно видѣть изъ слѣдующаго, на примѣръ, опыта, въ которомъ были

1) Acton, E. H. The assimilation of Carbon by Green Plants from certain Organic Compounds. Proceedings of the Royal Soc. of London. Vol. XLVII. 1890.

Эта довольно тщательно выполненная работа имѣетъ однако серьезные недочеты, т. к. не стерильныя культуры проростковъ въ сахарѣ выставялись на свѣтъ.

произведены измѣренія длины стебельковъ и корней: въ 4 одинаковыхъ вертикальныхъ прибора помѣщено было въ условіяхъ полной стерильности по 10 штукъ сѣмянъ рѣдиски; въ первомъ приборѣ въ качествѣ питательнаго матерьяла былъ Кноповскій растворъ 1‰, во второмъ такой же растворъ — сахаръ, такъ что общая крѣпость сахарнаго раствора равнялась 2‰; въ третьемъ и четвертомъ приборахъ былъ тотъ же растворъ, что и во второмъ, но съ прибавкой 0,25‰ аспарагина въ одномъ, и 0,25‰ лейцина въ другомъ. Черезъ 19 дней пребыванія въ темнотѣ произведено было измѣреніе корней и стеблей полученныхъ ростковъ, причемъ оказалось, что наименьшій ростъ и корней, и стеблей наблюдался въ Кноповскомъ растворѣ, какъ это можно видѣть изъ нижеслѣдующей таблицы:

Таблица № 4.

Составъ питательныхъ растворовъ.	Длина въ сантиметрахъ.		
	Стебли.	Корни.	Цѣльн. растеніе.
Кноповскій растворъ	5 с.	1 с.	6 с.
Кноп.—сах.—аспараг.	6,5 с.	2 с.	8,5 с.
Кноп.—сах.—лейцинъ	7 с.	4 с.	11 с.
Кноп.—2‰ сахарн. р.	7,5 с.	7 с.	14,5 с.

Впослѣдствіи я пользовался гораздо чаще 5‰ растворомъ сахара, причемъ результаты были даже лучше, т. е. въ сахарѣ ростъ всегда въ концѣ концовъ былъ лучше, чѣмъ въ водѣ или Кноповскомъ растворѣ.

Послѣ того, какъ вышеописанные опыты были закончены, и предварительное сообщеніе о нихъ было напечатано, ¹⁾ появилась въ Comtes Rendus статья Mazé, ²⁾ который получилъ результаты вполне подтверждающіе мои изслѣдованія: Mazé выращивалъ въ условіяхъ стерильности, въ темнотѣ, рядъ проростковъ, получавшихъ частью однѣ минеральныя соли, частью же соли—растворъ сахара различной крѣпости (1‰—6‰). Оказалось, что въ этихъ условіяхъ растенія вполне способны принимать корнями сахаръ, ассимилировать его и въ нѣсколько разъ увеличивать свой сухой вѣсъ. Особенно хорошіе результаты дали растворы сахара въ 4‰ и 6‰.

Всѣ вышеприведенныя наблюденія и опыты ясно показываютъ, что при тѣхъ приѣмахъ культуры зеленыхъ растений въ органическихъ веществахъ, которыя я принялъ въ своихъ изслѣдованіяхъ, не происходитъ ни плазмолиза, ни какой-бы то ни было вредной задержки роста испытываемыхъ растений; слѣдовательно, пользуясь ими, можно смѣло приступить къ изслѣдованію дыханія растений, получающихъ искусственнымъ путемъ органической питательный матерьялъ.

1) Половцовъ, В. Питаніе зеленыхъ растений органическими веществами и соответствующія измѣненія функцій дыханія. Извѣстія Сп. Біолог. Лабор. 1898. Вып. 4.

2) Mazé, M. L'assimilation des hydrates de carbone etc. С. R. T. CXXVIII. 1899 p. 185. Очевидно мои изслѣдованія были совершенно неизвѣстны автору.

ЧАСТЬ II.

Исслѣдованія надъ дыханіемъ прорастающихъ сѣмянъ.

1. Методика исслѣдованій газоваго обмѣна.

Исслѣдованія надъ дыханіемъ прорастающихъ сѣмянъ въ присутствіи сахара велись въ большинствѣ случаевъ слѣдующимъ образомъ: въ два совершенно одинаковыхъ прибора въ условіяхъ полной стерильности по вышеописанному способу вводилось одинаковое по вѣсу и числу экземпляровъ количество сѣмянъ; въ качествѣ питательнаго матерьяла эти сѣмена получали въ одномъ приборѣ кноповскій минеральный растворъ или воду, а въ другомъ тотъ же растворъ или воду, но съ прибавкой сахара отъ 2% до 5%. Затѣмъ оба прибора помѣщались въ темную комнату, температура которой круглый годъ почти не выходила изъ 20° С.

Для того чтобы обезпечить возможность въ любое время извлекать изъ аппарата порцію газа, трубки *a* и *b* соединяются — первая — съ ртутнымъ манометромъ, а вторая съ перемѣшивателемъ *Wonnier*; пока опытъ на дыханіе не поставленъ, и въ манометрѣ, и въ аппаратѣ *Wonnier* ртуть опускается на столько, чтобы черезъ весь аппаратъ можно было пропускать токъ воздуха; послѣднее достигается при помощи воднаго насоса очень простаго устройства, который соединяется со свободнымъ концомъ манометра и подъ небольшимъ давленіемъ все время прогоняетъ черезъ оба прибора медленную струю свѣжаго воздуха, такъ что прорастающія сѣмена въ изобиліи снабжены кислородомъ. Анализъ такого воздуха, уже прошедшаго черезъ приборъ, показывалъ, что содержаніе кислорода въ немъ было 20,80% съ колебаніями въ сотыхъ доляхъ процента, CO_2 — около 0,10% и *N* — 79,10%. Этотъ составъ и былъ принятъ затѣмъ въ основаніе при послѣдующихъ расчетахъ. Анализы воздуха производились частью по методу Дойера, частью же посредствомъ придуманнаго мною прибора, описаннаго ниже. Когда приходило время ставить опытъ на дыханіе прорастающихъ въ такихъ условіяхъ сѣмянъ, то прежде всего оба прибора замыкались со всѣхъ сторонъ ртутью, какъ это показано на Табл. I рис. 1; сѣмена оставались такимъ образомъ въ теченіе нѣкотораго времени въ замкнутомъ пространствѣ съ такимъ расчетомъ, чтобы содержаніе кислорода въ приборѣ оставалось по возможности

не ниже 15%, въ большинствѣ же случаевъ оно было значительно выше; при такомъ большомъ содержаніи O , какъ извѣстно, ни энергія дыханія не ослабѣваетъ, ни $\frac{CO_2}{O_2}$ не измѣняется. При такой постановкѣ опытовъ конечно не могло быть и рѣчи объ микромолекулярномъ дыханіи въ обычномъ значеніи этого слова. Въ зависимости отъ количества и качества сѣмянъ опыты продолжались отъ 2 до 24 часовъ, рѣдко дольше, послѣ чего изъ приборовъ извлекались порціи газовъ для анализа, а черезъ приборы снова пропускался токъ воздуха, пока составъ атмосферы въ приборѣ опять не становился нормальнымъ.

Тогда опытъ ставился снова, и т. д., въ зависимости отъ поставленныхъ задачъ.

Общее расположеніе приборовъ, способъ извлеченія газовъ изъ аппарата съ сѣменами, вычисленія $\frac{CO_2}{O_2}$ и количествъ обмѣняемыхъ газовъ производились по приѣмамъ, предложеннымъ Bonnier et Mangin ¹⁾, съ небольшими измѣненіями соотвѣтственно употребляемымъ мною приборамъ.

Если при такихъ опытахъ замѣчались хотя бы ничтожные слѣды зараженія культуръ плѣсенями или бактеріями, что легко обнаруживается помутнѣніемъ питательнаго раствора, то опытъ прекращался и дальнѣйшихъ изслѣдованій надъ дыханіемъ не производилось.

Изъ приведеннаго описанія хода изслѣдованій видно, что всѣ опыты надъ дыханіемъ въ присутствіи сахара контролировались параллельно ведеными опытами, которые были сходны съ предъидущими во всемъ, за исключеніемъ *одного* — *изслѣдуемаго условія*. Такая методика изслѣдованія даетъ полное логическое право все различіе въ результатахъ двухъ такихъ параллельныхъ опытовъ относить исключительно на единственное различіе между ними, т. е. въ данномъ случаѣ на присутствіе или отсутствіе сахара.

Описание прибора для анализа газовъ. Кому приходилось много работать надъ дыханіемъ растеній или надъ ассимиляціей углекислоты, когда приходится дѣлать сотни газовыхъ анализовъ, тотъ хорошо знаетъ, какъ много труда и хлопотъ идетъ на эту, такъ сказать, черновую сторону работы, въ особенности, когда необходимо опредѣлять и кислородъ, и углекислоту. Понятно поэтому, что физиологи перѣдко трудились надъ тѣмъ, чтобы какъ нибудь ускорить и облегчить себѣ эту работу; такъ, мы знаемъ чрезвычайно популярныя аппараты Bonnier, также Тимирязева, Schloesing'a сына и друг.

Будучи вынужденъ для своихъ изслѣдованій надъ дыханіемъ растеній производить сотни анализовъ, я тоже не мало былъ озабоченъ тѣмъ, чтобы выбрать себѣ изъ существующихъ уже методовъ анализа такой, который наиболѣе соотвѣтствовалъ бы требованіямъ и условіямъ физиологическаго изслѣдованія. Эти послѣднія представляются мнѣ въ слѣдующемъ видѣ: избранный методъ долженъ во 1-хъ, допускать оперированіе съ малыми количествами газовъ, во 2-хъ, отличаться сравнительной легкостью и быстротой манипуляцій, въ 3-ьихъ наконецъ, гарантировать значительную точность и сравнимость получаемыхъ результатовъ.

1) Annales des sciences natur. 1884.

Обращаясь съ этими требованіями къ существующимъ уже методамъ анализа, намъ сразу придется отказаться отъ многихъ по существу превосходныхъ методовъ, такъ какъ они въ большинствѣ случаевъ не удовлетворяютъ 1-ому и 2-ому изъ вышеуказанныхъ условій. Въ самомъ дѣлѣ, превосходные методы Бунзена, Дойера и многіе другіе, при вполнѣ удовлетворительной точности, обыкновенно требуютъ значительныхъ количествъ газа, а главное, берутъ много времени и труда, что при производствѣ сотенъ анализовъ, конечно очень тяжело отзывается на ходѣ изслѣдованій.

Въ этомъ отношеніи замѣчательной простотой манипуляцій, легкостью обращенія и быстротой всего хода анализа отличается аппаратъ *Voisier* и *Mangin*; количества газовъ, потребныя для анализа совершенно ничтожны. Такимъ образомъ съ этой стороны аппаратъ не оставляетъ желать ничего лучшаго. Но зато съ другой стороны, въ немъ есть нѣкоторые органическіе недостатки, которые значительно дискредитируютъ его точность. Главный недостатокъ состоитъ въ томъ, что реактивы, служащіе для поглощенія CO_2 и O , неизбежно попадаютъ въ трубку, служащую для измѣренія объема газовъ.

Определеніе CO_2 при нѣкоторой ловкости еще удастся безъ того, чтобы растворъ ѣдкаго кали попалъ въ калиброванную часть аппарата; но зато послѣ поглощенія кислорода въ пирогалловокисломъ кали реактивъ неизбежно смачиваетъ отчасти и стѣнки измѣрительной трубки, что при ея весьма маломъ діаметрѣ не можетъ не отразиться самымъ невыгоднымъ образомъ на точности измѣренія: прежде всего, ртуть нѣсколько иначе движется по трубкѣ смоченной реактивомъ, чѣмъ по сухой; поэтому въ двухъ послѣдовательныхъ измѣреніяхъ, сдѣланныхъ въ сухой и влажной трубкахъ, поправка на волосность и прилипаніе ртути представитъ величины различныя; сверхъ того, въ виду крайне малаго діаметра измѣрительной трубки, жидкость прилипшая къ стѣнкамъ весьма чувствительно измѣняетъ ея ёмкость; такимъ образомъ, вслѣдствіе указанныхъ недостатковъ у насъ является въ результатѣ нѣкоторая несравнимость результатовъ измѣреній, произведенныхъ въ теченіе одного и того же анализа. Въ виду сказаннаго, аппаратомъ *Voisier* слѣдуетъ пользоваться очень осторожно и примѣнять его только въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ не требуется большая точность. Не маловажнымъ неудобствомъ аппарата является также необходимость промывать и сушить его послѣ каждаго анализа, что въ общемъ значительно уменьшаетъ главное достоинство этого аппарата — быстроту хода анализа.

Совершенно свободенъ отъ вышеуказанныхъ недостатковъ аппаратъ, придуманный проф. Тимирязевымъ ¹⁾ и представляющій очень остроумное усовершенствованіе Дойероваго аппарата. Въ смыслѣ точности результатовъ онъ не оставляетъ желать ничего лучшаго, но зато онъ имѣетъ нѣкоторые недостатки, общіе многимъ другимъ весьма точнымъ методамъ газоваго анализа: прежде всего, эвдиометръ въ этомъ аппаратѣ переносный, что ведетъ къ цѣлому ряду излишнихъ манипуляцій по переноскѣ и установкѣ его во время

1) Аппаратъ этотъ описанъ въ изслѣдованіи К. А. Тимирязева: «Объ усвоеніи свѣта растеніемъ», а также въ *Encyclopédie Chimique Frémy — Analyse des gazes, par Ogier*, М. I. pp. 208—211.

хода анализа, а также обуславливаетъ возможность поврежденія этой самой цѣнной части аппарата. Сверхъ того самая форма эвдиометра ограничиваетъ его примѣнимость, т. к. прокалибрована по частямъ и снабжена частыми дѣленіями лишь небольшая, суженная часть его; это обуславливаетъ необходимость изслѣдовать опредѣленные объемы газовъ и даже до нѣкоторой степени опредѣленнаго состава, — т. е. содержаніе CO_2 , O и N въ смѣси ограничены нѣкоторыми предѣлами, за которыми эвдиометръ отказывается служить. Наконецъ, не смотря на многочисленныя и остроумныя приспособленія, нельзя не пожелать, чтобы количество переливаемыхъ газовъ и переносовъ ихъ изъ ванны въ ванну было сокращено безъ ущерба для точности полученныхъ результатовъ.

Что касается до другого аппарата проф. Тимирязева, названнаго имъ «микроэвдиометромъ»¹⁾, то вполнѣ признавая его значеніе для приблизительнаго анализа весьма малыхъ количествъ газа (объемомъ въ булавочную головку), я думаю, что ни въ удобствѣ обращенія, ни въ точности результатовъ онъ не превосходитъ аппаратъ Bonnier et Mangin.

Въ виду указанныхъ частныхъ недостатковъ различныхъ приборовъ, я рѣшился построить свой собственный, въ которомъ и пытался, съ одной стороны, устранить замѣченные недостатки, а съ другой, ввести нѣкоторыя новыя особенности, которыя, по моему мнѣнію, должны облегчить операціи анализа. Въ этомъ отношеніи я сдѣлалъ попытку соединить въ одномъ приборѣ наиболѣе цѣнныя стороны аппаратовъ Дойера, Bonnier и пипетъ Тимирязева.

Въ общихъ чертахъ построенный мною аппаратъ состоитъ въ слѣдующемъ (см. Табл. II): самой существенной его частью является нѣсколько разъ изогнутая трубка $A A_1 A_{11} A_{111}$; пространство отъ 0,0 до 1,00 тщательно прокалибровано и заключаетъ въ себѣ объемъ около 1 кубич. сантиметра. Эта часть трубки помѣщена въ стеклянной ваннѣ съ водою — B . Другой, вытянутый конецъ трубки — A_{111} , входитъ въ ртутную ванну C . Въ эту же ванну входятъ хорошо заостренные кончики пипетокъ D и E , содержащихъ въ себѣ необходимые реактивы (растворъ KOH и пирогалловокислаго кали) и замкнутыхъ ртутью.

Нижній конецъ трубки A при помощи толстостѣнной гуттаперчевой трубки соединенъ съ баллономъ H , наполненнымъ ртутью. Поднимая и опуская баллонъ, мы можемъ по произволу устанавливать уровень ртути на любой высотѣ и въ любомъ колѣнѣ трубки $A - A_{111}$. Для болѣе тонкой установки уровня ртути служитъ винтъ (стальной) e . Съ другой стороны, ртутная ванна C и пипетки D и E при помощи тройника L и трубки FF_1 , соединены съ баллономъ G . Манипулируя соответственнымъ образомъ этимъ баллономъ, а также зажимомъ M и винтами f и g , мы можемъ устанавливать уровень ртути на желаемой высотѣ какъ въ ваннѣ C , такъ и въ пипеткахъ D и E .

1) Описанъ въ рѣчи проф. Тимирязева: L'état actuel de nos connaissances sur la fonction chlorophyllienne, напечатанной въ Bulletin du Congrès international de Botanique et d'Horticulture à St. Pétersbourg le 5—15 Mai 1884.

Необходимой принадлежностью прибора являются небольшія пробирки P , длиной около 6 — 7 сант., снабженныя длинной стеклянной рукояткой.

Ходъ анализа таковъ: поднявъ въ ваннѣ C уровень ртути такъ, чтобы онъ отстоялъ отъ ея края на 1 — 1,5 сантиметра, при помощи небольшой желѣзной ложечки вводимъ въ ванну пробирку съ небольшимъ количествомъ (около 1 куб. сант.) изслѣдуемаго газа. Первая операція должна состоять въ тщательномъ измѣреніи объема этого газа. Съ этой цѣлью, держа пробирку за ея длинную рукоятку, на ощупь подъ ртутью погружаемъ ее такъ, чтобы она попала своимъ отверстиемъ на кончикъ измѣрительной трубки A_{111} ; затѣмъ вдвигаемъ ее вглубь, пока она своимъ сводомъ не упрется въ остріе A_{111} . Заключенный въ ней газъ приводится так. обр. въ соприкосновеніе съ концомъ измѣрительной трубки, въ которую онъ легко можетъ быть переведенъ, если, опустивъ баллонъ H , мы пріоткроемъ кранъ a . Если остріе A_{111} имѣетъ на концѣ *хорошо сточенныя и тонкія стѣнки*, то весь газъ изъ пробирки войдетъ въ трубку $A — A_{111}$, гдѣ и можетъ быть установленъ въ любомъ положеніи и съ большою точностью при помощи винта e . Для измѣренія объема газа прежде всего при помощи баллона G и зажима M устанавливается поверхность ртути въ ваннѣ C на чертѣ $l m$, находящейся на одной высотѣ съ полевой точкой на капиллярной части измѣрительной трубки $A — A_{111}$. Пробирка нѣсколько всплываетъ при этомъ; края ея однако приходятся ниже острія A_{111} , поэтому, вложивъ верхнюю часть ея рукоятки въ небольшой крючекъ h , ввинченный въ деревянный штативъ, мы легко можемъ придать ей устойчивое вертикальное положеніе. Установивъ ртуть въ ваннѣ C , установимъ теперь при помощи винта e взятую порцію газа въ измѣрительной трубкѣ такъ, чтобы онъ занялъ нѣкоторую ея часть отъ 0,0 до какой нибудь точки въ направленіи къ 1,00. Тщательно исправивъ установку ртути на уровнѣ $l m$ въ ваннѣ C и снова провѣривъ уровень ея въ колѣнѣ $A_1 A_{11}$ при 0, можно приступить къ отсчету высоты, занимаемой уровнемъ ртути въ колѣнѣ AA_1 . Полученное число даетъ прямо объемъ газа въ доляхъ кубич. сантиметра.

Опредѣливъ такимъ обр. первоначальный объемъ газа, переводимъ его обратно въ пробирку, а эту послѣднюю, осторожно снявъ съ кончика трубки A_{111} и не вынимая изъ ртути, пересаживаемъ на кончикъ пипетки D , заключающей въ себѣ растворъ KOH . Опустивъ баллонъ G и открывъ кранъ n , мы переводимъ изъ пробирки газъ въ пипетку D ; чтобы во время поглощенія CO_2 щелочью пробирка не всплывала на поверхность ртути, а также и для того, чтобы легче было слѣдить за обратнымъ переводомъ въ нее газа, опускаемъ уровень ртути въ ваннѣ C такъ, чтобы онъ стоялъ нѣсколько ниже кончика пипетки. Когда поглощеніе углекислоты закончено, газъ снова переводится въ пробирку, сперва при помощи поднятаго баллона G , а затѣмъ при помощи винта f , который даетъ возможность самымъ точнымъ образомъ довести реактивъ до верха пипетки не проливъ его ни капли въ пробирку. Послѣ перевода газа прежде всего уводимъ реактивъ обратно въ пипетку, а затѣмъ, поднявъ ртуть въ ваннѣ до высоты $l m$, снова переводимъ пробирку на кончикъ A_{111} измѣрительной трубки и описаннымъ выше способомъ измѣряемъ количество газа, оставшагося послѣ поглощенія щелочью. Для опредѣленія содержанія кислорода,

тѣмъ же порядкомъ переводимъ газъ въ пипетку *E*, содержащую растворъ пирогаллово-кислаго кали. Послѣ поглощенія кислорода снова измѣряемъ оставшійся объѣмъ газа, и анализъ законченъ.

Таковы въ существенныхъ чертахъ манипуляціи газоваго анализа при помощи моего прибора; при хорошемъ навыкѣ полный анализъ газовой смѣси, содержащей CO_2 , O и N , длится не долѣе 15—20 минутъ, причемъ послѣ перваго анализа аппаратъ совершенно готовъ къ немедленному продолженію работы, такъ что въ теченіи 2 часовъ перѣдко удается сдѣлать до 5-ти анализовъ.

Переходимъ теперь къ нѣкоторымъ деталямъ прибора и манипуляціи анализа. Прежде всего остановимся на приѣмахъ измѣренія газовъ. Для измѣренія служитъ часть трубки отъ 0,0 до 1,00; колѣно A_1A_{11} имѣетъ значительно болѣе узкій діаметръ (около 1 мм.), чѣмъ колѣно AA_1 , діаметръ котораго доходитъ до 2,5 мм. Благодаря этому, участокъ трубки ёмкостью въ 0,1 куб. сант. имѣетъ длину около 20 мм.; каждый такой участокъ раздѣленъ еще на 10 частей, такъ что безъ труда можно отсчитывать непосредственно сотыя доли кубич. сантиметра. Для отсчета тысячныхъ долей я употребляю такую же трубу, какая примѣняется и въ Дойеровскомъ аппаратѣ. Благодаря дѣленіямъ микрометра, имѣющагося въ окулярѣ трубы, длина, соответствующая 0,01 куб. сант. (= 2 мм.), легко можетъ быть раздѣлена еще на 20 частей, что даетъ возможность опредѣлять объѣмъ газа съ точностью до 0,0005 куб. сант.; предполагая же вполне возможнымъ различать ртутный менискъ въ промежуткѣ между двумя дѣленіями микрометра, этотъ предѣлъ точности отсчета можно повысить по меньшей мѣрѣ до 0,00025 куб. сант., что составляетъ около 0,025% общаго измѣряемаго объѣма, принимая его близкимъ къ 1 с. с. Такимъ образомъ, ошибка, зависящая отъ точности отсчета, можетъ быть сдѣлана во всякомъ случаѣ менѣе 0,03% общаго объѣма. Само собой разумѣется, что точности отсчета должна соответствовать и калибровка измѣрительной трубки, которая должна быть ведена такимъ образомъ, чтобы всѣ отсчеты могли быть производимы по верхней поверхности мениска ртутнаго столбика. Я лично посвящаю много времени калиброванію трубки и составляю табличку поправокъ для каждой 0,01 с. с., по которой и исправляю непосредственныя данныя отсчета.

Такъ какъ измѣрительная трубка всегда погружена въ ванну съ водой, то всѣ измѣренія во время хода анализа производятся при температурѣ воды, которая въ обычныхъ лабораторныхъ условіяхъ, вообще говоря, колеблется очень мало; на случай однако возможности такихъ перемѣнъ, напр. при зажиганіи лампъ зимой, въ ваннѣ имѣется небольшой регуляторъ вродѣ Дойеровскаго, который сразу обнаруживаетъ малѣйшія измѣненія температуры; послѣднія могутъ быть тотчасъ же устранены приливаніемъ теплой или холодной воды въ ванну; само собой разумѣется, что при этомъ необходимо приводить воду къ первоначальному уровню, спуская ея избытокъ черезъ имѣющуюся спеціально для этого небольшую трубку въ днѣ ванны.

Тотъ же регуляторъ даетъ возможность уловить и регулировать измѣненія въ давленіи, опять таки, только при помощи измѣненія температуры воды ванны. Вообще говоря,

за какія пибудь 20—30 минутъ, въ теченіи которыхъ ведется анализъ, трудно ожидать сколько нибудь замѣтныхъ измѣненій въ давленіи; поэтому значеніе регулятора въ этомъ отношеніи сводится къ тому, что онъ даетъ возможность прерывать анализъ на болѣе или менѣе продолжительное время. При обычномъ ходѣ анализа тождество давленія въ послѣдовательномъ ряду измѣреній достигается тѣмъ, что поверхность ртути въ ваннѣ *C* устанавливается на одномъ уровнѣ съ нулемъ въ колѣнѣ A_1A_{11} , т. е. всѣ измѣренія, слѣдовательно, производятся при атмосферномъ давленіи. Въ случаѣ необходимости особенно тщательнаго измѣренія абсолютныхъ величинъ объёмовъ взятыхъ газовъ, необходимо конечно принять во вниманіе волосность трубки A_1A_{11} , роль и величину которой слѣдуетъ предварительно опредѣлить разъ на всегда для cadaго аппарата.

Есть еще одно условіе, которое необходимо соблюдать строжайшимъ образомъ для точности и сравнимости данныхъ анализовъ, — это чистота ртути и стѣнокъ трубки. Ни подъ какимъ видомъ въ измѣрительную трубку не должны попадать ни реактивы, ни вода, такъ какъ тотчасъ же при этомъ мѣняется сдѣпленіе и скольженіе ртути по стеклу, а въ результатѣ несравнимость отсчетовъ въ двухъ смежныхъ измѣреніяхъ, не говоря уже о томъ, что при этомъ ртуть движется въ узкихъ трубкахъ неправильными толчками и нѣсколько липнетъ къ стѣнкамъ. Между тѣмъ избѣжать этого очень легко, такъ какъ благодаря винтамъ *f* и *g* переводъ газа изъ пипетокъ *D* и *E* совершается съ большой легкостью и точностью, такъ что ни одна капля реактива не должна при этомъ переливаться въ пробирку, а слѣдовательно и попадать въ измѣрительную трубку.

Въ случаѣ однако загрязненія измѣрительной трубки ее необходимо слѣдуетъ промыть, что дѣлается очень легко и просто: опустивъ ртуть въ сосудѣ *C* на столько, чтобы выставился кончикъ трубки A_{111} , наливаемъ на поверхность ртути воду, подкисленную соляной или азотной кислотой. Затѣмъ, открывъ кранъ *a* и поднимая и опуская баллонъ *H*, мы нѣсколько разъ вводимъ и выводимъ изъ трубки AA_{111} эту подкисленную воду.

Послѣ промывки кислотой такимъ же способомъ слѣдуетъ промыть трубку чистой дистиллированной водой. Высушиваніе аппарата быстро достигается слѣдующимъ образомъ: выпустивъ изъ трубки $A-A_{111}$, а также и изъ баллона *H* всю ртуть, пропускаемъ черезъ баллонъ и трубку струю *сухого* воздуха при помощи обыкновеннаго двойного гуттаперчеваго баллона, — въ самое короткое время трубка просыхаетъ и аппаратъ снова готовъ къ работѣ.

Газовыя смѣси, получаемыя при физиологическихъ изслѣдованіяхъ, обыкновенно содержатъ въ себѣ значительное количество паровъ воды, а именно, въ большинствѣ случаевъ эти пары насыщаютъ пространство. Съ этимъ обстоятельствомъ необходимо считаться при точныхъ изслѣдованіяхъ и вводить поправку на влажность или на основаніи спеціальныхъ таблицъ, или же при помощи насыщенія парами воды изслѣдуемыхъ газовъ передъ каждымъ измѣреніемъ. Последнее достигается чрезвычайно просто легкимъ смачиваніемъ стѣнокъ пробирки капелькой воды; такъ какъ объёмъ изслѣдуемыхъ газовъ не превосходитъ 1 с. с., то для его насыщенія достаточно самыхъ малыхъ количествъ воды. Переводя газъ послѣ поглощенія изъ пипетъ въ эту пробирку, мы такимъ образомъ передъ каждымъ

измѣреніемъ насыщаемъ его парами и измѣряемъ, слѣд., всегда въ насыщенномъ состояніи.

2. Дыханіе прорастающихъ сѣмянъ кресса при питаніи сахаромъ.

Первые опыты въ этомъ направленіи были произведены мною надъ сѣменами *кресса* (*Lepidium sativum*) по слѣдующимъ соображеніямъ: какъ извѣстно¹⁾, маслянистыя сѣмена при прорастаніи потребляютъ свои запасныя матерьялы, сравнительно мало содержащія кислорода, переводя ихъ предварительно въ углеводы, т. е. вещества весьма богатые кислородомъ. Въ результатѣ замѣчается въ такихъ сѣменахъ обильное поглощеніе кислорода, идущаго не только на образованіе CO_2 , но и на переводъ жировъ въ углеводы; вслѣдствіе этого изслѣдованіе общаго обмѣна газовъ при проростаніи такихъ сѣмянъ даетъ $\frac{CO_2}{O_2}$ значительно менѣе 1²⁾. Весьма интереснымъ представлялось мнѣ выяснитъ, измѣнится-ли, и какъ, газовый обмѣнъ прорастающихъ маслянистыхъ сѣмянъ, если необходимыя имъ углеводы будутъ даны въ готовомъ видѣ, въ формѣ напр. обыкновеннаго тростниковаго сахара. Съ этой цѣлью поставлены были слѣдующіе опыты:

Опытъ 4-й.

Въ два горизонтальныхъ прибора помѣщено по 1 грамму сѣмянъ кресса. Въ одномъ сѣмена смочены водой изъ водопровода, въ другомъ — той же водой, но съ прибавкой 5% сахара.

Изслѣдованіе газоваго обмѣна началось послѣ того, что все сѣмена проросли. Результаты опыта приведены въ таблицѣ № 5.

ТАБЛИЦА № 5.

Вода + 5% сахаръ.						Даты и продолжительность опытовъ.	В о д а.					
$\frac{CO_2}{O_2}$	Газовый обмѣнъ за 10 часовъ.		Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.				Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			Газовый обмѣнъ за 10 часовъ.		$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO_2	O_2	CO_2	O_2	N_2		CO_2	O_2	N_2	CO_2	O_2	
1,06	8,02	7,56	4,26	16,83	78,91	7—8/ix 13 часовъ.	3,23	15,63	81,14	5,87	10,70	0,55
1,60	17,20	10,74	3,83	18,18	77,99	9/ix 5 час. 30 мин.	1,56	18,80	79,64	6,59	9,67	0,68
1,29	24,83	19,23	3,06	18,37	78,57	10/ix 3 часа.	2,15	—	—	17,08	—	—
1,01	26,29	25,95	12,70	8,33	78,97	12—13/ix 12 часовъ.	5,12	14,42	80,46	10,28	13,80	0,74
	76,34					Итого				39,82		

1) См. наур.: Sachs. Ueber das Auftreten der Stärke bei der Keimung ölhaltiger Samen. Botan. Zeit. 1859.
Godlewski, E. Pringsheim's Jahrb. f. wissensch. Bot. Bd. XIII.

Leclerc du Sablon. Recherches sur la germination des graines oléagineuses. Revue génér. de Bot. T. VII. 1895.

2) Godlewski, l. c.

Опытъ 5-й.

Этотъ опытъ представляетъ повтореніе предъидущаго съ тою лишь разницей, что содержаніе сахара было уменьшено до 2%. Результаты приведены въ таблицѣ № 6.

Таблица № 6.

Въ 2% растворѣ сахара.						Даты и продолжительность опытовъ.	Въ водѣ.					
CO_2 O_2	Газовый обмѣнъ за 10 часовъ.		Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.				Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			Газовый обмѣнъ за 10 часовъ.		CO_2 O_2
	CO_2	O_2	CO_2	O_2	N_2		CO_2	O_2	N_2	CO_2	O_2	
1,21	2,28	1,89	1,9	19,23	78,85	19—20/ix 20 часовъ.	2,71	18,55	78,74	3,28	2,71	1,21
0,97	4,91	5,05	4,03	16,78	79,19	21—22/ix 20 »	2,11	17,60	80,29	2,48	4,33	0,57
0,96	7,78	8,13	5,40	15,31	79,29	22—23/ix 17 »	2,84	17,53	79,63	4,00	4,98	0,80
0,95	9,73	10,13	7,03	13,56	79,41	25—26/ix 18 »	2,24	16,97	80,79	2,91	5,81	0,50
	24,70					Итого				12,67		

Сопоставляя результаты этихъ опытовъ, мы видимъ рѣзкое различіе между дыханіемъ сѣмянъ получавшихъ сахаръ и довольствовавшихся лишь минеральными солями и водой.

Прежде всего рѣзко бросается въ глаза различіе въ энергіи дыханія: въ опытѣ 4-омъ общее количество выдѣленной за 10 часовъ CO_2 въ водѣ равно 39,82 с. с., а въ 5% сахарѣ—76,34 с. с.; въ опытѣ 5-омъ въ водѣ — 12,67 с. с., въ 2% сахарѣ 24,70. И въ томъ, и въ другомъ случаѣ энергія дыханія въ сахарѣ почти вдвое больше.

Рядомъ съ этимъ слѣдуетъ отмѣтить, что ростки кресса, получавшіе сахаръ, содержали обильныя количества крахмала, тогда какъ контрольные не имѣли его вовсе.

Обращаясь къ дыхательнымъ коэффициентамъ — $\frac{CO_2}{O_2}$, мы видимъ такъ же рѣзкое различіе между контрольными растеніями и питающимися сахаромъ: въ то время какъ значительно колеблющіяся величины $\frac{CO_2}{O_2}$ для проростковъ, развившихся въ водѣ, въ среднемъ значительно ниже 1 и равны въ 4-омъ и 5-омъ опытахъ 0,66 и 0,77, эти же отношенія для растеній питающихся сахаромъ равны 1,24 и 1,02, т. е. весьма близки къ тѣмъ коэффициентамъ, которыми характеризуется дыханіе мучнистыхъ сѣмянъ. Такимъ образомъ подвліяніемъ сахара происходитъ какъ бы превращеніе маслянистыхъ сѣмянъ кресса въ муч-

нистыя; наблюдаемыя при этомъ особенности дыханія допускаютъ предположеніе, что ввиду изобилія готовыхъ углеводовъ въ видѣ сахара, собственные жировые запасы сѣмени остаются безъ употребленія.

Такимъ образомъ по произволу удастся совершенно измѣнить не только энергію дыханія, но и его характеръ, свойственный определенному типу сѣмянъ, и при обыкновенныхъ условіяхъ крайнѣ рѣзко выраженный, какъ это показываютъ многочисленныя прежнія изслѣдованія ¹⁾. Наблюденные факты измѣненій $\frac{CO_2}{O_2}$ давно извѣстны для плѣсней и дрожжей (Дьяконовъ, Пуріевичъ, Ивановскій), которыя легко мѣняютъ это отношеніе подъ вліяніемъ рода пищи, но они въ значительной мѣрѣ являются неожиданностью именно для прорастающихъ сѣмянъ, которыя обладаютъ собственными и казалось бы наиболѣе приспособленными питательными матерьялами.

Разсмотрѣніе результатовъ вышеизложенныхъ опытовъ приводитъ еще къ одному важному выводу: для выдѣленія одного и того же количества CO_2 растенія, питающіяся сахаромъ, нуждаются въ значительно меньшихъ дозахъ кислорода, чѣмъ развивающіяся исключительно насчетъ собственныхъ запасовъ. Въ ниже-слѣдующей таблицѣ (№ 7) даны въ кубическихъ сантиметрахъ количества кислорода, поглощенные сѣменами въ опытахъ 4 и 5, и необходимыя для выдѣленія 100 с. с. CO_2 .

Таблица № 7.

Даты	Для выдѣленія 100 с. с. CO_2 поглощены слѣд. количества кислорода.							
	7—8/ix	9/ix	10/ix	12—13/ix	19—20/ix	21—22/ix	22—23/ix	25—26/ix
Въ сахарѣ	94,3	62,5	77,5	99	82,6	103	104	105
Въ водѣ	181,8	147	—	135	82,6	175	125	200

Приведенныя цифры нагляднѣйшимъ образомъ указываютъ, какъ рѣзко уменьшается потребность въ O при питаніи сахаромъ, веществомъ гораздо болѣе богатымъ кислородомъ, чѣмъ естественные запасы маслянистыхъ сѣмянъ.

Для большей убѣдительности вышеизложенныхъ выводовъ были произведены еще нѣкоторые опыты, изъ которыхъ упомяну о слѣдующихъ:

Опытъ 6-й.

9-го Авг. въ горизонтальный приборъ былъ введенъ 1 граммъ сѣмянъ кресса. Питательная жидкость состояла изъ Кноповскаго раствора 3,5‰ съ прибавкой сахара, такъ что растворъ содержалъ его въ себѣ 5‰. Каждый день изслѣдовалось дыханіе проростковъ. Результаты приведены въ нижеслѣдующей таблицѣ:

1) См. Godlewski, l. c., Bonnier et Mangin, Ann. d. Sc. natur. 1884.

Таблица № 8.

Даты и продолжительность опытовъ.	Кноповскій растворъ + 5 ⁰ / ₀ сахаръ.					
	Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			Газовый обмѣнъ за 10 часовъ.		$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO ₂	O ₂	N ₂	CO ₂	O ₂	
10/ви 6 часовъ.	0,51	20,38	79,11	1,71	1,76	0,95
11/ви 6 »	0,72	20,28	79,00	2,59	2,05	1,24
12/ви 6 »	2,04	18,90	79,06	8,09	7,87	1,03
13/ви 6 »	3,72	17,37	78,91	15,12	14,11	1,07

Опытъ 7-й.

Въ два горизонтальныхъ прибора введено по 2 gr. сѣмянъ кресса. Питательная жидкость въ первомъ состояла изъ 5⁰/₀ сахара въ дистиллированной водѣ, во второмъ изъ 5⁰/₀ сахара въ Кноповскомъ растворѣ 7⁰/₀₀. Табл. № 9 содержитъ результаты опыта.

Таблица № 9.

5 ⁰ / ₀ растворъ сахара.			Даты и продолжительность опытовъ.	Кноповскій растворъ + 5 ⁰ / ₀ сахаръ.								
$\frac{CO_2}{O_2}$	Газовый обмѣнъ за 10 часовъ.			Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			Газовый обмѣнъ на 10 часовъ.		$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO ₂	O ₂		CO ₂	O ₂	N ₂	CO ₂	O ₂	N ₂	CO ₂	O ₂	
0,97	2,43	2,50	1,56	19,31	79,13	15—16/ix 15 часовъ.	1,57	19,36	79,07	2,45	2,39	1,02
1,00	2,88	2,87	0,79	20,11	79,10	16/ix 6 часовъ.	1,15	19,57	79,28	4,37	5,30	0,82
0,92	6,89	7,50	5,92	14,57	79,51	17—18/ix 21 часовъ.	4,75	16,37	78,88	5,55	5,22	1,06
0,89	18,75	21,03	13,05	6,60	80,35	19—20/ix 17 часовъ.	11,53	9,09	79,38	16,75	17,27	0,97
0,85	24,22	28,65	15,03	3,71	81,26	20—21/ix 15 часовъ.	13,12	5,90	80,98	21,36	25,06	0,85
0,76	22,88	30,03	2,87	17,34	79,79	24/ix 3 часа.	2,44	18,03	79,53	19,40	23,93	0,81
1,06	35,42	33,33	4,34	16,76	78,90	26/ix 3 часа.	3,63	16,86	79,51	29,27	33,53	0,87

Разсмотрѣнiе цифръ этой таблицы ясно показываетъ, какъ постепенно падаетъ дыхательный коэффициентъ по мѣрѣ истощенiя питательнаго матерьяла. Крессъ развился чрез-

вычайно обильно и къ 24/ix потребилъ почти всю бывшую въ его распоряженіи жидкость, а слѣд. и сахаръ; соотвѣтственно этому мы видимъ равномерное пониженіе дыхательнаго коэффициента, который съ величины 1,00 и 1,06 упалъ до 0,76 и 0,81; 25/ix прибавлены были новыя порціи питательныхъ жидкостей; въ результатѣ на другой же день наблюдался значительный подъёмъ, какъ энергіи дыханія, такъ и величины дыхательныхъ коэффициентовъ (см. Табл. 9, 26/ix).

Резюмируя результаты вышеизложенныхъ опытовъ мы приходимъ къ слѣдующимъ заключеніямъ:

Проростки кресса, получающіе сахаръ: 1) дышутъ гораздо энергичнѣе, чѣмъ пророщенные въ водѣ.

2) Образуютъ въ темнотѣ большія количества крахмала.

3) Характеризуются дыхательнымъ коэффициентомъ близкимъ къ 1 и выше.

4) Потребляютъ относительно меньшія количества O , чѣмъ проращиваемыя въ водѣ.

3. Дыханіе прорастающихъ сѣмянъ *Lupinus luteus* при питаніи сахаромъ.

Вслѣдъ за изученіемъ явленій прорастанія кресса въ сахарѣ, я приступилъ къ изслѣдованію тѣхъ процессовъ, которые имѣютъ мѣсто при развитіи ростковъ *Lupinus luteus*, получающихъ въ качествѣ питательнаго матерьяла тоже растворъ сахара. Хотя сѣмена люпиновъ, какъ и сѣмена кресса, часть запасныхъ веществъ имѣютъ въ видѣ масла, но рядомъ съ этимъ они богаты и бѣлковыми веществами, которыя претерпѣваютъ при развитіи ростка сложныя превращенія. Поэтому представлялось особенно интереснымъ изучить совмѣстное воздѣйствіе на дыханіе всѣхъ этихъ веществъ въ комбинаціи со значительными количествами доставляемаго извнѣ сахара.

Опытъ 8-й.

Въ 2 горизонтальныхъ прибора 13/xi введено по 30 шт. сѣмянъ *Lupinus luteus*. Въ одномъ приборѣ сѣмена получили 5% растворъ сахара въ Кноповскомъ растворѣ, въ другомъ же только Кноповскій растворъ минеральныхъ солей. Сѣмена выказали первые признаки прорастанія 16/xi, когда и былъ поставленъ первый опытъ для изслѣдованія дыханія; при этомъ оказалось, что сѣмена въ Кноповскомъ растворѣ нѣсколько опередили въ прорастаніи тѣ, которыя получали сахаръ; это отразилось и на дыханіи; а именно: неоднократно указывалось, что въ первые моменты прорастанія многихъ сѣмянъ сперва замѣчается поглощеніе кислорода, а затѣмъ только уже обнаруживается выдѣленіе CO_2 . Въ данномъ случаѣ я наблюдалъ подобное же явленіе (см. также и слѣд. опыты): едва прорастающія сѣмена *Lupinus*'а въ сахарѣ обнаружили только поглощеніе O , въ то время какъ въ Кноповскомъ растворѣ началось уже и выдѣленіе CO_2 , хотя въ количествахъ весьма еще не большихъ, вслѣдствіе чего коэффициентъ $\frac{CO_2}{O_2}$ имѣетъ величину сравнительно очень малую—0,52. Однако на другой же день картина дыханія рѣзко измѣнилась: въ минеральныхъ соляхъ количества CO_2 и поглощеннаго O продолжали увеличиваться, въ общемъ съ повыше-

ниемъ $\frac{CO_2}{O_2}$; въ сахарѣ же обнаружилось чрезвычайно энергичное выдѣленіе CO_2 , при маломъ сравнительно поглощеніи O_2 , что повлекло за собой повышеніе $\frac{CO_2}{O_2}$ до 3,54. Къ 20/xi ростки въ Кноповскомъ растворѣ уже порядочно вытянулись, въ сахарѣ же ростъ шелъ еще слабо; 23/xi ростъ пошелъ успѣшнее и въ сахарѣ. Какъ измѣнялись при этомъ явленія дыханія видно изъ таблицы № 10.

Таблица № 10.

5% растворъ сахара.						Даты и продолжительность опытовъ.	Кноповскій растворъ.					
$\frac{CO_2}{O_2}$	Газовый обмѣнъ за 10 часовъ.		Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.				Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			Газовый обмѣнъ за 10 часовъ.		$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO_2	O_2	CO_2	O_2	N_2		CO_2	O_2	N_2	CO_2	O_2	
—	0	6,3	0,1	20,00	79,90	16/xi 4 часа.	0,72	19,73	79,55	3,85	7,50	0,52
3,54	13,12	3,71	3,18	19,47	77,35	17/xi 6 часовъ.	3,08	18,16	78,76	12,47	10,68	1,17
1,68	16,96	10,12	15,38	10,40	74,22	24 часа 20/xi 4 часа.	1,84	17,57	80,59	10,67	22,20	0,48
1,00	20,61	20,48	4,22	16,70	79,08	23/xi 5 часовъ.	1,64	18,44	79,92	7,62	12,75	0,60

Опытъ 9-й.

Этотъ опытъ представляетъ полное повтореніе предъидущаго. Сѣмена *Lupinus* овъ помѣщены въ аппаратъ 27/xi, а первые корешки показали лишь 1/xii. Результаты газовыхъ анализовъ приведены въ Табл. № 11.

Таблица № 11.

5% растворъ сахара.						Даты и продолжительность опытовъ.	Кноповскій растворъ.					
$\frac{CO_2}{O_2}$	Газовый обмѣнъ за 10 часовъ.		Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.				Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			Газовый обмѣнъ за 10 часовъ.		$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO_2	O_2	CO_2	O_2	N_2		CO_2	O_2	N_2	CO_2	O_2	
—	—	—	0,15	20,72	79,13	28/xi 5 часовъ.	0,00	20,78	79,22	—	—	—
—	—	—	0,05	20,21	79,74	30/xi 5 »	0,20	20,39	79,41	—	—	—
1,75	5,10	1,19	1,27	20,03	78,70	1/xii 14 »	1,21	19,59	79,20	1,98	2,20	0,89
1,35	5,28	3,92	4,07	17,64	78,29	1—2/xii 19 часовъ.	2,22	18,28	79,50	2,78	3,44	0,81
1,11	14,15	12,73	7,96	13,56	78,48	3—4/xii 14 »	4,11	15,76	80,13	7,07	9,36	0,76
1,13	18,46	16,40	15,34	6,90	77,76	4—5/xii 21 часъ.	9,95	9,52	80,53	11,52	13,63	0,84

Опытъ 10-й.

Повтореніе предшествующаго. Въ ходѣ этого опыта слѣдуетъ отмѣтить одну особенность: сѣмена *Lupinus luteus* прорастали вообще довольно туго; въ этомъ же опытѣ попалась партія, прораставшая особенно медленно, такъ что проростки показались явно лишь черезъ 7 дней послѣ начала опыта, т. е. къ концу изслѣдованій надъ дыханіемъ. Такимъ образомъ ниже приведенная таблица даетъ указаніе на ходъ дыханія отъ начала прорастанія до появленія ростковъ (самые первые моменты прорастанія съ поглощеніемъ O въ этомъ опытѣ были пропущены).

Таблица № 12.

5% растворъ сахара.						Даты и продолжительность опытовъ.	Кноповскій растворъ.					
$\frac{CO_2}{O_2}$	Газовый обмѣнъ за 10 часовъ.		Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.				Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			Газовый обмѣнъ за 10 часовъ.		$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO_2	O_2	CO_2	O_2	N_2		CO_2	C_2	N_2	CO_2	O_2	
2,95	1,37	0,47	1,19	20,28	78,53	9--10/xii 20 часовъ.	0,93	19,97	79,10	1,04	1,04	1,00
2,63	1,59	0,60	1,36	20,16	78,48	10--11/xii 20 »	1,43	19,63	78,94	1,67	1,41	1,18
2,24	2,35	1,04	1,96	19,76	78,28	11--12/xii 20 »	2,59	18,29	79,12	3,11	3,14	0,99
1,43	4,84	3,41	3,93	17,87	78,20	12--13/xii 20 »	3,79	17,09	79,12	4,61	4,64	0,99
1,05	9,02	8,62	7,29	13,86	78,85	13--14/xii 20 »	5,77	14,71	79,52	7,05	7,71	0,91

Опытъ 11-й.

Повтореніе предшествующихъ опытовъ. Изслѣдованія надъ дыханіемъ начаты 11/iv, т. е. черезъ 4 дня послѣ начала опыта, когда въ минеральныхъ соляхъ большинство сѣмянъ явно проросло, въ сахарѣ же корешки, и то не всѣ, едва начинаютъ выступать. До 20/iv въ сахарѣ ростъ шелъ очень медленно, чѣмъ и объясняется сравнительно слабая энергія дыханія; но затѣмъ ростъ пошелъ настолько хорошо, что къ концу опыта ростки, выращенные въ сахарѣ, были гораздо лучше выросшихъ въ минеральныхъ соляхъ, что соотвѣтственнымъ образомъ отозвалось и на энергіи дыханія, какъ это видно изъ нижеслѣдующей таблицы.

ТАБЛИЦА № 13.

Въ 5% растворѣ сахара.						Даты и продолжительность опытовъ.	Въ кноповскомъ растворѣ.					
$\frac{CO_2}{O_2}$	Газовый обмѣнъ за 10 часовъ.		Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.				Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			Газовый обмѣнъ за 10 часовъ.		$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO_2	O_2	CO_2	O_2	N_2		CO_2	O_2	N_2	CO_2	O_2	
2,43	0,78	0,32	0,85	20,40	78,75	11—12/iv 24 часа.	2,02	18,60	79,38	1,99	2,36	0,84
1,25	0,90	0,72	0,96	20,08	78,96	12—13/iv 24 »	2,55	17,60	79,85	2,53	3,51	0,72
1,00	1,40	1,39	1,56	19,35	79,09	14—15/iv 26 часовъ.	3,21	16,58	80,21	2,95	4,28	0,69
1,00	1,79	1,79	1,82	19,08	79,10	16—17/iv 24 »	—	—	—	—	—	—
0,92	1,84	2,00	1,87	18,91	79,22	19—20/iv 24 »	2,43	17,62	79,95	2,40	3,51	0,68
0,98	2,11	2,15	4,16	16,67	79,17	22—24/iv 48 часовъ.	3,67	15,89	80,44	1,83	2,69	0,68
0,77	2,96	3,84	2,64	17,67	79,69	27—28/iv 24 часа.	1,79	18,47	79,74	1,75	2,58	0,68

Сопоставляя полученные результаты мы приходимъ къ слѣдующимъ выводамъ:

1. Газовый обмѣнъ у прорастающихъ сѣмянъ *Lupinus luteus* начинается съ предварительнаго поглощенія кислорода. Этотъ процессъ, насколько удалось наблюдать, совпадаетъ съ началомъ періода разбуханія сѣмянъ; какъ только прорастаніе обнаружится болѣе замѣтнымъ образомъ, такъ сейчасъ же начинается выдѣленіе CO_2 . Поэтому не всегда и удается уловить этотъ первый моментъ; такъ, въ опытахъ 10 и 11 изслѣдованіе дыханія началось, когда всѣ сѣмена уже разбухли, а потому первые же анализы обнаружили выдѣленіе CO_2 . Это предварительное поглощеніе O обуславливаетъ въ общемъ сильное пониженіе $\frac{CO_2}{O_2}$ въ первые моменты прорастанія.

Не имѣя въ виду изучать подробностей дыханія сѣмянъ *Lupinus luteus* при прорастаніи, я не изслѣдовалъ ближе причину указаннаго явленія. Поэтому я и не рѣшаюсь утверждать, зависитъ ли это явленіе отъ того, что прорастающія сѣмена способны чисто физическимъ процессомъ поглощать и задерживать въ себѣ углекислоту въ теченіе нѣкотораго времени, какъ это показалъ для нѣкоторыхъ сѣмянъ Бородинъ¹⁾, или же оттого, что въ первое время здѣсь дѣйствительно поглощается кислородъ безъ образованія углекислоты. Въ пользу дѣйствительности поглощенія кислорода безъ выдѣленія CO_2 , говоритъ между

1) Borodin, I. Sur la respiration des plantes pendant leur germination. Actes du Congrès Bot. Intern. de Florence 1875.

Borodin, I. Untersuchungen über die Pflanzenathmung. Mémoires de l'Acad. Imp. d. Sc. de St.-Petersb. VII série. T. XXVIII.

прочимъ слѣдующее обстоятельство. Когда берется изъ прибора порція газа, то предварительно производится при помощи прибора Bonnier et Mangin, такъ наз. brassage, т. е. многократно повторенное извлеченіе воздуха изъ прибора и обратное возвращеніе его въ приборъ; слѣдовательно въ приборѣ передъ извлеченіемъ газа разъ 10 производится значительное разрѣженіе воздуха, что конечно должно было бы способствовать выдѣленію CO_2 изъ сѣмянъ, если бы она была поглощена только механически. Между тѣмъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ, не смотря на brassage, CO_2 не выдѣлялась вовсе.

2. Вслѣдъ за первой стадіей наступаетъ вторая, характеризующаяся выдѣленіемъ CO_2 и поглощеніемъ O . Процессы эти идутъ однако весьма различно въ сахарѣ и въ минеральныхъ растворахъ, что обнаруживается при разсмотрѣніи дыхательныхъ коэффициентовъ $\frac{CO_2}{O_2}$ въ томъ и другомъ случаяхъ.

Въ Кюповскомъ растворѣ, послѣ чрезвычайно низкихъ коэффициентовъ первой стадіи, происходитъ временное повышеніе коэффициентовъ до 1 и даже иногда нѣсколько выше: 1, 17—1, 18.

Вслѣдъ за тѣмъ, по мѣрѣ развитія ростка, $\frac{CO_2}{O_2}$ начинаетъ по немногу падать. Если въ опытѣ 10 мы находимъ все время довольно высокіе коэффициенты, то это служитъ лучшимъ подтвержденіемъ высказанной мысли, такъ какъ, обращаясь къ ходу опыта, мы увидимъ, что проростки показались лишь къ концу опыта, когда $\frac{CO_2}{O_2}$ дѣйствительно и начало понижаться. По мѣрѣ того какъ ростки развиваются, дыхательный коэффициентъ опускается и затѣмъ въ среднемъ нѣсколько колеблется въ предѣлахъ 0,60—0,80. Колебанія эти довольно значительны потому главнымъ образомъ, что прорастаютъ не всѣ сѣмена одновременно, вслѣдствіе чего результаты изслѣдованій нѣсколько маскируются. Еслибы дѣло шло объ детальномъ изслѣдованіи дыханія сѣмянъ Lurinus'a, то конечно слѣдовало бы принять во избѣжаніе этого неудобства соотвѣтственныя мѣры; въ нашихъ однако изслѣдованіяхъ это обстоятельство не существенно, т. к. важно лишь одно,—а именно, чтобы изслѣдуемая культура были во всемъ одинаковы, кромѣ одного условія,—присутствія или отсутствія сахара. А въ этомъ послѣднемъ случаѣ мы видимъ различіе настолько рѣзкое, что всѣ частныя отклоненія отъ одновременнаго прорастанія совершенно сглаживаются: дыхательные коэффициенты ростковъ, питающихся сахаромъ, при вступленіи во вторую фазу прорастанія доходятъ до 2 и даже выше—до 3,54, т. е. получаютъ коэффициенты настолько высокіе, что они напоминаютъ скорѣе бродильные коэффициенты и совсѣмъ не сходны съ коэффициентами нормально прорастающихъ сѣмянъ. Въ тоже самое время ихъ никоимъ образомъ нельзя объяснить наступленіемъ интрамолекулярнаго дыханія, такъ какъ разсмотрѣніе данныхъ анализовъ газовъ показываетъ, что составъ ихъ въ приборахъ, гдѣ проращивались въ сахарѣ сѣмена, сравнительно мало отличался отъ атмосфернаго воздуха по содержанію кислорода; такъ, коэффициенту 3,54 соотвѣтствуетъ 19,47% свободнаго кислорода, коэффициенту 1,75—20,03%, коэффициенту 2,95—20,28% и т. п. Очевидно, что мы имѣемъ здѣсь дѣло съ явленіемъ, ничего общаго съ интрамолекулярнымъ дыханіемъ не имѣю-

щимъ. Godlewski ¹⁾ въ своихъ изслѣдованіяхъ надъ дыханіемъ сѣмянъ тоже нѣсколько разъ получалъ высокіе коэффициенты — около 2 (см. опыты V и XIV). Эти коэффициенты, столь несогласные съ остальными его результатами, онъ съ видимой натяжкой старается объяснить наступленіемъ интрамолекулярнаго дыханія, предполагая безъ достаточныхъ оснований, что «если разбуханіе сѣмянъ происходило подъ водою, т. е. безъ доступа воздуха, то даже и послѣ того, что сѣмена вынуты изъ воды и предоставлены свободному дѣйствію воздуха или даже чистаго кислорода, дыхательный коэффициентъ всетаки въ теченіи нѣкотораго времени (2 дней!) будетъ выше 1, т. е. мы имѣемъ здѣсь дѣло съ интрамолекулярнымъ дыханіемъ».

Возвращаясь къ своимъ опытамъ, я могу съ полной увѣренностью отрицать примѣнимость къ нимъ гипотезы Годлевскаго по слѣдующимъ причинамъ: во 1-ыхъ, — сѣмена мною употребляемыя никогда не размачивались подъ водою, а всегда сразу вводились въ приборъ для изслѣдованія и смачивались на столько, чтобы жидкость покрывала ихъ только до половины. Во 2-ыхъ, — еслибы причина высокихъ коэффициентовъ заключалась въ наступленіи интрамолекулярнаго дыханія, то оно имѣло бы мѣсто во всѣхъ изслѣдованныхъ случаяхъ, т. е. и въ сахарѣ, и въ Кноповскомъ растворѣ, а между тѣмъ рѣзкая разница въ дыхательныхъ коэффициентахъ обнаруживается только въ зависимости отъ присутствія или отсутствія при прорастаніи сахара.

Возможно еще одно объясненіе высокихъ дыхательныхъ коэффициентовъ, подобное тому, которое когда то было дано Ришави извѣстнымъ опытамъ Бородина надъ дыханіемъ, а именно, можно предположить, что CO_2 , не выдѣлявшаяся, какъ мы видѣли, въ первые моменты прорастанія, во второй періодъ выдѣлилась сразу и такимъ образомъ увеличила общія количества выдѣленной CO_2 на столько, что получился дыхательный коэффициентъ > 1 .

Едвали однако это объясненіе можетъ выдержать строгую критику; прежде всего можно сослаться по этому поводу на указанія Бородина, — описывая свои опыты съ поглощеніемъ сѣменами CO_2 и обратной ея диффузіей, Бородинъ ²⁾ утверждаетъ слѣдующее: «эти же опыты однако показали мнѣ, какъ быстро выдѣляется обратно въ чистомъ воздухѣ эта физически поглощенная углекислота. Упомянутое увеличеніе объема наблюдается только въ теченіе перваго часа, а большею частью даже получаса послѣ обновленія воздуха» (р. 33).

Въ моихъ же изслѣдованіяхъ между каждыми двумя опытами въ теченіе нѣсколькихъ часовъ (до 20 ч. и болѣе) черезъ сѣмена пропускалась струя чистаго воздуха, которая конечно унесла бы всѣ слѣды такой механически поглощенной углекислоты. А сверхъ того, и въ этомъ случаѣ явленіе накопленія углекислоты имѣло бы мѣсто одинаково и въ сахарѣ, и въ Кноповскомъ растворѣ, чего на самомъ дѣлѣ не замѣчается.

1) Godlewski, E. Jahrb. f. wissensch. Bot. Bd. XIII. | athmung. Mém. de l'Acad. de St. Pétersbourg. VII série
2) Borodin, I. Untersuchungen über die Pflanzen- | Т. XXVIII.

Итакъ, принимая въ соображеніе все сказанное, приходится признать за фактъ, что при прорастаніи сѣмянъ *Lupinus luteus* въ растворахъ сахара дыхательный коэффициентъ сильно повышается и достигаетъ размѣровъ значительно большихъ 1. А такъ какъ эти высокіе коэффициенты не могутъ быть объяснены ни наступленіемъ интрамолекулярнаго дыханія, ни усиленнымъ выдѣленіемъ механически задержанной углекислоты, то остается предположить, что эти высокіе коэффициенты обусловлены какими то новыми превращеніями веществъ, вызванными комбинаціей обычныхъ процессовъ, происходящихъ при прорастаніи сѣмянъ *Lupinus luteus*, съ тѣми, которые возникли вновь вслѣдствіе введенія въ обиходъ живыхъ тканей сѣмени сахара.

Появленіе такихъ высокіхъ коэффициентовъ независимо отъ интрамолекулярнаго дыханія, а въ силу особыхъ условій внутренняго обмѣна веществъ, не должно удивлять насъ. Давно уже Godlewski¹⁾ показалъ, что при созрѣваніи плодовъ съ маслянистыми сѣменами, благодаря особому ходу процессовъ превращенія веществъ, дыхательный коэффициентъ > 1 , несмотря на самый полный доступъ къ соотвѣтственнымъ частямъ растенія кислорода. Сюда же относятся опыты Gerber²⁾, который наблюдалъ такія явленія: яблоко при полномъ доступѣ кислорода давало дыхательный коэффициентъ $\frac{CO_2}{O_2} = 1,14; 1,37; 1,60; 1,47$; а послѣ разрѣзыванія того же яблока, т. е. при усиленіи доступа кислорода, дыхательный коэффициентъ сразу поднялся до 2,45, что совершенно правильно повидимому объясняется усиленнымъ распаденіемъ кислотъ при увеличенномъ доступѣ кислорода.

Такіе высокіе коэффициенты у *Lupinus luteus* держатся однако только до тѣхъ поръ, пока не покажутся ростки; какъ только корешки пробьютъ кожуру, такъ эти коэффициенты начинаютъ падать и доходятъ до 1 и ниже. Для повѣрки этихъ наблюденій былъ поставленъ спеціальныи опытъ, который состоялъ въ слѣдующемъ:

Опытъ 12-ый.

Въ большой кристаллизаціонной чашкѣ, тщательно простерилизованной въ автоклавѣ, были пророщены стерилизованныя бромомъ сѣмена *Lupinus luteus*; изъ числа давшихъ явные ростки сѣмянъ, было отобрано по 10 штукъ и помѣщено въ два прибора для изслѣдованія дыханія, причемъ одни получили 5% растворъ сахара въ Кноповскомъ растворѣ, другіе же одинъ Кноповскій растворъ. Въ таблицѣ 14 приведены результаты опыта:

1) Godlewski, E. L. c.

2) Gerber, C. Annales d. Sc. natur. 8 Série T. IV. 1896.

Таблица № 14.

Кноповск. раств. + 5% раств. сахара.						Даты и продолжительность опытовъ.	Кноповскій растворъ					
$\frac{CO_2}{O_2}$	Газовый обмѣнъ за 10 часовъ.		Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.				Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			Газовый обмѣнъ за 10 часовъ.		$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO_2	O_2	CO_2	O_2	N_2		CO_2	O_2	N_2	CO_2	O_2	
0,79	3,27	4,11	2,73	17,63	79,64	1— 2/vi 20 час.	2,16	18,03	80,81	2,52	3,94	0,64
0,81	4,07	5,02	3,38	16,91	79,71	9—10/vi 20 »	2,27	17,97	79,76	2,60	3,72	0,72
0,76	4,61	6,04	3,83	16,15	80,02	12—13/vi 20 »	2,20	18,07	79,73	2,60	3,59	0,72

Изъ разсмотрѣнія приведенныхъ чиселъ ясно, что послѣ прорастанія сѣмянъ *Lupinus* а $\frac{CO_2}{O_2}$ значительно падаетъ и въ сахарѣ, оставаясь однако выше чѣмъ въ растворѣ минеральныхъ солей.

3. Повышеніе дыхательнаго коэффициента въ сахарѣ и здѣсь, какъ въ опытахъ съ крессомъ, обусловлено главнымъ образомъ уменьшеніемъ потребности въ кислородѣ при питаніи сахаромъ. Это станетъ вполне очевиднымъ, если мы на основаніи таблицъ 10, 11 и 12 сопоставимъ количества кислорода, поглощеніе которыхъ сопровождается выдѣленіемъ 100 сс. CO_2 въ случаѣ питанія сахаромъ или одними минеральными солями.

Таблица № 15.

Д а т ы:	17/xi	20/xi	23/xi	1/xii	2/xii	3/xii	4/xii	9/xii	10/xii	11/xii	12/xii	13/xii
Въ сахарѣ	28,2	59,5	100	57	74	90	88,5	34	38	44,6	70,4	95
Въ Кноповскомъ растворѣ . . .	85,5	208	166	112	123	132	119	100	85	101	101	109

4. Въ общемъ, энергія газоваго обмѣна при питаніи сахаромъ возрастаетъ, такъ что общія количества CO_2 , выдѣленные ростками, получающими сахаръ, значительно превосходятъ количества CO_2 , выдѣленные ростками въ минеральныхъ соляхъ.

Итакъ прорастаніе *Lupinus* овъ въ сахарѣ сопровождается по существу тѣми же характерными явленіями, которыя наблюдались и при прорастаніи въ сахарѣ кресса, съ тѣмъ однако различіемъ, что здѣсь $\frac{CO_2}{O_2}$ возрастаютъ до размѣровъ чрезвычайно высокыхъ.

Резюмируя кратко полученные результаты, мы придемъ къ слѣдующимъ положеніямъ:

1. Въ сахарномъ растворѣ сѣмена лупиновъ въ первое время прорастанія обнаруживаютъ высокіе дыхательные коэффициенты, доходящіе до величины 3,54.

2. По мѣрѣ прорастанія и роста молодыхъ ростковъ дыхательные коэффициенты постепенно понижаются и становятся ниже 1.

3. Повышеніе дыхательныхъ коэффициентовъ обусловлено главнымъ образомъ уменьшеніемъ потребности въ кислородѣ при питаніи сахаромъ.

4. Энергія дыханія при питаніи сахаромъ повышается.

4. Дыханіе прорастающихъ сѣмянъ кукурузы, пшеницы и гороха.

Въ выше описанныхъ опытахъ наиболѣе интереснымъ является тотъ фактъ, что прорастающія сѣмена *Lupinus* въ присутствіи сахара даютъ столь высокіе коэффициенты, какъ 1,75; 2,42; 2,95; 3,54 и т. д., между тѣмъ какъ не получившія сахара даютъ коэффициенты гораздо болѣе низкіе. Это явленіе, сколько мнѣ извѣстно, еще не было наблюдаемо и заслуживаетъ особаго вниманія. Единственное различіе между двумя рядами опытовъ, давшихъ столь различные дыхательные коэффициенты, состояло въ присутствіи или отсутствіи сахара и только; слѣдовательно именно въ этомъ обстоятельствѣ и слѣдуетъ искать причину различія въ газовомъ обмѣнѣ въ томъ и другомъ случаяхъ. Имѣя въ виду это обстоятельство, естественно возникаетъ вопросъ, — а каковы окажутся дыхательные коэффициенты у такихъ сѣмянъ, которыя въ своихъ вмѣстилищахъ запасныхъ веществъ имѣютъ значительныя количества углеводовъ, превращающихся во время прорастанія въ сахаръ. Здѣсь мы должны ожидать высокія значенія для $\frac{CO_2}{O_2}$ даже и помимо искусственнаго введенія сахара, по крайней мѣрѣ въ такія фазы прорастанія, когда ростки только еще начинаютъ пробуждаться при разбуханіи сѣмени.

Для провѣрки подобнаго предположенія обычнымъ образомъ сдѣланы были опыты надъ кукурузой, горохомъ и пшеницей, сѣмена которыхъ содержатъ большія количества углеводовъ, дающихъ при прорастаніи сахаристыя вещества.

Опытъ 13-й.

Въ два горизонтальныхъ прибора помѣщено по 20 штукъ кукурузныхъ зерновокъ. Одинъ приборъ заключалъ Кноповскій растворъ 3,5‰, другой — тотъ же растворъ + 5‰ сахара. Въ обоихъ приборахъ прорастаніе происходило довольно медленно, — корешки начали пробиваться только черезъ 3 дня. Результаты газового анализа приведены въ ниже слѣдующей таблицѣ:

ТАБЛИЦА № 16.

5% сахаръ + Кноровскій растворъ.				Даты и продолжительность опытовъ.	Кноровскій растворъ.			
$\frac{CO_2}{O_2}$	Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.				Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO_2	O_2	N_2		CO_2	O_2	N_2	
3,37	0,74	20,52	78,74	19/x 6 час.	0,80	20,50	78,70	3,50
1,69	0,37	20,62	79,01	21/x 6 »	0,45	20,35	79,20	0,94
0,97	0,83	20,06	79,11	24/x 6 »	0,67	19,94	79,39	0,61

Опытъ 14-й.

Въ два горизонтальныхъ прибора введено по 20 шт. гороха. Въ одномъ сосудѣ былъ Кноровскій растворъ, въ другомъ — тотъ же растворъ + 5% сахара. Результаты выразились въ слѣдующемъ:

ТАБЛИЦА № 17.

5% сахаръ + Кноровскій растворъ.				Даты и продолжительность опытовъ.	Кноровскій растворъ.			
$\frac{CO_2}{O_2}$	Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.				Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO_2	O_2	N_2		CO_2	O_2	N_2	
5,00	4,45	19,21	76,34	1—2/xI 20 час.	2,57	19,26	78,17	1,80
5,83	5,50	18,95	75,55	2—3/xI 20 »	3,26	18,13	78,61	1,24
2,58	4,54	18,52	76,94	3—4/xI 20 »	4,05	16,41	79,54	0,88

Опытъ 15-й.

Въ два горизонтальныхъ сосуда помещено по 20 шт. сѣмянъ гороха. Смачивались сѣмена Невской водой. Результаты выражены въ нижеслѣдующей таблицѣ:

ТАБЛИЦА № 18.

Сѣмена гороха въ водѣ.				Даты и продолжительность опытовъ.	Сѣмена гороха въ водѣ.			
$\frac{CO_2}{O_2}$	Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.				Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO_2	O_2	N_2		CO_2	O_2	N_2	
2,34	0,99	20,32	78,69	30/ix 3 часа.	2,35	20,04	77,61	0,08
1,09	2,11	18,91	78,98	3/x 4 »	2,17	18,53	79,30	0,89
0,94	1,15	19,70	79,15	4/x 4 »	2,34	18,78	78,98	1,08
0,91	1,47	19,33	79,20	5/x 4 »	2,92	18,16	78,92	1,08
1,02	1,48	19,45	79,07	7/x 4 »	2,39	18,44	79,17	0,96

Опытъ 16-й.

Въ Кноповскомъ растворѣ пророщено 3 гр. пшеницы. Дыханіе выразилось въ слѣдующемъ:

ТАБЛИЦА № 19.

Даты и продолжительность опытовъ.	Пшеница въ Кноповскомъ растворѣ.			
	Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO_2	O_2	N_2	
2—3/xii 23 часа.	1,58	19,76	78,66	1,59
4—5/xii 23 »	3,66	17,50	78,84	1,10

Во всѣхъ приведенныхъ случаяхъ наблюдаются явленія сходныя съ тѣми, которыя намъ удалось обнаружить при изученіи дыханія прорастающихъ въ сахарѣ сѣмянъ *Lupinus luteus*:

1. Въ первое время прорастанія и въ сахарѣ, и въ Кноповскомъ растворѣ $\frac{CO_2}{O_2}$ значительно превышаетъ 1, колеблясь въ довольно широкихъ предѣлахъ.

2. По мѣрѣ хода прорастанія и усиленія энергіи роста молодыхъ побѣговъ $\frac{CO_2}{O_2}$ постепенно падаетъ, доходя до 1 и опускаясь со временемъ еще ниже.

Въ сахарѣ впрочемъ это паденіе идетъ нѣсколько медленнѣе.

Можетъ показаться страннымъ, что до сихъ поръ эти высокіе коэффициенты не были констатированы предшествующими изслѣдователями. Но въ томъ то и дѣло, что съ одной стороны, специально $\frac{CO_2}{O_2}$ у прорастающихъ сѣмянъ изслѣдовали весьма немногія лица (Годлевскій, Bonnier et Mangin, Rauchon, Stich), а во вторыхъ, кромѣ Годлевскаго никто не изслѣдовалъ одни и тѣже сѣмена съ самаго начала ихъ прорастанія. Да и Годлевскій часто пропускалъ самыя первыя стадіи развитія сѣмянъ; тѣмъ не менѣе онъ одинъ только и подмѣтилъ, что у нѣкоторыхъ сѣмянъ появляются высокіе коэффициенты въ началѣ прорастанія; но, какъ мы видѣли выше, онъ объяснялъ ихъ наступленіемъ интрамолекулярнаго дыханія.

Здѣсь же умѣстно указать, что многіе изъ полученныхъ мною результатовъ для дыханія сѣмянъ въ обыкновенныхъ условіяхъ, т. е. въ Кюновскомъ растворѣ или просто въ водѣ, значительно отличаются въ числовомъ отношеніи отъ данныхъ Bonnier et Mangin¹⁾, приближаясь въ тоже время къ числамъ Годлевскаго²⁾. Прежде всего въ опытахъ Bonnier et Mangin поражаютъ чрезвычайно низкіе дыхательные коэффициенты, которые приписываются ими маслянистымъ сѣменамъ: такъ для кресса мы постоянно видимъ коэффициенты 0,35, 0,36, 0,40 и т. д. (стр. 319, 320); въ этомъ же родѣ даются коэффициенты для льна и *Lupinus luteus*, не только въ самыя первыя фазы прорастанія, что было бы вполне возможно, но даже и при наличности корешковъ отъ 0,5 до 2 сант. длиной. Въ этомъ отношеніи опыты Bonnier et Mangin сильно расходятся и съ опытами Годлевскаго, и съ моими.

По всей вѣроятности это разногласіе объясняется тѣмъ, что прорастающія сѣмена изслѣдовались авторами въ условіяхъ довольно ненормальныхъ, такъ какъ они прикрѣплялись къ деревяннымъ пластинкамъ или гипсовымъ цилиндрамъ и изслѣдовались во влажной атмосферѣ, причемъ изъ описанія опытовъ не видно, насколько хорошо себя чувствовали и росли при этомъ молодые проростки.

Наше предположеніе объ источникѣ ошибокъ еще болѣе подтверждается тѣмъ, что въ опытахъ тѣхъ же авторовъ, гдѣ растенія выращивались въ пескѣ, и слѣдовательно находились въ условіяхъ почти нормальныхъ, коэффициенты оказались уже другими: такъ *Lupinus luteus* даетъ $\frac{CO_2}{O_2} = 0,70, 0,72$, а крессъ — 0,82 и 0,87, т. е. цифры весьма близкія въ общемъ къ моимъ.

Есть еще очень важный источникъ ошибокъ въ изслѣдованіяхъ Bonnier et Mangin, объясняющій разногласіе ихъ и съ Годлевскимъ, и со мной: и въ опытахъ Годлевскаго, и въ моихъ—сѣмена оставались всегда спокойно въ томъ самомъ аппаратѣ, гдѣ велось изслѣдованіе дыханія; такимъ образомъ получалась возможность не тревожа ростковъ слѣдить за ихъ дыханіемъ шагъ за шагомъ. Въ опытахъ же Bonnier et Mangin сѣмена, прора-

1) Bonnier et Mangin. Ann. d. sc. natur. VI série T. XVIII 1884.

2) Godlewski, E. L. c.

ставшія въ однихъ условіяхъ, сразу переносились въ аппаратъ для изслѣдованія дыханія, т. е. въ новыя условія, причемъ нѣжные, этиолированные ростки могли даже нѣсколько подсыхать въ очень ненормальныхъ условіяхъ опытовъ, а мы знаемъ, что подсыханіе растительныхъ органовъ очень отзывается на дыханіи и притомъ повидимому именно въ смыслѣ уменьшенія отношенія $\frac{CO_2}{O_2}$.

Такъ, Detmer ¹⁾ утверждаетъ, что подсыхающіе при обыкновенной температурѣ ростки выдѣляютъ менѣе углекислоты, чѣмъ въ свѣжемъ состояніи. Aubert ²⁾, изслѣдуя дыханіе сочныхъ растений въ зависимости отъ степени содержанія въ нихъ воды, нашелъ, что $\frac{CO_2}{O_2}$ у растений вполне свѣжихъ выше, чѣмъ у подвядающихъ. Конечно, нельзя пока распространять эти наблюденія на всѣ растения, но слѣдуетъ имѣть ихъ въ виду. Сюда же надо отнести и изслѣдованія Lund'a ³⁾, который показалъ, что подсушиваніе картофельныхъ клубней отзывается не только на энергіи дыханія, но и на отношеніи $\frac{CO_2}{O_2}$.

5. Дыханіе зародышей и вмѣстилищъ запасныхъ веществъ.

Разсмотрѣніе дыхательныхъ коэффициентовъ, полученныхъ при дыханіи прорастающихъ сѣмянъ, приводитъ насъ къ мысли, что измѣненія ихъ величины находятся въ зависимости отъ двухъ обстоятельствъ: 1) отъ присутствія или отсутствія сахара, и 2) отъ степени развитія и энергіи роста зародышей. Второе обстоятельство имѣетъ видимо весьма большое значеніе, т. к. при самомъ богатомъ содержаніи сѣмядолей сахаромъ, тѣмъ не менѣе, при наступленіи энергичнаго роста зародышей, $\frac{CO_2}{O_2}$ неизбежно понижается. Эти наблюденія наводятъ на мысль, что сѣмядоли и зародыши дышутъ различно, и что общій коэффициентъ $\frac{CO_2}{O_2}$ прорастающаго сѣмени складывается изъ коэффициентовъ, свойственныхъ вмѣстилищамъ запасовъ (сѣмядолямъ и эндоспермамъ) и зародышамъ. До сихъ поръ подобныя сравнительныя изслѣдованія почти не производились за исключеніемъ развѣ работы Mesnard'a ⁴⁾, гдѣ мимоходомъ сообщено нѣсколько данныхъ о дыханіи ростковъ и эндоспермовъ пшеницы. Въ изслѣдованіяхъ же Бурлакова и Карчевскаго опредѣлялись только количества выдѣленной сѣмядолями и зародышами CO_2 .

Съ цѣлью выяснитъ, дѣйствительно-ли различаются своими дыхательными коэффициентами ростки и вмѣстилища запасовъ, и въ какомъ именно направленіи, были предприняты нижеописанные опыты.

1) Detmer. Ueber Pflanzenathmung. Цит. по Just's Bot. Jahresber. 1881.

2) Aubert. Revue générale de Bot. T. IV. 1892 p. 378.

3) Lund, I. F. Note sur l'influence de la dessication

sur la respiration des tubercules. Revue générale de Bot. T. VI. 1894.

4) Mesnard, Eug. Recherches sur la formation des huiles grasses et des huiles essentielles dans les végétaux. Ann. d. sc. natur. T. XVIII. 1893.

Опыты эти, вообще говоря, велись слѣдующимъ образомъ: сперва сѣмена стерилизовались обычнымъ образомъ бромомъ, послѣ чего высыпались въ предварительно простерилизованную кристаллизаціонную чашку, на днѣ которой лежали нѣсколько слоевъ смоченной фильтровальной бумаги. Вслѣдъ затѣмъ они покрывались сверху нѣсколькими новыми влажными листами бумаги, наложенными на небольшую стеклянную рамку съ стеклянной же рукояткой; послѣдняя имѣла назначеніемъ предохранять стерилизованную бумагу отъ прикосновенія руками. Все это закрывалось сверху стеклянной крышкой и ставилось въ термостатъ. Такъ какъ весь такой аппаратъ предварительно стерилизуется въ автоклавѣ, то при небольшомъ навыкѣ легко удастся совершить всѣ указанныя манипуляціи не заразивъ сѣмянъ.

Послѣднія прорастаютъ въ термостатѣ при 25° легко и быстро, такъ что черезъ 3 — 4 дня и кукуруза, и *Lupinus*, и горохъ и т. д. даютъ ростки достаточныхъ размѣровъ для того, чтобы произвести разсѣченіе сѣмени на зародышъ и сѣмядоли (или эндоспермы). Разсѣченіе это конечно надо дѣлать быстро, стерилизованными пожомъ и пинцетомъ. Впрочемъ всѣ эти предосторожности имѣютъ значеніе въ томъ лишь случаѣ, если дальше предполагается класть и сѣмядоли и зародыши въ сахарные растворы. Отдѣленные такимъ образомъ части помѣщаются затѣмъ въ небольшія стерилизованныя колбочки, определенной заранѣе ёмкости, закрываются стеклянной ватой, чтобъ не выпали положенныя туда части сѣмени, и опрокидываются въ ртуть. Такимъ образомъ замкнутые ртутью ростки и сѣмядоли дышутъ нѣкоторое время, послѣ чего извлекается изъ колбочки порція воздуха и анализируется. Если опытъ желательно повторить, то сперва изъ колбочки вытѣсняется весь воздухъ стерилизованной водой, послѣ чего опытъ ставится снова. При такихъ манипуляціяхъ зародыши живутъ очень долго и хорошо растутъ, особенно получающіе стерилизованные растворы сахара. Точно также нѣсколько вырастаютъ и сѣмядоли, особенно у *Lupinus*'овъ и подсолнечниковъ.

Описаннымъ способомъ произведены были слѣдующіе опыты:

Опытъ 17-ый.

10 шт. *Zea Mays* разсѣчены на зародыши и эндоспермы и помѣщены въ колбочки. Такъ какъ эндоспермы дышутъ гораздо энергичнѣе, чѣмъ зародыши, то время пребыванія ихъ въ опытѣ было различно, а именно, зародыши оставались въ замкнутомъ пространствѣ по 20 часовъ, эндоспермы же по 5 час.

Подъ конецъ, послѣ ряда опытовъ, и эндоспермы и зародыши были помѣщены на 48 час. въ 5% растворъ сахара, послѣ чего снова изслѣдованы (26/vi) на дыханіе. Результаты опытовъ выразились въ слѣдующемъ: См. Табл. № 20.

Опытъ 18-ый.

Повтореніе предшествующаго опыта съ *Zea Mays*, только для изслѣдованія взято всего 5 шт. См. Табл. № 21.

ТАБЛИЦА № 20.

Эндоспермы кукурузы.				Даты и продолжительность опытовъ.	Ростки кукурузы.			
$\frac{CO_2}{O_2}$	Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.				Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO_2	O_2	N_2		CO_2	O_2	N_2	
2,65	2,73	19,44	77,83	5 часовъ 16/vi 20 часовъ.	5,15	14,64	80,21	0,79
5,13	4,26	19,28	76,46	4 ¹ / ₂ час. 17—18/vi 20 час.	3,49	16,53	79,98	0,78
4,93	5,03	18,97	76,00	5 час. 19—20/vi 20 час.	2,69	17,16	80,15	0,69
5,38	5,38	18,91	75,71	5 » 20—21/vi 20 »	2,55	17,75	79,70	0,79
2,31	5,13	18,00	76,87	5 » 22—23/vi 20 »	1,69	18,60	79,71	0,72
8,63	6,04	19,01	74,95	5 » 25—26/vi 20 »	4,02	16,77	79,21	0,99

ТАБЛИЦА № 21.

Эндоспермы кукурузы				Даты и продолжительность опытовъ.	Ростки кукурузы.			
$\frac{CO_2}{O_2}$	Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.				Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO_2	O_2	N_2		CO_2	O_2	N_2	
2,66	10,58	15,48	73,94	2—3/vii 20 час.	3,38	16,69	79,93	0,78
3,03	10,05	16,10	73,85	3—4/vii 20 »	1,67	18,76	79,57	0,77
2,83	10,63	15,64	73,73	4—5/vii 20 »	1,50	19,10	79,40	0,84

Опытъ 19-ый.

Повтореніе предшествующаго. См. Табл. № 22.

Таблица № 22.

Эндоспермы кукурузы.				Даты и продолжительность опытовъ.	Ростки кукурузы.			
$\frac{CO_2}{O_2}$	Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.				Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO_2	O_2	N_2		CO_2	O_2	N_2	
3,24	3,89	19,09	77,02	5—6/vii 20 час.	4,34	15,77	79,89	0,81
3,13	5,64	18,25	76,11	8—9/vii 20 »	—	—	—	—

Опытъ 20-ый.

10 эндоспермовъ Zea Mays отдѣлены отъ зародышей и помѣщены — 5 шт. въ 10% растворъ сахара, а 5 другихъ въ водѣ. Черезъ 2 дня обѣ порціи поставлены въ опытъ на дыханіе. За 20 час. дыханіе ихъ выразилось въ слѣдующемъ:

Таблица № 23.

Эндоспермы кукурузы въ 10% сахарѣ.				Даты и продолжительность опытовъ.	Эндоспермы кукурузы въ водѣ.			
$\frac{CO_2}{O_2}$	Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.				Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO_2	O_2	N_2		CO_2	O_2	N_2	
3,29	6,79	17,80	75,41	8—9/vii 20 часовъ.	6,23	18,28	75,49	3,90

Опытъ 21-ый.

10 шт. гороха расчленены на зародыши и сѣмядоли и, подобно предъидущимъ опытамъ, изслѣдованы на дыханіе. Подъ конецъ опытовъ сѣмядоли на 48 часовъ положены въ 5% растворъ сахара и снова изслѣдованы на дыханіе (26/vi).

ТАБЛИЦА № 24.

Сѣмядоли гороха.				Даты и продолжительность опытовъ.	Ростки гороха.			
$\frac{CO_2}{O_2}$	Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.				Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO_2	O_2	N_2		CO_2	O_2	N_2	
—	3,00	—	—	5 час. 16—17/vi 20 час.	6,10	13,83	80,07	0,84
1,00	3,07	17,76	79,17	5 » 17—18/vi 20 »	3,29	16,66	80,05	0,75
1,27	3,52	17,89	78,59	5 » 19—20/vi 20 »	3,33	16,77	79,90	0,79
1,18	3,25	17,96	78,79	5 » 20—21/vi 20 »	2,63	17,59	79,78	0,78
1,27	3,62	17,83	78,56	5 час. 23/vi	—	—	—	—
2,98	7,77	17,14	75,09	5 час. 25—26/vi	—	—	—	—

Опытъ 22-ой.

50 шт. гороха разсѣчены на сѣмядоли и ростки, и изслѣдованы на дыханіе въ сосудахъ значительно большихъ, чѣмъ предъидущіе.

ТАБЛИЦА № 25.

Сѣмядоли гороха.				Даты и продолжительность опытовъ.	Ростки гороха.			
$\frac{CO_2}{O_2}$	Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.				Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO_2	O_2	N_2		CO_2	O_2	N_2	
1,02	14,69	6,41	78,90	17—18/xii 24 час.	6,53	13,00	80,47	0,80
0,89	10,69	9,15	80,16	18—19/xii 16 »	3,13	17,24	79,63	0,82
0,95	2,58	18,13	79,29	19/xii 3 $\frac{1}{2}$ »	0,69	20,02	79,29	0,83

Опытъ 23-й.

Сѣмядоли гороха помѣщены — 5 шт. въ 10% растворъ сахара, а 5 другихъ въ воду. Послѣ 48 час. обѣ порціи изслѣдованы на дыханіе, затѣмъ опять на 48 час. помѣщены въ воду и сахаръ, послѣ чего изслѣдованы снова на дыханіе.

Таблица № 26.

Сѣмядоли гороха въ 10% сахарѣ.				Даты и продолжительность опытовъ.	Сѣмядоли гороха въ водѣ.			
$\frac{CO_2}{O_2}$	Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.				Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO_2	O_2	N_2		CO_2	O_2	N_2	
1,32	6,46	15,66	77,88	8—9/vii 20 час.	8,04	13,45	78,51	1,10
1,60	5,13	17,27	77,60	11—12/vii 20 »	8,43	13,01	78,56	1,09

Опытъ 24-ый.

10 шт. *Lupinus*'овъ расчленены на зародыши и сѣмядоли и изслѣдованы на дыханіе.

Таблица № 27.

Сѣмядоли <i>Lupinus luteus</i> .				Даты и продолжительность опытовъ.	Ростки <i>Lupinus luteus</i> .			
$\frac{CO_2}{O_2}$	Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.				Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO_2	O_2	N_2		CO_2	O_2	N_2	
0,67	2,20	17,87	79,93	5 час. 16—17/vi 20 час.	3,02	17,50	79,48	0,86
0,62	2,02	17,95	80,03	5 » 17—18/vi 20 »	1,98	18,38	79,64	0,73
0,69	1,98	18,27	79,75	5 » 19—20/vi 20 »	1,39	19,05	79,56	0,69
0,61	1,30	19,00	79,70	5 » 20—21/vi 20 »	1,52	19,11	79,37	0,81

Опытъ 25-ый.

Повтореніе предшествовавшаго опыта.

Таблица № 28.

Сѣмядоли <i>Lupinus luteus</i> .				Даты и продолжительность опытовъ.	Ростки <i>Lupinus luteus</i> .			
$\frac{CO_2}{O_2}$	Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.				Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO_2	O_2	N_2		CO_2	O_2	N_2	
0,67	9,91	7,22	82,87	15 час. 5—6/vii 20 час.	5,93	14,21	79,86	0,86
0,86	4,52	15,80	79,68	8—9/vii 20 »	—	—	—	—

Опытъ 26-ой.

Повтореніе предшествующаго опыта, съ тѣмъ различіемъ, что послѣ перваго изслѣдованія дыханія и ростки, и сѣмядоли положены въ сахаръ (5%) на 48 час., послѣ чего снова изслѣдованы на дыханіе.

Таблица № 29.

Сѣмядоли <i>Lupinus luteus</i> .				Даты и продолжительность опытовъ.	Ростки <i>Lupinus luteus</i> .			
$\frac{CO_2}{O_2}$	Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.				Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO_2	O_2	N_2		CO_2	O_2	N_2	
0,71	9,14	8,79	82,07	9—10/vi 20 час.	2,29	18,02	79,69	0,78
				10—11/vi 20 »	7,91	11,81	80,22	0,86
	П о с л ѣ	48	ч а	совъ пребыванія въ	5%	с а	х а	р ѣ.
1,52	13,38	11,10	75,52	12/vi 8 час.	5,90	15,74	78,36	1,21

Опытъ 27-ой.

10 шт. сѣмянъ подсолнуха расчленены на зародыши и сѣмядоли и изслѣдованы на дыханіе.

Таблица № 30.

Сѣмядоли подсолнечника.				Даты и продолжительность опытовъ.	Ростки подсолнечника.			
$\frac{CO_2}{O_2}$	Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.				Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO_2	O_2	N_2		CO_2	O_2	N_2	
0,62	3,44	15,84	80,72	5 час. 16—17/VI 20 час.	3,11	16,82	80,07	0,71
0,64	2,79	16,92	80,29	5 » 17—18/VI 20 »	1,77	18,57	79,66	0,70
0,50	1,67	17,97	80,36	5 » 19—20/VI 20 »	1,46	19,00	79,54	0,71
0,49	1,25	18,68	80,07	5 » 20—21/VI 20 »	2,02	17,97	80,01	0,63

Сопоставляя полученные результаты мы получимъ слѣдующія таблицы, характеризующія дыхательные коэффициенты ростковъ и сѣмядолей:

Таблица № 31.

Кукуруза.

Зародыши . . .	0,79	0,78	0,69	0,79	0,72	0,78	0,77	0,84	0,81	—	—	—
Эндоспермы . .	2,65	5,13	4,93	5,38	2,31	2,66	3,03	2,83	3,24	3,13	3,29	3,90

Таблица № 32.

Горохъ.

Зародыши	0,84	0,75	0,79	0,78	—	—	0,79	0,82	0,71	—	—	—	—
Сѣмядоли	—	1,00	1,27	1,18	1,27	2,98	1,02	0,89	0,98	1,32	1,60	1,10	1,09

Таблица № 33.

Lupinus luteus.

Зародыши	0,86	0,73	0,69	0,81	0,86	—	0,82	0,85
Сѣмядоли	0,67	0,62	0,69	0,61	0,67	0,86	0,71	—

Таблица № 34.

Подсолнечникъ.

Зародыши	0,71	0,70	0,71	0,63
Сѣмядоли	0,62	0,64	0,50	0,49

Разсмотрѣніе приведенныхъ таблицъ прежде всего указываетъ, что ростки, отдѣленные отъ источниковъ своихъ запасовъ, и предоставленные необходимости дышать насчетъ собственныхъ матерьяловъ, которые въ такихъ молодыхъ и растущихъ частяхъ главнымъ образомъ состоятъ изъ протоплазмическихъ образованій, дышутъ чрезвычайно сходнымъ образомъ, такъ что $\frac{CO_2}{O_2}$ всегда меньше 1 и колеблется въ довольно тѣсныхъ предѣлахъ около 0,70—0,80. Эти цифры совпадаютъ съ показаніями Палладина ¹⁾ для отрѣзковъ корней и стеблей *Vicia Faba*, а также могутъ быть сопоставлены и съ изслѣдованіями надъ дыханіемъ лишаяевъ, произведенными Jumelle, H. ²⁾, который констатировалъ поразительное постоянство дыхательнаго коэффициента $\frac{CO_2}{O_2}$, въ среднемъ равное 0,80, при различныхъ условіяхъ и у различныхъ родовъ и видовъ лишаяевъ. Конечно желательны въ этомъ направленіи еще многочисленныя изслѣдованія, но и теперь уже напрашивается мысль, что клѣтки, лишеныя запасовъ, въ которыхъ дыханіе разыгрывается, слѣдовательно, въ наиболѣе чистой формѣ насчетъ протопласта, дышутъ болѣе или менѣе сходнымъ образомъ и имѣютъ дыхательный коэффициентъ меньшей единицы, близкій къ 0,80.

Какого бы рода запасныя вещества ни заключали въ себѣ сѣмядоли, онѣ дышутъ гораздо энергичнѣе своихъ ростковъ, что видно изъ приведенныхъ выше цифръ. Даже значительно выросшіе—до 3—4 сант.—ростки дышутъ слабѣе, чѣмъ питавшія ихъ вмѣстѣ лица запасовъ.

Понятно, съ другой стороны, что лишеныя притока питательныхъ веществъ и предоставленные самимъ себѣ ростки по немногу израсходуютъ послѣдніе остатки запасныхъ веществъ и наконецъ вынуждены будутъ дышать насчетъ плазмы непосредственно. Уже а priori можно утверждать, что при такомъ голоданіи несомнѣнно произойдетъ ослабленіе энергій дыханія, какъ это прекрасно показали еще Бородинъ надъ листовыми вѣтвями и почками; но что сдѣлается съ дыхательнымъ коэффициентомъ при такомъ голоданіи, это требуетъ еще разъясненія опытомъ. Въ указанномъ направленіи существуютъ съ одной стороны, немногія указанія Палладина, который показалъ, что отрѣзанные этиолированные листья, положенные на дистиллированную воду, мало по малу понижаютъ $\frac{CO_2}{O_2}$ до 0,63, а съ другой,—опыты надъ плѣсенями, произведенные Пуріевичемъ ³⁾; послѣдній показалъ, что

1) Палладинъ, В. Значеніе кислорода для растеній. См. также Mesnard, l. c. и Stich, Flora 1891.

2) Jumelle, H. Recherchès physiologiques sur les Lichens. Revue générale de Botanique. T. IV. 1892.

3) Пуріевичъ, К. Физиологическія изслѣдованія надъ дыханіемъ растеній.

при голоданіи *Aspergillus niger* дыхательный коэффициентъ понижается и достигаетъ даже величины 0,50. Въ виду этого очень интересно было выяснитъ, не понижается ли при голоданіи дыхательный коэффициентъ и у зародышей, лишенныхъ запасовъ.

Съ этою цѣлью поставлены были слѣдующіе опыты:

Опытъ 28-ой.

5 небольшихъ ростковъ кукурузы (около 1—2 сант.), свѣже-вырѣзанныхъ, сперва изслѣдованы на дыханіе, а затѣмъ оставлены голодать въ теченіе трехъ дней во влажномъ воздухѣ, послѣ чего снова изслѣдованы на дыханіе. Такъ какъ оказалось сильное пониженіе энергій дыханія, то они положены были въ 5% растворъ сахара, послѣ чего энергія дыханія снова возрасла. Измѣненія въ энергій дыханія, а также въ величинѣ $\frac{CO_2}{O_2}$ ясно видны изъ таблицы № 35.

Опытъ 29-ый.

Повтореніе предшествующаго опыта, но съ 10-ью ростками *Lupinus luteus*. Результаты приведены въ таблицѣ № 35.

Таблица № 35.

Ростки <i>Lupinus luteus</i> .				Даты и продолжительность опытовъ.	Ростки кукурузы.			
$\frac{CO_2}{O_2}$	Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.				Составъ изслѣдуемыхъ газовъ.			$\frac{CO_2}{O_2}$
	CO_2	O_2	N_2		CO_2	O_2	N_2	
0,86	5,93	14,21	79,86	5—6/VI 20 час.	4,34	15,77	79,89	0,81
0,51	1,09	19,05	79,86	9—10/VI 20 »	1,21	18,86	79,93	0,51
0,79	1,75	18,80	79,45	11—12/VI 20 »	3,87	16,89	79,24	0,95

Приведенные опыты ясно показываютъ, что и у высшихъ растений при голоданіи наблюдается пониженіе дыхательнаго коэффициента. До какихъ предѣловъ можетъ дойти такое пониженіе, трудно сказать, — необходимы спеціальныя опыты; изъ приведенныхъ же здѣсь — ясно, что это пониженіе зависитъ именно отъ убыли питательныхъ веществъ, по-видимому углеводовъ, такъ какъ тотчасъ же вслѣдъ за кормленіемъ ростковъ сахаромъ происходитъ обратное повышеніе и энергій дыханія, и дыхательнаго коэффициента.

Приведеннымъ опытамъ противорѣчатъ наблюденія Пуріевича¹⁾, который аргіогі предполагаетъ, что «если ввести въ растительный организмъ углеводъ, способствующій болѣе обильному образованію кислотъ, и затѣмъ опредѣлить для него величину отношенія $\frac{CO_2}{O_2}$, то слѣдуетъ ожидать, что она будетъ меньше, чѣмъ величина $\frac{CO_2}{O_2}$ для растенія не получившаго извнѣ питательныхъ веществъ въ видѣ углевода, такъ какъ насчетъ введеннаго извнѣ питательнаго матерьяла происходитъ обильное накопленіе кислотъ, сопровождаемое поглощеніемъ кислорода».

«Для провѣрки этого предположенія десять ростковъ *Phaseolus vulgaris* были помѣщены срѣзками въ двухпроцентный растворъ глюкозы, а другіе десять — въ воду. Тѣ и другіе ростки оставлены въ темной комнатѣ на 3 сутокъ, а затѣмъ помѣщены въ приборъ для дыханія. Каждая группа ростковъ пробыла тамъ по $1\frac{1}{2}$ часа при 23° , 24° , а по окончаніи опыта изъ растеній были приготовлены вытяжки для опредѣленія кислотности. Опытъ далъ слѣдующіе результаты. Ростки въ растворѣ глюкозы дали отношеніе $\frac{CO_2}{O_2} = 0,40$, а ростки въ водѣ — $\frac{CO_2}{O_2} = 0,72$. Итакъ данныя опыта вполнѣ подтверждаютъ теоретическое соображеніе».

Всѣ мои опыты показываютъ обратное, поэтому я думаю, что *единственный* опытъ Пуріевича далъ такіе результаты вслѣдствіе какой нибудь ошибки, которую до нѣкоторой степени можно и предугадывать, просматривая результаты опыта: количества выдѣленной CO_2 и поглощеннаго O_2 настолько не велики, что, допуская при пользованіи аппаратомъ Bonnier et Mangin для анализа газовъ весьма возможную ошибку въ $0,5\%$, мы могли бы получить совсѣмъ другіе результаты. Если бы почтенный изслѣдователь нѣсколько разъ повторилъ свои опыты, онъ навѣрное пришелъ бы къ другимъ выводамъ.

Обращаясь теперь къ вмѣстителямъ запасныхъ веществъ, мы увидимъ слѣдующее: наблюденные коэффициенты сильно различаются между собой и колеблются въ самыхъ широкихъ предѣлахъ въ зависимости отъ имѣющагося въ нихъ питательнаго матерьяла. При этомъ сѣмядоли и эндоспермы съ запасами мучнистыми, каковыя мы имѣемъ у кукурузы и гороха, даютъ коэффициенты высокіе, доходящіе до 8 (см. табл. 20); тѣ же, которыя содержатъ въ видѣ запасовъ жиры и масла, какъ подсолнечникъ и *Lupinus*, даютъ дыхательные коэффициенты ниже 1.

Послѣднее обстоятельство не представляется удивительнымъ послѣ прекрасныхъ изслѣдованій Годлевскаго надъ дыханіемъ маслянистыхъ сѣмян²⁾, — оно объясняется необходимостью усиленнаго потребленія O для перевода жировъ въ углеводы.

Гораздо труднѣе объяснить высокіе коэффициенты мучнистыхъ сѣмядолей. Отмѣтимъ прежде всего, что величина этихъ коэффициентовъ совершенно необычна для высшихъ растеній, получающихъ притомъ кислородъ въ достаточныхъ количествахъ, чтобы воспре-

1) Пуріевичъ, К. Образованіе и распаденіе органическихъ кислотъ. Кіевъ. 1893.

2) Godlewski, Emil. Beiträge zur Kenntniss der

Pflanzenathmung. Jahrb. f. wissensch. Botan. 1882. Bd. XIII.

пятствовать появленію интрамолекулярнаго дыханія; эти коэффициенты прямо напоминаютъ бродильные, получающіеся, напр., при спиртовомъ броженіи въ присутствіи кислорода¹⁾. Поэтому прежде всего желательно было изслѣдовать, нѣтъ-ли и второго—главнаго спутника броженія—спирта; этотъ вопросъ составляетъ предметъ слѣдующей главы.

6. Образование спирта въ прорастающихъ сѣменахъ гороха и кукурузы.

Какъ извѣстно, въ прорастающихъ сѣменахъ гороха при устраненіи доступа воздуха²⁾, или, какъ показали недавно Mazé, хотя бы только при его затрудненномъ доступѣ³⁾, образуется спиртъ. Этотъ процессъ въ тоже время сопровождается выдѣленіемъ углекислоты. Интересныя и точныя изслѣдованія Годлевскаго и Пользеніуса показали, что количества CO_2 и спирта образуются при этомъ какъ разъ въ такомъ соотношеніи, какъ это имѣетъ мѣсто при спиртовомъ броженіи. Это дало поводъ названнымъ ученымъ сдѣлать такое заключеніе: интрамолекулярное дыханіе высшихъ растений (или, по крайней мѣрѣ, сѣмянъ гороха) сводится на простое распаденіе углеводовъ на алкоголь и углекислоту.

Поэтому между интрамолекулярнымъ дыханіемъ и броженіемъ, произведеннымъ дрожжами, различіе только количественное, а не качественное.

Новѣйшія изслѣдованія Mazé указываютъ на еще болѣе интересный фактъ, а именно, что спиртъ можетъ образоваться въ сѣменахъ гороха не только при затрудненномъ, но даже и при полномъ доступѣ O —въ сѣмядоляхъ, лишенныхъ зародышей. На основаніи этихъ изслѣдованій, Mazé, а за нимъ и Duclaux⁴⁾, высказываютъ слѣд. мысль: алкоголь есть нормальный физиологическій продуктъ, который въ присутствіи кислорода потребляется растеніемъ, въ отсутствіи же его накапливается въ тканяхъ.

Эти соображенія подали поводъ Duclaux снова возстановить извѣстную схему Вортмана⁵⁾, пытающуюся объяснить различные случаи какъ нормальнаго, такъ и интрамолекулярнаго дыханія.

Отсюда ясно, какой серьезный интересъ представляетъ съ одной стороны, провѣрка изложенныхъ фактовъ, а съ другой, параллельное изслѣдованіе газоваго обмѣна при такомъ предполагаемомъ спиртообразованіи.

Такъ какъ въ своихъ опытахъ я получалъ чрезвычайно высокіе коэффициенты при дыханіи мучнистыхъ сѣмянъ и сѣмядолей, а также при прорастаніи маслянистыхъ сѣмянъ въ присутствіи сахара, то и считалъ себя въ правѣ ожидать, что въ подобныхъ случаяхъ

1) Ивановскій, Д. Изслѣдованія надъ спиртовымъ броженіемъ.

2) Godlewski, E. und Polzeniusz, F. Anzeiger der Akad. der Wissensch. in Krakau. Juli 1897.

3) Mazé, P. C. R. T. CXXVIII. 1899. p. 1608.

4) Duclaux, E. Traité de microbiologie. T. III. 1900. p. 359 et suiv.

5) Wortmann, J. Ueber die Beziehungen der intramolecularen zur normalen Atmung der Pflanzen. Arb. aus dem Bot. Institut. in Würzburg. Bd. II.

найду спиртъ даже и при полномъ доступѣ кислорода, т. е. въ условіяхъ вполне нормальныхъ. Для обнаруженія спирта при прорастаніи сѣмянъ я поступалъ слѣдующимъ образомъ:

Опытъ 30-ый.

Въ кристаллизаціонную чашку ёмкостью около $2\frac{1}{2}$ литровъ, закрытую стекляннoй крышкой и предварительно простерилизованную, всыпано 60 шт. простерилизованныхъ сѣмянъ гороха; туда же влито небольшое количество 5% раствора сахара такъ, чтобы сѣмена до половины и болѣе выставлялись на воздухъ. Затѣмъ все было поставлено въ термостатъ при 25° . Черезъ день весь горохъ выказалъ признаки прорастанія (начали показываться корешки).

Тогда все содержимое кристаллизаціонной чашки было быстро переведено въ перегонную колбу, въ которой было уже вскипячено небольшое количество воды, чтобы сразу убить введенныя сѣмена, и такимъ образомъ воспрепятствовать возникновенію интрамолекулярнаго дыханія.

Отгонная жидкость ясно пахла спиртомъ и реакція на іодоформъ показала довольно значительное содержаніе его.

Опытъ 31-ый.

Этотъ опытъ представляетъ повтореніе предшествующаго съ тѣмъ различіемъ, что сѣмена гороха смочены 10% растворомъ сахара; сверхъ того, сѣмена смочены еще меньшимъ количествомъ жидкости, чѣмъ это имѣло мѣсто въ опытѣ 30-мъ, такъ что бoльшая часть ихъ поверхности была въ воздухѣ. Черезъ день сѣмена начали показывать корешки, вслѣдствіе чего съ прежними предосторожностями сѣмена вмѣстѣ съ жидкостью были введены въ перегонную колбу.

Отгонъ далъ еще болѣе интенсивную реакцію на іодоформъ, чѣмъ въ предшествующемъ опытѣ.

Опытъ 32-ой.

Подобно предъидущему были исследованы прорастающія сѣмена кукурузы: 100 штукъ сѣмянъ было смочено 5% сахарнымъ растворомъ; черезъ 48 час. отгонка пахнущей спиртомъ жидкости съ прорастающими сѣменами дала обильную реакцію на іодоформъ.

Опытъ 33-ий.

Уже Mazé (L. c.) показалъ, что сѣмядоли гороха, лишеныя зародышей, т. е. поставленныя въ условія затрудненнаго роста, образуютъ спиртъ даже при свободномъ доступѣ кислорода. Подобный же опытъ я сдѣлалъ съ эндоспермами кукурузы: при самомъ полномъ доступѣ O , эндоспермы, лишеныя зародышей, черезъ два дня обнаружили ясное образованіе спирта.

Сопоставляя вышеуказанное присутствіе спирта въ прорастающихъ сѣменахъ и сѣмядоляхъ съ тѣми дыхательными коэффициентами, которые были наблюдаемы въ предшествовавшихъ главахъ, мы приходимъ къ слѣдующимъ соображеніямъ: въ сѣмядоляхъ и эндоспермахъ, лишенныхъ зародышей, также какъ и въ цѣлыхъ мучнистыхъ сѣменахъ, въ самые первые моменты прорастанія, явленія роста настолько незначительны, что понижающая $\frac{CO_2}{O_2}$ роль послѣдняго почти незамѣтна, вслѣдствіе чего мы получаемъ коэффициенты, особенно въ присутствіи сахара, значительно выше 1. Мы имѣемъ передъ собой слѣдовательно живые, но слабо растущіе органы, съ большими запасами углеводовъ, какъ собственныхъ, такъ и притекающихъ извнѣ; другими словами, мы имѣемъ здѣсь такой же случай ненормальнаго питанія, какъ и при спиртовомъ броженіи въ присутствіи большихъ количествъ сахара и при недостаточномъ количествѣ азотистыхъ веществъ.

Ивановскій ¹⁾ въ своихъ замѣчательныхъ изслѣдованіяхъ надъ спиртовымъ броженіемъ показалъ съ полной несомнѣнностью, что спиртовое броженіе обусловлено *известнымъ составомъ питательнаго матерьяла* и происходитъ даже *при самой усиленной аэраціи*, причемъ дыхательный коэффициентъ достигаетъ иногда огромной величины 9,4 (см. опытъ 14, стр. 28), и даже 18 (опытъ 26, стр. 46). Въ эндоспермахъ манса, а также въ первые моменты пробужденія жизни въ сѣмени въ присутствіи сахара, мы имѣемъ условія довольно близкія къ условіямъ, необходимымъ для возникновенія спиртоваго броженія у дрожжей: избытокъ сахара, слабый ростъ и по всей вѣроятности, какъ это можно думать на основаніи изслѣдованій Пуріевича ²⁾, еще очень малый притокъ изъ сѣмядолей азотистыхъ продуктовъ, такъ какъ эти послѣдніе начинаютъ диффундировать позже и медленнѣе, чѣмъ углеводы.

Въ результатѣ мы имѣемъ основаніе ожидать въ подобныхъ случаяхъ образованія спирта, что на самомъ дѣлѣ и наблюдается.

По мѣрѣ того какъ ростокъ начинаетъ развиваться и расти, рядомъ съ бродильнымъ процессомъ начинаютъ разыгрываться и другіе жизненные процессы, ведущіе къ усиленному потребленію O и образовавшихся продуктовъ, къ созиданію клѣтчатки, кислотъ, и т. под. процессовъ, неизбежно понижающихъ $\frac{CO_2}{O_2}$ и замаскировывающихъ идущій рядомъ процессъ броженія. Отсюда мы видимъ въ прорастающихъ сѣменахъ постепенное пониженіе дыхательныхъ коэффициентовъ и исчезновеніе спирта.

Сопоставляя добытые мною результаты съ тѣми, которые получилъ при помощи своихъ многочисленныхъ и безукоризненно обставленныхъ опытовъ Ивановскій, я считаю возможнымъ придти къ слѣдующимъ выводамъ:

1. Спиртовое броженіе проявляется у высшихъ растений, также какъ и у дрожжей, не только въ отсутствіи O , но и при обильномъ доступѣ послѣдняго.

1) Ивановскій, Дм. Изслѣдованія надъ спиртовымъ броженіемъ.

2) Пуріевичъ, К. Физиологическое изслѣдованіе

надъ опоражниваніемъ вмѣстѣ запасныхъ веществъ. 1897.

2. Оно характеризуется вездѣ высокими значеніями $\frac{CO_2}{O_2}$ и накопленіемъ спирта.

3. Вызвать и обнаружить это броженіе возможно при слѣдующихъ условіяхъ:

a. Изучаемый комплексъ живыхъ клѣтокъ, будетъ-ли это органъ высшаго растенія или грибные гифы, долженъ быть въ изобиліи снабженъ сахаромъ.

b. Явленія роста должны быть замедлены или даже задержаны вовсе.

При этихъ условіяхъ процессъ броженія будетъ имѣть перевѣсъ надъ остальными, его маскирующими.

Сказаннымъ опредѣляются лишь условія, при которыхъ можно наблюдать спиртовое броженіе, — констатируется фактъ; сущности же броженія мы здѣсь совершенно не касаемся, считая этотъ процессъ весьма сложнымъ

ЧАСТЬ III.

Общія соображенія о явленіяхъ дыханія.

1. О причинахъ измѣненій величины дыхательныхъ коэффициентовъ.

Сопоставляя добытые въ предшествующихъ главахъ результаты относительно газо-ваго обмѣна прорастающихъ сѣмянъ, зародышей и вмѣстилищъ запасовъ, и принимая въ соображеніе данныя, добытыя цѣлымъ рядомъ другихъ изслѣдованій, произведенныхъ главнымъ образомъ надъ грибами, мы приходимъ къ убѣжденію, что какъ энергія этого обмѣна, такъ и отношенія обмѣниваемыхъ газовъ, подвержены большимъ колебаніямъ и, что особенно важно, колебанія эти въ значительной мѣрѣ находятся въ нашей власти, — по произволу мы можемъ измѣнять и энергію обмѣна, и величину отношенія $\frac{CO_2}{O_2}$.

Общія причины, обуславливающія тотъ или другой дыхательный коэффициентъ, благодаря трудамъ многихъ авторовъ, въ настоящее время могутъ быть формулированы довольно точно и въ общемъ состоятъ въ слѣдующемъ:

$\frac{CO_2}{O_2} < 1$. Эти коэффициенты наблюдаются по преимуществу въ молодыхъ, растущихъ частяхъ, не имѣющихъ большихъ запасовъ растворимыхъ углеводовъ, каковы напр. ростки, лишенные сѣмядолей; такими же низкими коэффициентами характеризуется проростаніе маслянистыхъ сѣмянъ, образованіе кислотъ у суккулентовъ и т. д. Во всѣхъ этихъ случаяхъ наблюдается поглощеніе кислорода болѣе энергичное, чѣмъ выдѣленіе углекислоты, и вездѣ это обусловлено тѣмъ, что кислородъ идетъ не на одно только окисленіе тканей съ выдѣленіемъ углекислоты, но и на разныя другія потребности растенія.

Разберемъ нѣсколько въ тѣхъ, напр., процессахъ, которые имѣютъ мѣсто въ молодыхъ, хорошо растущихъ проросткахъ, лишенныхъ сѣмядолей: самый фактъ роста указываетъ на образованіе клѣтчатки, быть можетъ также кислотъ, какъ это считаетъ необходимымъ

Палладинъ¹⁾; точно также въ этихъ росткахъ происходятъ усиленные превращенія бѣлковъ съ явнымъ преобладаніемъ распада ихъ и съ послѣдующимъ образованіемъ амидовъ, а быть можетъ и углеводовъ. Однимъ словомъ, происходитъ цѣлый рядъ превращеній, ведущихъ къ созиданію болѣе окисленныхъ продуктовъ. Совершенно очевидно, что при этомъ значительная часть поглощеннаго кислорода должна быть прямо ассимилирована и переведена въ такія соединенія, изъ которыхъ кислородъ быть можетъ до самой смерти растенія не выдѣлится въ видѣ углекислоты.

Нѣтъ надобности указывать, что при прорастаніи маслянистыхъ сѣмянъ мы имѣли дѣло съ такой же ассимиляціей кислорода, какъ это давно уже разобрано Годлевскимъ.

Вообще коэффициентъ $\frac{CO_2}{O_2} < 1$ прежде всего объясняется тѣмъ, что часть поглощеннаго O ассимилируется для созиданія цѣлаго ряда продуктовъ, необходимыхъ для нормальнаго хода развитія, причемъ особенно усиленная потребность въ кислородѣ наблюдается при ростѣ изслѣдуемаго организма. Съ другой стороны, давно уже констатировано, что сочныя растенія поглощаютъ иногда цѣлыми часами O , не выдѣляя почти CO_2 , а образуя разныя органическія кислоты. Отсюда ясно, что *по крайней мѣрѣ часть поглощеннаго O не идетъ на прямое окисленіе растительныхъ продуктовъ до CO_2 , а имѣетъ лишь косвенное отношеніе къ выдѣленной CO_2 .*

$\frac{CO_2}{O_2} = 1$ и нѣсколько выше.—Это отношеніе въ объемахъ обмѣниваемыхъ газовъ мы можемъ легко получить изъ предыдущаго. Въ самомъ дѣлѣ, неравенство въ объемахъ поглощеннаго O_2 и выдѣленной CO_2 обусловлено было въ предшествовавшемъ случаѣ главнымъ образомъ тѣмъ, что кислородъ ассимилируется для образованія клѣтчатки, крахмала, кислотъ и т. под. богатыхъ кислородомъ соединеній. А ргіогі можно ждать, что искусственное введеніе въ растеніе готовыхъ уже углеводовъ, въ видѣ напр. сахара, должно понизитъ эту потребность въ кислородѣ, а слѣдовательно повыситъ $\frac{CO_2}{O_2}$. Мы уже видѣли въ опытахъ надъ крессомъ, какъ охотно растительный организмъ пользуется введеннымъ извнѣ сахаромъ даже при наличности собственныхъ запасовъ въ видѣ жировъ и маселъ. Такимъ образомъ, введеніе въ обиходъ клѣтки такого окисленнаго соединенія, какъ сахаръ, тотчасъ понижаетъ расходъ кислорода на образованіе хотя бы клѣтчатки въ случаѣ роста, или избавляетъ отъ необходимости превращать жиры въ углеводы; однимъ словомъ, понижается потребность въ кислородѣ для ассимиляціи, вслѣдствіе чего дыхательный коэффициентъ повышается. Само собой разумѣется, что въ зависимости отъ всей совокупности процессовъ, происходящихъ въ клѣткѣ, $\frac{CO_2}{O_2}$ будетъ то нѣсколько болѣе, то менѣе 1.

Такъ, между прочимъ, при созрѣваніи плодовъ съ маслянистыми сѣменами $\frac{CO_2}{O_2}$ нѣсколько болѣе 1²⁾, такъ какъ при этомъ наблюдается превращеніе углеводовъ въ жиры, т. е.

1) Палладинъ, В. Значеніе кислорода для растеній. Bulletin de la Société Imp. d. natur. de Moscou. 1886. T. LXII.

2) См. Godlewski. L. c., а также Gerber, C. Journal de Bot. T. XV. 1901.

соединенія болѣе окисленныя переходятъ въ соединенія менѣе окисленныя; въ результатѣ въ распоряженіи протопласта оказывается избытокъ кислорода, который, какъ показываютъ факты, способенъ замѣнить часть поглощаемого свободнаго O , вслѣдствіе чего для выдѣленія того же количества CO_2 требуется уже меньшее количество свободнаго O .

Сюда же можно отнести и тѣ случаи, въ которыхъ наблюдается распаденіе органическихъ кислотъ съ выдѣленіемъ CO_2 , причемъ кислородъ поглощается въ количествахъ меньшихъ, чѣмъ это бы слѣдовало для образованія выдѣленнаго объема CO_2 ¹⁾.

Всѣ эти факты указываютъ между прочимъ на то, что *съ одной стороны, не весь кислородъ, необходимый для обихода клетки, непосредственно заимствуется съ видъ свободнаго O извнѣ, а съ другой—, что не вся углекислота, выдѣляемая растеніемъ, есть продуктъ прямого окисленія,—она можетъ явиться результатомъ весьма сложнаго распаденія различныхъ окисленныхъ органическихъ продуктовъ, явившихся результатомъ жизнедѣятельности клетки.*

$\frac{CO_2}{O_2}$ значительно болѣе 1. Подобные коэффициенты, особенно переходящіе за 2—3, мы обыкновенно встрѣчаемъ лишь при броженіяхъ. Вызвать эти коэффициенты мы можемъ слѣдующимъ общимъ приемомъ: *снабжая клетки большими дозами сахара и ослабляя ростъ.*

Изслѣдованія Ивановскаго надъ спиртовымъ броженіемъ показали, что по мѣрѣ увеличенія концентраціи сахара, а слѣдовательно и количествъ его, поступающихъ въ клетку, энергія спиртового броженія возрастаетъ при полномъ доступѣ O , но одновременно все болѣе и болѣе задерживается ростъ дрожжей; такъ, въ 2% растворѣ изъ 5 гр. сахара выросло 0,166 гр. дрожжей, въ 5% растворѣ выросло 0,127 гр., а въ 20% только 0,072 гр. (стр. 43).

Задержать ростъ мы можемъ и другимъ способомъ,—уменьшая значительно доступъ кислорода къ культурамъ. Какъ извѣстно, и тутъ мы получимъ спиртовое броженіе, даже и при меньшихъ дозахъ сахара.

Подобныя же явленія мы можемъ вызвать и у высшихъ растений: снабжая сѣмена *Lupinus luteus* сахаромъ, и замедляя такимъ образомъ на нѣкоторое время ихъ прорастаніе, мы превращаемъ ихъ дыхательный коэффициентъ типа маслянистыхъ сѣмянъ въ высокій (до 3,5); вырѣзая зародыши у гороха и кукурузы, мы получаемъ еще болѣе высокіе коэффициенты и спиртъ при самомъ широкомъ доступѣ кислорода; такимъ образомъ происходитъ полное повтореніе того, что Ивановскій наблюдалъ надъ дрожжевымъ броженіемъ. Но стоитъ только процессамъ, сопровождающимъ ростъ, взять перевѣсъ, какъ тотчасъ же величина дыхательнаго коэффициента начинаетъ падать и признаки спиртового броженія исчезать,—по мнѣнію Вортмана, а за нимъ Mazé и Duclaux ²⁾ спиртъ ассимилируется, превращаясь въ присутствіи O въ углеводы.

Здѣсь мы встречаемся съ убѣдительнымъ случаемъ выдѣленія большихъ количествъ CO_2 въ присутствіи O , и тѣмъ не менѣе совершенно независимо отъ его положенія, какъ на

1) См. Warburg, Пуріевичъ, Aubert, Gerber.

2) Duclaux. Microbiologie.

это указываетъ полное несоответствіе въ объѣмахъ обмѣниваемыхъ газовъ, что и выражается въ высокихъ значеніяхъ дыхательныхъ коэффициентовъ.

Приведенные факты и соображенія приводятъ насъ къ убѣжденію, что газовый обмѣнъ растительнаго организма составляетъ изъ большого ряда отдѣльныхъ процессовъ, между которыми прямое окисленіе веществъ съ непосредственнымъ выдѣленіемъ CO_2 едва-ли занимаетъ первое мѣсто. Давая искусственно перевѣсъ тому или другому изъ этихъ процессовъ, или наоборотъ, задерживая нѣкоторые изъ нихъ, мы можемъ по произволу измѣнять величину дыхательныхъ коэффициентовъ въ довольно широкихъ предѣлахъ.

2. Къ вопросу объ интрамолекулярномъ дыханіи.

Съ точки зрѣнія изложенныхъ выше фактовъ и соображеній быть можетъ намъ удастся нѣсколько въ новомъ свѣтѣ представить процессъ, такъ называемаго, *интрамолекулярнаго дыханія*. Внѣшніе признаки, по которымъ мы узнаемъ это интрамолекулярное дыханіе у высшихъ растеній, состоятъ въ слѣдующемъ: по мѣрѣ убыли кислорода въ окружающей средѣ дыхательный коэффициентъ возрастаетъ все болѣе и болѣе, и наконецъ, съ исчезновеніемъ кислорода, выдѣляется одна только углекислота. Рядомъ съ этимъ наблюдается образованіе спирта и прекращеніе роста.

Углекислота при этомъ выдѣляется у однихъ изъ изслѣдованныхъ растеній почти въ прежнихъ количествахъ (въ большинствѣ случаевъ однако въ нѣсколько меньшихъ), у другихъ же въ значительно меньшихъ.

У плѣсней и дрожжей въ общемъ наблюдаются тѣже явленія, какъ это показано многими изслѣдователями. Спрашивается, какъ же истолковать эту совокупность явленій, характеризующихъ интрамолекулярное дыханіе.

Пока мы можемъ конечно высказаться лишь гипотетично, на основаніи добытыхъ уже фактовъ; для болѣе полнаго обоснованія нашей гипотезы потребуются еще спеціальныя опыты. Прежде всего отмѣтимъ, что интрамолекулярное дыханіе въ высшей степени сходно со спиртовымъ броженіемъ, какъ по продуктамъ получаемыхъ при немъ, такъ и по условіямъ возникновенія.

Давно уже Палладинъ ¹⁾—однимъ путемъ, Дьяконовъ ²⁾—другимъ, Годлевскій ³⁾—третьимъ, пришли къ убѣжденію, что интрамолекулярное дыханіе есть нечто иное, какъ спиртовое броженіе. При этомъ всѣми этими изслѣдователями частью подразумѣвалось, а частью и высказывалось, что *такое броженіе можетъ возникать только въ отсутствіи O* ,

1) Палладинъ, В. Значеніе кислорода для растеній. 1886.

2) Diakonow, N. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1886.

3) Godlewski, E. u. Polzeniusz. Vorläuf. Mittheil. im Anzeiger der Akad. d. Wissensch. in Krakau. 1897. Juli.

т. е., что это есть ненормальный процессъ, обусловленный лишеніемъ клетки кислорода. Это воззрѣніе допускаетъ однако противъ себя слѣдующее возраженіе: если интрамолекулярное дыханіе есть дѣйствительно ничто иное, какъ спиртовое броженіе, то оно должно обладать всѣми его свойствами, т. е. возникать и у высшихъ растений при всѣхъ тѣхъ условіяхъ, при которыхъ оно возникаетъ у дрожжей. Пока полное тождество этихъ двухъ процессовъ не доказано, мы не имѣемъ права устранять это спорное понятіе объ интрамолекулярномъ дыханіи.

Между тѣмъ Ивановскій доказалъ, что спиртовое броженіе возникаетъ у дрожжей не только въ отсутствіи O , но и при самомъ полномъ доступѣ его, лишь бы питательный субстратъ удовлетворялъ извѣстнымъ условіямъ; какъ уже было сказано выше, условія эти состоятъ въ ненормальной концентраціи сахара въ питательномъ растворѣ, причемъ, какъ мы видѣли, происходитъ задержка въ ростѣ.

Если интрамолекулярное дыханіе высшихъ растений дѣйствительно тотъ же самый процессъ броженія, что и у дрожжей, то мы должны ожидать, вопреки мнѣнію вышеназванныхъ авторовъ, что у высшихъ растений онъ тоже долженъ обнаруживаться не только въ отсутствіи кислорода, но и въ его присутствіи, при условіяхъ однако обилія сахара, а слѣдовательно также замедленнаго роста. Возможность этого послѣдняго случая, какъ мнѣ кажется, вполнѣ доказана, какъ моими опытами надъ дыханіемъ и образованіемъ спирта при прорастаніи въ сѣмядоляхъ гороха и въ эндоспермахъ кукурузы, такъ и вышеуказанными изслѣдованіями Mazé. Сюда же слѣдуетъ отнести показанія Berthelot ¹⁾ и Devaux ²⁾.

Итакъ, я думаю, что имѣются достаточныя основанія для слѣдующаго представленія объ интрамолекулярномъ дыханіи:

1) *Интрамолекулярное дыханіе есть по преимуществу спиртовое броженіе, свойственное въ большей или меньшей мѣрѣ всѣмъ растительнымъ клеткамъ.*

2) *Оно выступаетъ съ особою ясностью при задержкѣ роста и соответствующаго обмѣна веществъ, будетъ ли это происходитъ отъ ненормальности питательнаго раствора или отъ недостатка кислорода. И въ томъ, и въ другомъ случаѣ, продукты его не утилизируются растеніемъ и, накопляясь, обнаруживаются въ бѣльшихъ или меньшихъ количествахъ; слѣдовательно, не ростъ прекращается съ наступленіемъ интрамолекулярнаго дыханія, а это послѣднее обнаруживается лишь при задержкѣ или прекращеніи роста.*

3) *Для своего проявленія броженіе конечно требуетъ, чтобы въ распоряженіи живой клетки были вещества способныя къ броженію. Пока, какъ таковыя, намъ извѣстны различнаго рода углеводы. Быть можетъ окажутся и другія вещества, способныя поддерживать броженіе.*

1) Berthelot, M. Remarques sur la formation de l'alcool et de l'acide carbonique et sur l'absorption de l'oxygène par les tissus des plantes. C. R. 1889. T. 128, p. 1366.

2) Devaux, H. Asphyxie spontanée et production d'alcool etc. C. R. T. 128, p. 1346.

Такое воззрѣніе на интрамолекулярное дыханіе вполнѣ гармонируетъ съ извѣстными уже фактами; такъ, совершенно понятно, что у *Vicia Faba* напр., этого классическаго представителя энергичнаго хода интрамолекулярнаго дыханія, количество CO_2 , выдѣленной въ водородѣ, почти равно количеству ея, выдѣленному въ кислородѣ: при большомъ количествѣ запасныхъ углеводовъ и при задержанномъ ростѣ вслѣдствіе отсутствія O , процессъ броженія идетъ съ полной энергіей. Сюда же слѣдуетъ отнести опыты Палладина ¹⁾ съ искусственнымъ кормленіемъ этиолированныхъ побѣговъ *Vicia Faba* сахаромъ.

Съ другой стороны, у маслянистыхъ сѣмянъ, въ общемъ, вслѣдствіе недостатка готовыхъ углеводовъ, процессъ броженія идетъ менѣе энергично, а превращеніе жировъ въ углеводы, вслѣдствіе недостатка кислорода, замедлено. Искусственное введеніе углеводовъ должно повысить энергію броженія и въ отсутствіи кислорода, что можно ожидать на основаніи моихъ опытовъ надъ *Lupinus luteus*, а также было показано Палладинымъ непосредственнымъ опытомъ.

Точно также понятны столь гибельные для теорій *Вортмана* и *Ифеффера* опыты Дьяконова ²⁾: прекращеніе выдѣленія углекислоты въ его опытахъ съ хиной кислотой объясняется тѣмъ, что съ одной стороны, плѣсени не обладаютъ сколько нибудь значительными запасами, какъ это показалъ Флѣровъ ³⁾, а съ другой, хиная кислота оказалась матерьяломъ непригоднымъ для поддержанія спиртоваго броженія.

Не представляетъ серьезнаго затрудненія для объясненія и тотъ фактъ, что сѣмядоли нѣкоторыхъ сѣмянъ, а также и цѣлыя сѣмена въ первые моменты прорастанія ⁴⁾, обнаруживаютъ въ отсутствіи кислорода даже болѣе энергичное выдѣленіе CO_2 , чѣмъ въ его присутствіи. Это легко объясняется тѣмъ, что въ присутствіи O часть продуктовъ, способныхъ къ броженію идетъ на ростъ и другія надобности клѣтки, въ отсутствіи же O цѣликомъ сбрасывается. Этотъ фактъ, кстати замѣтить, какъ указалъ на это Палладинъ еще въ 1886 году, также рѣзко говоритъ противъ существующихъ воззрѣній на генетическую связь нормальнаго дыханія съ интрамолекулярнымъ дыханіемъ, какъ и опыты Дьяконова, показавшіе почти полное прекращеніе выдѣленія CO_2 у плѣсней въ отсутствіи кислорода.

Не представляетъ также затрудненій, съ точки зрѣнія предложенной выше гипотезы, установить соотношеніе между интрамолекулярнымъ дыханіемъ и обычнымъ газовымъ обмѣномъ въ присутствіи кислорода. Газовый обмѣнъ слагается изъ цѣлаго ряда отдѣльных, лишь косвенно связанныхъ между собою процессовъ; однимъ изъ этихъ процессовъ является и спиртовое броженіе, по преимуществу характеризующее интрамолекулярное дыханіе; въ присутствіи кислорода и при нормальныхъ условіяхъ роста и питанія, это спиртовое бро-

1) Палладинъ. Значеніе углеводовъ для интрамолекулярнаго дыханія сѣмянныхъ растений. 1894.

2) Diakonow, N. Intramolekulare Athmung und Gährthätigkeit der Schimmelpilze. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1886. Bd. IV.

3) Fleroff, A. Bot. Centr. Bl. Bd. LXXIX p. 282—287.

4) См. интересные опыты Палладина: Значеніе кислорода и т. д. стр. 94.

женіе обнаруживается лишь выдѣленіемъ CO_2 , которая и составляетъ большій или меньшій процентъ всей выдѣляемой углекислоты; спиртъ же при этихъ условіяхъ потребляется. Рядомъ съ этимъ процессомъ идутъ другіе: поглощеніе кислорода, и притомъ для весьма различныхъ надобностей, образованіе кислотъ, распаденіе ихъ съ образованіемъ CO_2 , взаимныя превращенія жировъ и углеводовъ, съ соотвѣтственнымъ воздѣйствіемъ на газовый обмѣнъ, превращенія бѣлковъ, явленія роста, со свойственными этимъ послѣднимъ особенностями обмѣна веществъ и т. д., и т. д.

Съ устраненіемъ доступа кислорода нѣкоторые изъ этихъ процессовъ прекращаются, другіе принимаютъ новое направленіе, а спиртовое броженіе, какъ не зависящее отъ присутствія или отсутствія O , идетъ или прежнимъ порядкомъ, или же нѣсколько мѣняется въ своей энергіи въ связи съ измѣнившимися общими условіями существованія; въ результатѣ начинаетъ накапливаться спиртъ, а можетъ быть и другіе продукты броженія, которые, не будучи удаляемы, наконецъ останавливаютъ жизнедѣятельность клѣтки и умертвляютъ ее. Если же эти продукты будутъ постоянно удаляемы, напр., диффузіей въ окружающую жидкость, какъ это имѣетъ мѣсто у дрожжей, то броженіе будетъ продолжаться въ теченіе весьма значительныхъ промежутковъ времени. Броженіе обнаружится и въ томъ случаѣ, если при наличности большихъ запасовъ углеводовъ будетъ задержанъ ростъ, какъ это особенно типично наблюдается на эндоспермахъ кукурузы, лишенныхъ зародышей; при отсутствіи роста потребность въ кислородѣ естественно уменьшается, а благодаря обилію углеводовъ, идетъ усиленное броженіе съ выдѣленіемъ CO_2 ; въ результатѣ получаютъ высокіе дыхательные коэффициенты и, при отсутствіи связаннаго съ ростомъ обмѣна веществъ, — накопленіе спирта.

Съ другой стороны, при голоданіи ростковъ, лишенныхъ сѣмядолей, мы наблюдаемъ постепенное израсходованіе углеводовъ, вслѣдствіе чего процессъ броженія все болѣе и болѣе задерживается, количества CO_2 , свойственныя этому процессу, все болѣе и болѣе уменьшаются, и въ результатѣ получается сильное пониженіе $\frac{CO_2}{O_2}$

Изъ всего вышеизложеннаго ясно видно и сходство, и различіе моихъ воззрѣній на интрамолекулярное дыханіе съ Вортмановскими: по Вортману — *вся CO_2 , выдѣляемая растеніемъ, есть результатъ спиртового броженія, идущаго въ клѣткѣ непрерывно и въ воздухѣ, и въ бескислородной средѣ, т. е., слѣдовательно, — дыханіе есть спиртовое броженіе, причемъ интрамолекулярное дыханіе есть лишь частный случай этого общаго явленія.* Именно на это то объединеніе двухъ различныхъ процессовъ и были направлены нападки Дяконова, Годлевскаго и Палладина, которые заставили между прочимъ Pfeffer'a отказаться не только отъ Вортмановскаго ученія, но и отъ своихъ собственныхъ прежнихъ воззрѣній на интрамолекулярное дыханіе.

Мое же воззрѣніе на интрамолекулярное дыханіе таково: *интрамолекулярное дыханіе представляетъ собой самостоятельный процессъ, состоящій главнымъ образомъ изъ спиртового броженія, нормально идущаго въ клѣткѣ, какъ въ воздухѣ, такъ и въ бескислородной средѣ, и доставляющаго въ общій газовый обмѣнъ лишь большую или меньшую часть углекислоты*

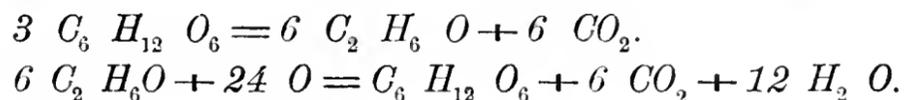
Сказаннымъ опредѣляется также различіе мѣхъ возрѣній съ возрѣніями *Палладина* и *Годлевскаго*, по мнѣнію которыхъ интрамолекулярное дыханіе есть *ненормальный процессъ* — спиртовое броженіе, возникающее у высшихъ растеній подъ вліяніемъ того нарушенія естественнаго обмѣна веществъ, который вызывается недостаткомъ въ кислородѣ.

Уже послѣ того какъ моя рукопись была сдана въ Академію Наукъ, и печатаніе ея значительно подвинулось, я получилъ возможность познакомиться съ прекраснымъ изслѣдованіемъ *Годлевскаго* и *Пользеніуса*, помѣщеннымъ въ *Bulletin International de l'Académie des sciences de Cracovie* за 1901 г. ¹⁾ Очень сожалею, что благодаря малой распространенности этого органа не имѣлъ случая достать его раньше.

Упомянутое изслѣдованіе представляетъ собой полное изложеніе результатовъ, полученныхъ авторами уже довольно давно; предварительное сообщеніе о нихъ появилось еще въ 1897 г. и было цитировано выше. Подтверждая главнѣйшій результатъ своихъ изслѣдованій — а именно, что интрамолекулярное дыханіе вполне тождественно по своимъ продуктамъ со спиртовымъ броженіемъ, авторы сообщаютъ также много новыхъ фактовъ и въ особенности много интересныхъ общихъ соображеній относительно явленій дыханія.

Наиболѣе интереснымъ для насъ является отказъ *Годлевскаго* отъ прежнихъ возрѣній на интрамолекулярное дыханіе. Не имѣя собственныхъ опытовъ, но основываясь на опытахъ *Berthelot*, *Mazé* и *Devaux* (цитированныхъ выше въ моемъ изслѣдованіи), онъ признаетъ теперь интрамолекулярное дыханіе за нормальный процессъ, идущій даже и въ присутствіи кислорода, если въ растеніи имѣются запасы углеводовъ; такимъ образомъ онъ склоняется къ принятію схемы *Вортмана*, т. е. рассматриваетъ интрамолекулярное дыханіе, какъ начальную стадію дыханія нормальнаго, причемъ полученный алкоголь *in statu nascendi* подъ вліяніемъ поглощеннаго кислорода окисляется до углеводовъ.

Въ виду того однако, что лишь у немногихъ растеній газовый обмѣнъ протекаетъ по *Вортмановской* схемѣ, *Годлевскій* предлагаетъ дополнительную гипотезу: допуская, что въ первую фазу дыханія подъ вліяніемъ спиртоваго броженія образовался спиртъ и углекислота, онъ предполагаетъ, что во вторую — не весь спиртъ превращается подъ вліяніемъ *O* въ углеводы, но частью сгораетъ до CO_2 и H_2O . Эта исправленная схема *Вортмана* можетъ быть выражена слѣдующими уравненіями:



Помощью этой схемы можно объяснить тѣ случаи, когда при интрамолекулярномъ дыханіи выдѣляется вдвое менѣе CO_2 , чѣмъ при нормальномъ.

1) M. E. Godlewski (Sen.) et F. Polzeniusz. Ueber die intramoleculare Athmung von in Wasser gebachten Samen und über die dabei stattfindende Alkoholbildung.

Въ атмосферѣ бѣдной кислородомъ, богатыхъ углеводами прорастающія сѣмена обнаруживаютъ обыкновенно $\frac{CO_2}{O_2} > 1$. Такіе случаи Годлевскій объясняетъ тѣмъ, что первая стадія процесса, т. е. интрамолекулярное дыханіе, преобладаетъ надъ второй, т. е. надъ окисленіемъ спирта кислородомъ, откуда слѣдуетъ, что количества CO_2 будутъ преобладать надъ количествами поглощеннаго O .

Такимъ же преобладаніемъ продуктовъ первой стадіи дыханія — интрамолекулярной, надъ второй — окислительной, можно, по мнѣнію Годлевскаго, объяснить вообще всѣ тѣ случаи, гдѣ наблюдаются коэффициенты > 1 .

Вполнѣ допуская логическую возможность подобныхъ объясненій, мы тѣмъ не менѣе должны отмѣтить значительную ихъ односторонность: они построены на предположеніи, что газовый обмѣнъ есть точный показатель процессовъ дыханія, покоящихся на броженіи съ одной стороны, и на окислительныхъ процессахъ съ другой. Отсюда — попытки составить схемы дыханія такъ, чтобы онѣ непременно соответствовали процессу полного или неполнаго горѣнія углеводовъ, и чтобы дыхательные коэффициенты какъ разъ соответствовали этимъ схемамъ.

При такихъ построеніяхъ очевидно совершенно игнорируется то обстоятельство, что газовый обмѣнъ слагается изъ ряда процессовъ весьма разнообразныхъ, какъ это было разобрано выше, а не изъ одного лишь броженія съ послѣдующимъ окисленіемъ; слѣдовательно мы никоимъ образомъ и ожидать не можемъ, чтобы $\frac{CO_2}{O_2}$ какъ разъ соответствовало схемѣ Вортмана или Годлевскаго при нормальномъ дыханіи, и если опытъ иногда показываетъ совпаденіе полученныхъ коэффициентовъ съ теоретически предположенными, на основаніи вышеуказанныхъ одностороннихъ схемъ, то это, на мой взглядъ, скорѣе говоритъ противъ этихъ схемъ, чѣмъ за нихъ.

Къ этому слѣдуетъ еще добавить, что подобныя схемы вовсе не объясняютъ наиболѣе обычный случай нормальнаго дыханія, при которомъ дыхательный коэффициентъ бываетъ значительно ниже единицы.

Подобныя соображенія вынуждаютъ относиться очень сдержанно къ попыткѣ Годлевскаго исправить схему Вортмана; зато съ другой стороны, нельзя не привѣтствовать ту рѣшительность, съ которой Годлевскій признаетъ спиртовое броженіе за процессъ, идущій въ клѣткѣ самостоятельно, и въ присутствіи O , и въ его отсутствіи. Это именно и даетъ возможность легко объяснить тѣ различныя недоумѣнія, которыя возбуждали въ свое время многіе опыты надъ интрамолекулярнымъ дыханіемъ; эти опыты разобраны нами выше и притомъ, какъ оказывается, довольно сходно съ Годлевскимъ.

3. Заключение.

Послѣ всего сказаннаго возникаетъ вопросъ: такъ что же такое дыханіе растений?

Пока было извѣстно только то, что растенія въ темнотѣ поглощаютъ кислородъ и выделяютъ углекислоту, то заключеніе, которое было сдѣлано объ этомъ процессѣ, было

довольно естественно: а именно, *по аналогіи съ дыханіемъ животныхъ*, и этотъ процессъ былъ названъ дыханіемъ, а *по аналогіи съ горніемъ* было принято, что выдѣленіе углекислоты и поглощеніе кислорода суть процессы также тѣсно и генетически между собою связанные, какъ въ процессѣ горѣнія органическихъ веществъ.

Какъ всякія заключенія по аналогіи, и эти заключенія оказались недостаточно обоснованными, когда сквозь дыхательный коэффициентъ, указывающій лишь на конечные результаты газоваго обмѣна, начали понемногу проступать тѣ процессы, которые протекаютъ въ клѣткѣ въ промежуткѣ между поглощеніемъ кислорода и выдѣленіемъ углекислоты.

Понемногу, выдѣляя эти процессы изъ общаго фона газоваго обмѣна, мы все болѣе и болѣе убѣждаемся, что *газовый обмѣнъ есть только внѣшній показатель самыхъ разнообразныхъ жизненныхъ процессовъ, развертывающихся въ клѣткѣ*:

1. Мы хорошо знаемъ, что по крайней мѣрѣ часть поглощеннаго кислорода *ассимилируется* растительной клѣткой, потребляясь на всевозможные образовательные процессы, — образованіе кислотъ, преобразование жировъ въ углеводы, образованіе клѣтчатки и углеводовъ изъ бѣлковъ и жировъ и т. д., и т. д.

2. Съ другой стороны, мы знаемъ, что для покрытія по крайней мѣрѣ части расходовъ кислорода клѣтка можетъ довольствоваться уже связаннымъ кислородомъ — въ видѣ его соединений, каковы напр. углеводы.

3. Мы знаемъ также, что въ теченіе цѣлыхъ часовъ кислородъ можетъ быть поглощаемъ безъ выдѣленія углекислоты.

4. Наконецъ, — мы достовѣрно знаемъ, что часть, и при томъ весьма значительная, углекислоты можетъ быть выдѣлена клѣткой, помимо непосредственнаго окисленія кислородомъ, и притомъ различными способами, каковы, напр., усиленное распаденіе кислотъ и спиртовое броженіе.

5. Въ какомъ размѣрѣ идетъ прямое окисленіе веществъ протопласта съ немедленнымъ выдѣленіемъ углекислоты, т. е. тотъ процессъ, который по преимуществу получилъ названіе дыханія, — мы достовѣрно не знаемъ.

Вышеизложенныя соображенія, въ отдѣльности взятая, давно уже стали общимъ достояніемъ, но по странному недоразумѣнію до сихъ поръ не приходится еще встрѣчаться съ ихъ систематическимъ изложеніемъ въ курсахъ фізіологіи растеній и въ большихъ спеціальныхъ изслѣдованіяхъ надъ дыханіемъ растеній. Не смотря на то, что давно уже оставлено воззрѣніе на дыханіе, какъ на процессъ исключительно фізіологическаго сожиганія, тѣмъ не менѣе далеко не достаточно еще подчеркивается то обстоятельство, что газовый обмѣнъ слагается изъ весьма разнообразныхъ процессовъ, изъ которыхъ нѣкоторые, какъ напр. ассимиляція кислорода, подчасъ ничего общаго не имѣютъ съ дыханіемъ въ тѣсномъ смыслѣ этого слова. На эту именно сторону намъ и хотѣлось обратить вниманіе вышеприведенными соображеніями и указать на необходимость реформы изложенія этого важнаго отдѣла фізіологіи. Важнѣйшимъ шагомъ въ такой реформѣ явилось бы прежде всего раздѣленіе понятій, по существу весьма различныхъ, и тѣмъ не менѣе постоянно смѣшпвас-

мыхъ: *дыханіе* и *газовый обмѣнъ*. На дѣлѣ, при несомнѣнномъ пониманіи авторами сущности явленій, эти два понятія почти никогда, какъ таковыя, сразу не различаются. *Газовый обмѣнъ* есть *понятіе общее*, *дыханіе* же, рассматриваемое какъ процессъ окисленія, *есть частный случай* этого газоваго обмѣна.

Между тѣмъ, въ курсахъ физиологіи мы обыкновенно находимъ большую главу о *дыханіи*, въ которой лишь между прочимъ говорится объ общихъ явленіяхъ газоваго обмѣна, по существу нерѣдко связанныхъ съ дыханіемъ лишь постольку, поскольку вообще связаны между собой всѣ жизненные процессы.

Другой шагъ въ реформѣ ученія о дыханіи долженъ состоять въ болѣе точномъ опредѣленіи термина *дыханіе*. Не сообщая пока на этотъ счетъ собственныхъ воззрѣній, считаемъ долгомъ указать теперь же на слѣдующее: по общепринятымъ воззрѣніямъ назначеніе дыханія состоитъ въ развитіи и выдѣленіи свободной энергіи, потребляемой затѣмъ растеніемъ при всевозможныхъ жизненныхъ процессахъ. Это развитіе свободной энергіи въ большинствѣ случаевъ ставится въ непосредственную связь съ процессами окисленія подъ вліяніемъ поглощеннаго кислорода. А между тѣмъ не надо забывать, что вѣдь при всякомъ химическомъ процессѣ происходитъ либо поглощеніе, либо освобожденіе энергіи, и какіе именно процессы служатъ для живого организма главнымъ источникомъ энергіи, мы едва ли хорошо знаемъ. Такимъ образомъ выходитъ, что съ одной стороны, нельзя опредѣлять дыханіе, какъ обмѣнъ газовъ,—это было достаточно выяснено всѣми предшествующими разсужденіями, а съ другой, опредѣлять его, какъ процессъ, служащій источникомъ энергіи—значить давать опредѣленіе слишкомъ общее, потому что источники энергіи въ организмѣ многообразны и многоразличны; мы рискуемъ слѣдовательно однимъ терминомъ соединить явленія весьма различнаго порядка; а между тѣмъ задача научнаго изслѣдованія именно въ томъ и состоитъ, чтобы сложное явленіе расчленилъ на болѣе простые, составляющіе его процессы.

Спрашивается теперь, что-же мы назовемъ дыханіемъ. Съ точки зрѣнія прежнихъ воззрѣній на дыханіе, *этому термину повидимому не остается больше мѣста*,—чѣмъ далѣе мы изучаемъ жизнь растенія, тѣмъ болѣе выясняется, что *газовый обмѣнъ есть конечный результатъ самыхъ разнообразныхъ жизненныхъ процессовъ, имѣющихъ мѣсто въ клѣткѣ, и едва ли можетъ быть рѣчь о какомъ нибудь единомъ процессѣ дыханія*, который объединялъ бы всѣ особенности газоваго обмѣна. Пока вся совокупность этихъ процессовъ идетъ при опредѣленныхъ внѣшнихъ и внутреннихъ условіяхъ,—и газовый обмѣнъ совершается съ нѣкоторой опредѣленной энергіей и характеромъ; мѣняются внѣшнія и внутреннія условія существованія клѣтки,—измѣняется и реакція «жизненнаго субстрата», какъ говоритъ Дьяконовъ, а вмѣстѣ съ ней—конечный итогъ газоваго обмѣна.

Предлагаемыя изслѣдованія произведены были въ періодъ времени съ 1897 г. по 1901 г. въ Ботанической Лабораторіи Императорской Академіи Наукъ. Считаю долгомъ высказать здѣсь глубокую благодарность моему дорогому учителю, академику Андрею Сергѣевичу Фаминцыну, какъ за самое широкое гостепріимство, которымъ я пользовался за все время работы въ Академической Лабораторіи, такъ, въ особенности, за то общее руководство совѣтомъ и критикой, которыми мнѣ многократно приходилось пользоваться съ самаго начала моей научной дѣятельности.





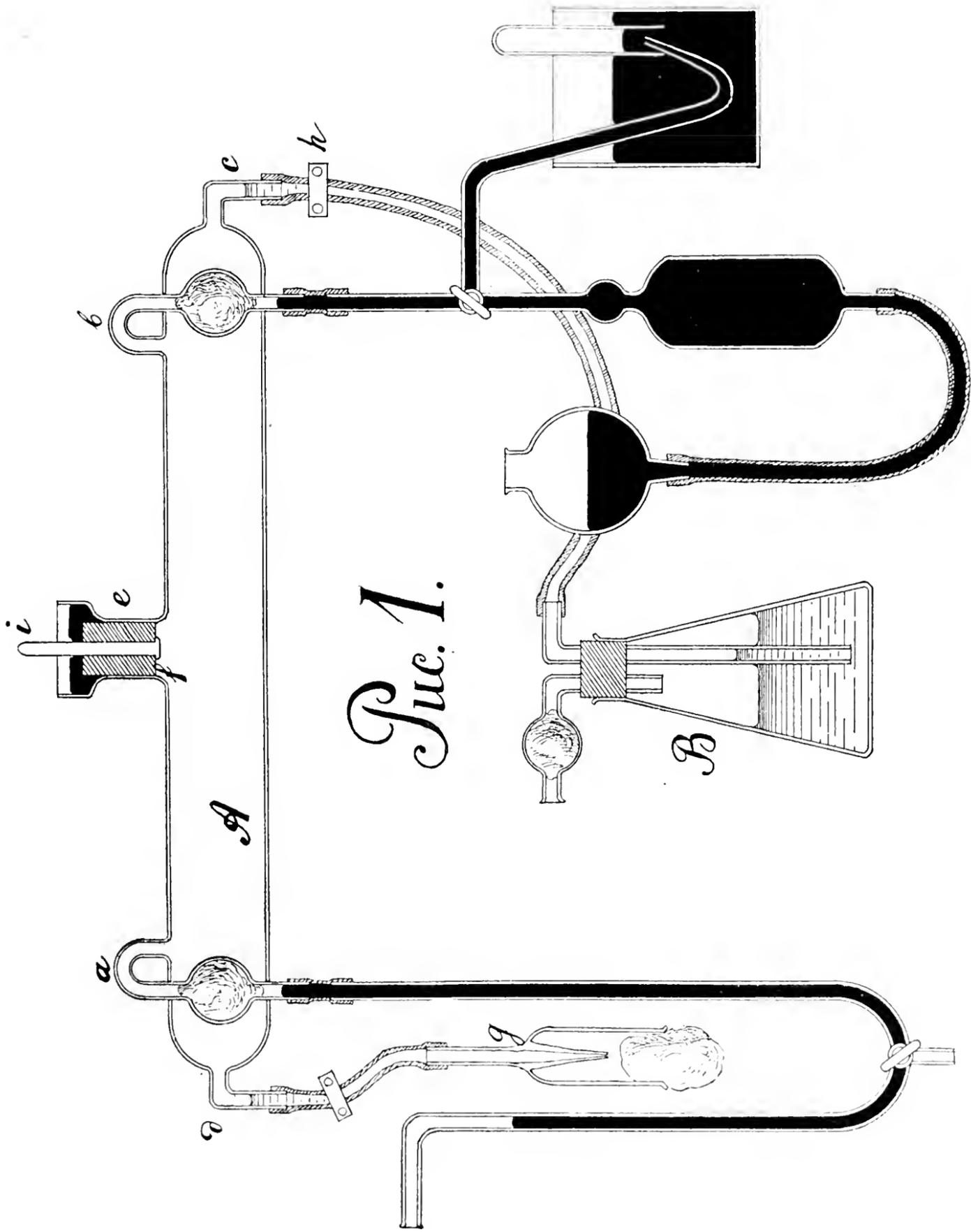


Fig. 1.

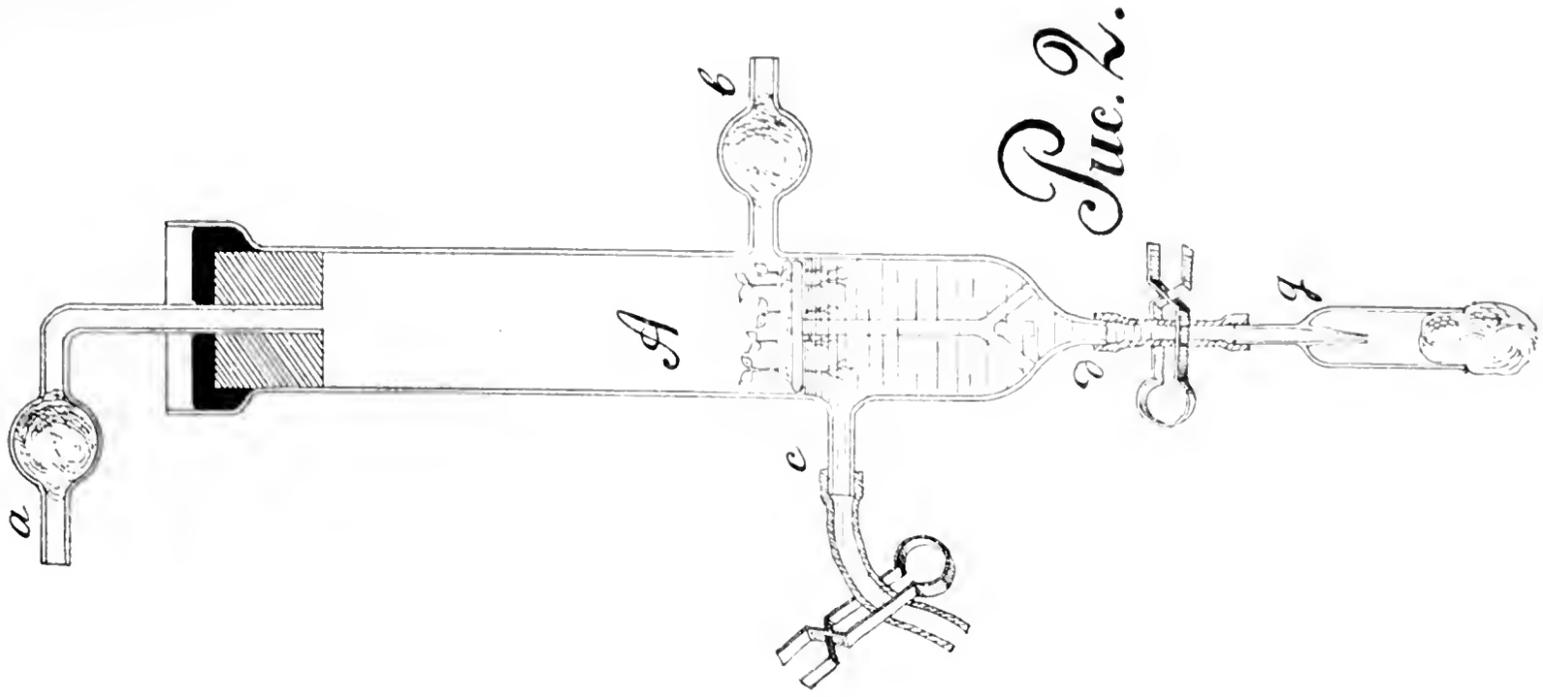
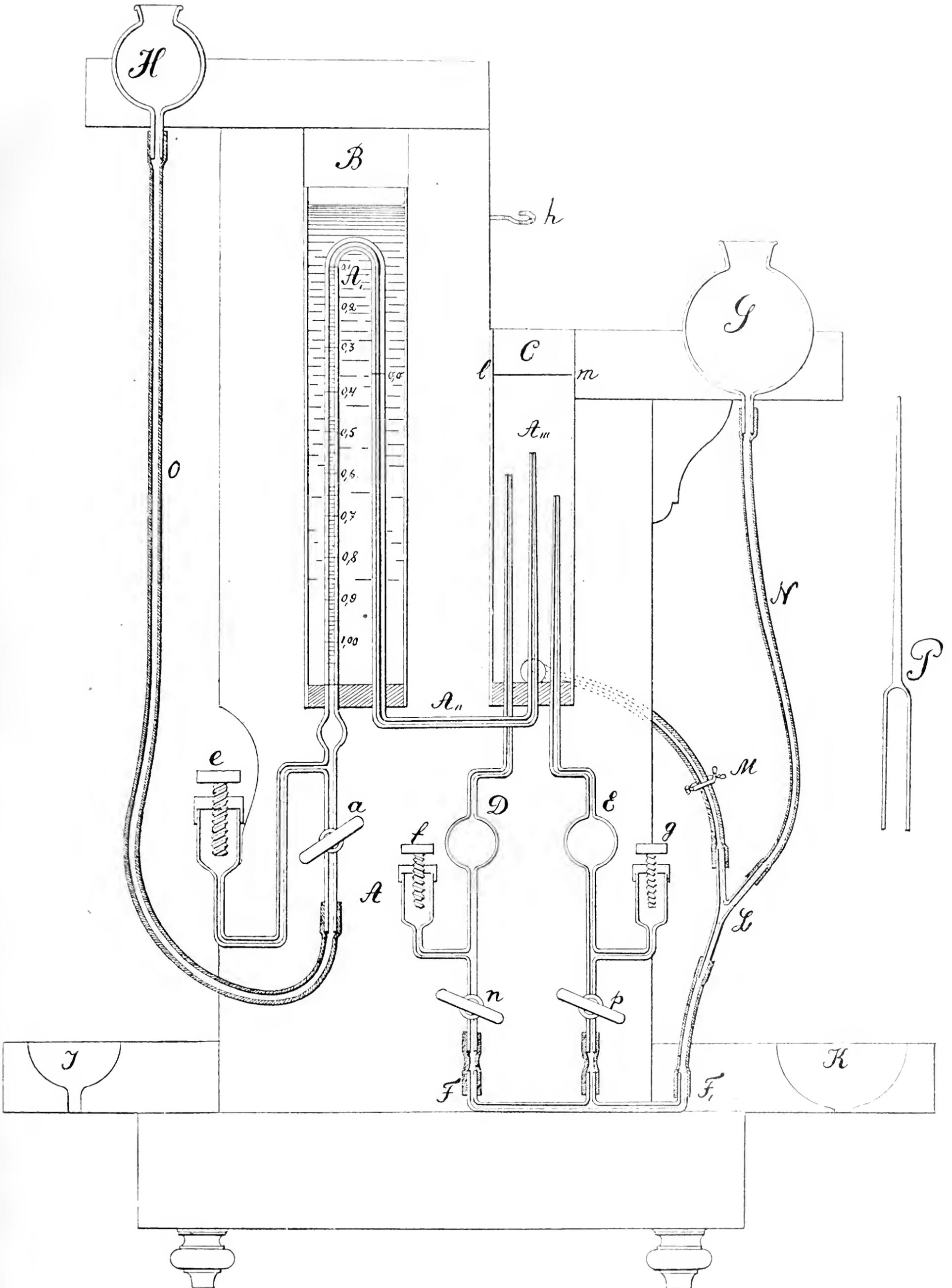


Fig. 2.





Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
С.-Петербургъ, Декабрь 1901 г. Непремѣнный Секретарь, Академикъ *Н. Дубровинъ*.

ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.
Вас. Остр., 9 лив., № 12.

VORWORT.

Jetzt endlich ist es mir gelungen die zweite Lieferung meiner *Asaphiden*, enthaltend die Gattungen *Asaphus* sens. str., *Onchometopus*, *Isotelus* und *Niobe* zum Abschluss zu bringen. Die zugehörigen zwölf Tafeln haben mir viel Noth gemacht. Nur die Tafeln 10 und 11 sind wie früher nach der Natur gezeichnet und dann lithographirt; bei den übrigen wurden um Zeit zu gewinnen die einzelnen Figuren photographirt, dann nach Bedürfniss ausgezeichnet und phototypirt. Die phototypische Wiedergabe hat mich aber durchaus nicht durchweg befriedigt, woher ich auch gezwungen wurde einen grossen Theil der Figuren als zinkographische Clichés zu wiederholen. Ein anderer Theil der Textfiguren giebt Darstellungen von neuen Materialien, die während der Bearbeitung hinzukamen, wie ja auch die ganze Tafel 12 auf solchen ergänzenden Materialien beruht.

Es bleiben nun noch von den *Asaphiden* die beiden grossen Gattungen *Ptychopyge* und *Megalaspis* übrig, nebst *Barrandia* und *Nileus*. Da das Material für *Megalaspis* noch eine erneute Durcharbeitung fordert und ich mit *Ptychopyge* so ziemlich im Reinen bin, so denke ich die letztgenannte Gruppe zunächst allein zu veröffentlichen. Ich nehme jetzt, wie schon früher angedeutet, für die schlecht begränzte Angelin'sche Gattung *Ptychopyge* drei Subgenera an, *Pseudasaphus*, *Basilicus* und *Ptychopyge* sens. str., die jede eine getrennte Darstellung finden sollen.

In der Einleitung S. 2 zu vorliegender Arbeit habe ich vom *Isotelus* (?) *Stacyi* m. gesagt, dass er vielleicht in die Nähe der Gattung *Asaphellus* Call. zu bringen sei. Im Texte S. 87 habe ich schon diese Annahme widerrufen. Die generische Zugehörigkeit dieser interessanten Art bleibt vorläufig, bis wir das Hypostoma gefunden, noch zweifelhaft.

In der erwähnten Einleitung habe ich schon auf die Detailaufnahmen des Herrn W. Lamanski am Wolchow und an andern Stellen des Petersburger Gouvernements, sowie auch in Estland, hingewiesen, die auch eine neue Gliederung der Etage B unseres Untersilurs veranlasst haben. Jetzt ist im Centralblatt für Mineralogie und Geologie 1901 p. 611 ff. und zugleich in den Nachrichten (Извѣстія) des geologischen Comité für 1901 p. 233 ff. eine vorläufige Mittheilung von Herrn Lamanski über seine Untersuchungen im Glint-Gebiet Estlands und Ingermannlands erschienen, die zugleich eine Vergleichung mit den entsprechenden scandinavischen Verhältnissen enthält. Eine ausführliche Arbeit über dasselbe Thema soll folgen. Wie ich schon früher erwähnt, weicht die von ihm vorgeschlagene

Gliederung der Etage B in manchen Stücken von der meinigen ab. Einzelne Stufen wie namentlich die gelb- und roth gefleckten Kalke der Stufe BII β von Lamanski, die durch *Onchometopus Vollborthi*, *Niobe Lindströmi* und *Asaphus Bröggeri* charakterisirt werden und direkt auf den *Planilimbata*-Kalk folgen, sind vollkommen sicher als unsrem Gebiet eigenthümliche Horizonte begründet, andere, die sich z. Th. auf verschiedene *Megalaspis*-Arten, namentlich der Gruppe *Rhinaspis* Rem. angehörige Formen gründen, kann ich noch nicht vollständig annehmen, da die *Megalaspis*-Arten noch einer weitem Durcharbeitung bedürfen. In der vorliegenden Arbeit habe ich die vertikale Vertheilung der Arten noch nach meinem alten Schema angegeben, da eben die Lamanski'schen Artikel erst während des Drucks erschienen sind. Bei den spätern Lieferungen werde ich mich ausführlicher mit den neuen Begränzungen auseinandersetzen haben, da dann wohl auch die ausführliche Arbeit des nämlichen Autor's erschienen sein wird, die ja ausser den Trilobiten auch die Cystideen und namentlich die *Bachiopoden* der einzelnen Horizonte einer genauen Revision unterworfen wird. Hier will ich nur noch bemerken, dass ich die in den vorläufigen Artikeln als neu aufgeführten *Asaphiden*-Arten dank der Gefälligkeit des Autors in Augenschein genommen habe. *Asaphus Schmidtii* Lam. beruht auf einem Pygidium, dessen Verwandtschaft vorläufig noch schwer festzustellen ist. *Asaphus priscus* ist für mich die älteste Form des *Asaphus Bröggeri*, deren unterscheidende Charaktere ich bisher noch nicht sicher erkennen konnte, ebenso erwarten wir noch den Nachweis des Unterschiedes des *Onchometopus Schmidtii* von *O. Vollborthi*.

Es soll mit den obigen Bemerkungen durchaus kein Angriff gegen die verdienstvolle Arbeit des Herrn Lamanski bezweckt werden. Ich will mich damit nur gegen den Vorwurf vertheidigen, als ob ich eine ganze Reihe neuer und vielleicht typischer Arten trotz meiner langjährigen Beschäftigung mit den *Asaphiden*, vollkommen übersehn hätte.

Wie viel meine Arbeit im Übrigen den neuen Forschungen des Herrn Lamanski verdankt, ergiebt sich aus den zahlreichen Textfiguren, die ich Dank seinen neuen Beiträgen meiner Arbeit habe beifügen können. Einen andern Theil des neuen Materials verdanke ich den Bemühungen des eifrigen Präparators und Sammlers unsres akademischen geologischen Museums Herrn O. Knyrko.

Inhalt.

	Seite.		Seite.
Einleitung.....	1	<i>Asaphus laevissimus</i> m.....	58
Gen. <i>Asaphus</i> sens. str.	4	— — var. <i>laticauda</i> m....	61
Diagnostische Kennzeichen der Arten.....	15	— <i>latus</i> Pand.....	62
Verticale und horizontale Verbreitung der		— — var. <i>Plautini</i> m.....	64
Arten.....	19	— <i>deexus</i> Eichw.	65
<i>Asaphus Bröggeri</i> m.	21	— <i>ornatus</i> Pomp.....	68
— <i>expansus</i> L. Dalm.....	24	— <i>ludibundus</i> Törnq.....	72
— <i>lepidurus</i> Nieszk.....	29	— — mut. <i>Itferensis</i> m....	77
— <i>raniceps</i> Dalm.....	32	— — mut. <i>jevensis</i> m....	78
— — var. <i>Lamanskii</i> m.	33—36	— — mut. <i>Kegelensis</i> m...	81
— — var. <i>acuminata</i> Boeck sp.	33—36	<i>Onchometopus Volborthi</i> m.....	82
— <i>paehyophthalmus</i> m.	37	Gen. <i>Isotelus</i> Dek.	86
— — var. <i>minor</i> m... ..	40	<i>Isotelus remigium</i> Eichw. sp.....	88
— — var. <i>major</i> m... ..	41	— <i>platyrhachis</i> Steinh.....	91
— <i>Eichwaldi</i> m.....	41	— <i>robustus</i> F. Röm.....	93
— — var. <i>Knyrkoi</i> m.	44	— <i>Stacyi</i> m.....	96
— <i>delphinus</i> Lawr.	45	Gen. <i>Niobe</i> Ang.....	98
— <i>cornutus</i> Pand.....	47	<i>Niobe laeviceps</i> Dalm. sp.....	103
— — var. <i>Holmi</i> m.....	50	— <i>Lindströmi</i> m.	105
— <i>Kowalewskii</i> Lawr.....	52	— <i>frontalis</i> Dalm. sp.....	107
— <i>platyurus</i> Ang.....	55		



EINLEITUNG.

Die vorliegende Lieferung meiner Bearbeitung unserer *Asaphiden* hat es wesentlich mit der eigentlichen Gattung *Asaphus* im Sinn von Angelin und Brögger zu thun, wie es schon in der ersten Lieferung gesagt worden. Die auf den Tafeln 10 und 11 dargestellten Gattungen *Isotelus*, *Onchometopus* und *Niobe* sind in die gegenwärtige Lieferung mit aufgenommen worden, weil die Tafeln zu denselben eben schon früher fertig waren, ohne dass ich damit für die Gesamtheit derselben eine nähere Beziehung zur Gattung *Asaphus* ausdrücken wollte. Eine solche findet viel eher statt zu der jetzt in die dritte Lieferung verwiesenen etwas unbestimmt charakterisierten Gattung *Ptychopyge* Ang., deren vorläufige Darstellung in der früheren Lieferung Manches zu wünschen übrig lässt.

Die drei Abtheilungen, die ich in dieser Gattung angenommen habe, verdienen die Bezeichnung selbständiger Untergattungen, oder lieber Gattungen, von denen *Ptychopyge* und *Basilicus* schon bei Salter in fast gleichem Sinn vorkommen, während die dritte auf Formen wie *P. tecticaudata*, *aciculata* und *globifrons* gestützte Abtheilung bisher noch keinen besondern Namen erhalten hatte. Für diese schlage ich jetzt den Namen *Pseudoasaphus* vor, weil sie den typischen *Asaphus*-Arten, die wir in gegenwärtiger Lieferung behandeln, in allen Theilen ähnlich ist und sich nur durch den Umschlag des Pygidiums den übrigen *Ptychopyge*-Gruppen anschliesst.

Eine von den übrigen sehr abweichende *Asaphiden*-Gattung, die in der vorläufigen Publikation garnicht erwähnt ist, führe ich jetzt zum ersten Mal in unserer Trilobitenfauna neu auf. Es ist die Gattung *Barrandia* M'Coy, von der ich neuerdings ein Exemplar aus Estland (wahrscheinlich aus C_2) in einer ältern Sammlung, die Volborth von Pander erhalten hatte, entdeckt habe. Sie nimmt eine Zwischenstellung zwischen *Asaphus* und *Bron-*

teus ein und soll in der nächsten Lieferung behandelt werden. Eine vorläufige Anzeige derselben wurde schon im Herbst 1899 in einer Sitzung der geologischen Abtheilung der hiesigen Naturforschergesellschaft gemacht, in der ich für sie auch den Namen *Barrandia Panderi* vorgeschlagen habe.

Da bei weiterem Studium einige Aenderungen in der Nomenklatur und in den verwandtschaftlichen Beziehungen der Arten zu einander sich ergaben, so gebe ich jetzt eine neue diagnostische Tabelle sowohl als eine neue tabellarische Uebersicht der Arten nach ihrer vertikalen und horizontalen Verbreitung.

Namentlich sehe ich mich veranlasst die abweichende und unvollständig bekannte Art *Asaphus Stacyi* aus der Gattung *Asaphus* auszuschliessen und wie ich ursprünglich angenommen vorläufig zu *Isotelus* zu ziehen, wohin sie nach der Gesammtheit der vorhandenen Kennzeichen gehört. Das wahrscheinlich entscheidende Hypostoma fehlt trotz eifrigen Nachforschens noch immer. Da die übrigen *Isotelus*-Arten in allen Silurgebieten, ausschliesslich dem höhern Untersilur (E—F bei uns) angehören, so war es von vorn herein unwahrscheinlich, dass wir eine Art dieser Gattung schon im Vaginatenkalk (B₃) haben sollten, da aber die bisher vorhandenen Kennzeichen dafür sprechen, müssen wir uns einstweilen bescheiden und die Art vorläufig zu *Isotelus* bringen. Wahrscheinlich wird sie aber wohl zu einer besonderen Gattung, vielleicht in der Nähe von *Asaphellus* Call. gehören.

Zur Correctur meiner historischen Uebersicht muss ich bekennen, dass ich bei Identificirung des ältest-beschriebenen *Asaphiden* *A. cornigerus* Schloth. (S. 2, 21 der ersten Liefer.) mit unserem *A. Kowalewskii* Lawr. etwas voreilig gewesen bin und demzufolge recht daran gethan habe den Namen *A. Kowalewskii* beizubehalten trotz der vermeintlichen Priorität des *Asaphus cornigerus*. Leider ist meine Identificirung, die ich nicht zeitig genug widerrufen habe, schon weiter in die Litteratur aufgenommen, indem G. Lindström in seinen researches on the visual organs of the trilobites p. 41 sie citirt hat.

Die erwähnte Identificirung hatte ich in Folge eines flüchtigen Besuchs der Berliner Sammlung, auf dem Wege zum Züricher Geologencongress 1894, ausgesprochen. Erst bei nochmaliger Revision der *Asaphiden* hatte ich neuerdings mich an Prof. O. Jäkel um einen Gypsabguss des Schlothheim'schen Originals gewandt. Nachdem mir dieser freundlichst zugesandt worden und ich im März 1900 auch das wahrscheinliche Schlothheim'sche Original wieder in Augenschein genommen, muss ich meine frühere Bestimmung zurücknehmen und an deren Stelle eine neue zu setzen suchen. Die für *A. Kowalewskii* so wichtigen Augen sind weggebrochen, wohl aber ist der Verlauf der Gesichtslinien erhalten, welche meine frühere Bestimmung ausschliessen. Die Form der Glabella, die Andeutung der eigenthümlich geformten schmalen Basalloben und die Zeichnung der Rhachisglieder des Thorax, die deutlich auf jedem Gliede ein Paar Tuberkel erkennen lassen, sprechen, wie die Andeutung von Seitenrippen auf dem Pygidium, für den bei Reval in den obern Schichten (C₁ b) nicht ganz seltenen *A. ornatus* Pomp., doch werde ich mich hüten diese neue Identificirung für

sicher auszugeben. Der *A. cornigerus* Schloth. ist von vorn herein auf zu mangelhaftes Material fundirt und so mangelhaft beschrieben worden, dass ich seine Rehabilitirung für nicht zulässig halten muss.

In den letzten Jahren hat Herr W. Lamanski hierselbst, dem ich auch manches schöne Stück für meine Bearbeitung der *Asaphiden* verdanke, detaillirte Studien über die Schichtenfolge, namentlich der Stufe B zunächst am Wolchow, aber dann auch an anderen Punkten des Petersburger Gouvernements und in Estland durchgeführt, die ihm auf manche neue Unterabtheilungen und andere Einzelheiten geführt haben, die mir entgangen waren und andererseits auch auf einige Correcturen meiner Ansichten über die Entwicklung der *Asaphiden* in der Zeit.

Bisher hat er nur einige Vorträge über seine Arbeiten in den Sitzungen der St. Petersburger Naturforscher-Gesellschaft — Abtheilung für Geologie und Mineralogie — gehalten. In nächster Zeit haben wir aber eine grössere Arbeit von ihm über diesen Gegenstand zu erwarten.

Im Folgenden werde ich mich wiederholt auf seine Beobachtungen in Bezug auf die Reihenfolge der *Asaphus*-Arten in der Zeit zu beziehen und dabei auf die Correcturen aufmerksam zu machen haben, denen meine eigenen früheren Angaben unterliegen. Es bezieht sich dieses unter anderem besonders auf den Nachweis, dass *A. Bröggeri* die älteste unserer *Asaphus*-Arten ist und auf die Angabe, dass die Gruppe des *A. expansus* nicht mit dieser Art beginnt, sondern mit *A. lepidurus* Nieszk., wovon ich allerdings mich noch nicht an Ort und Stelle habe so vollkommen überzeugen können wie von dem Alter des *A. Bröggeri* ohne aber doch im Stande zu sein stichhaltige Einwendungen zu machen.

Gen. *Asaphus* sens. str.

Im Folgenden fassen wir die Gattung *Asaphus* im engeren Sinn nach Vorgang von Angelin (Palaeont. scand. p. 51) auf, die mit *Hemicrypturus* Corda (Prodr. d. böhm. Tril. p. 69) und *Cryptonymus* Eichw. der Salter'schen Eintheilung übereinstimmt. Unsere Auffassung stimmt auch vollständig mit *Asaphus* sens. str. Brögger (Asaph. hypost. p. 25), der wie Angelin vorzüglich die Begrenzung gegenüber den nahestehenden Gattungen *Ptychopyge* und *Megalaspis* im Auge hatte.

Die Angelin'sche Diagnose lautet:

Corpus ovale convexum longitudinaliter trilobum; crusta laevis, impresso-punctata vel striolata. Caput breve, subtriangulare, angulis haudelongatis, muticis. Frons obsoleta vix latior, basi utrinque sub 1-loba, apice rotundata. Oculi subconici, distincte reticulati, supra truncati loboque orbitali rotundato praediti, subdistantes versus medium frontis siti. Sutura facialis postice ab oculis basim capitis intus flexa attingit, anticeque frontem anguste circumscribens, apice ipso rotundata cum acumine. Thorax e segmentis 8 conficitur; Rhachis convexa sat lata; pleusarum segmenta sulco longitudinali, lato, extrorsum evanescente canaliculata, apice rotundata, antrorsum imbricata.

Abdomen capiti respondens, parum convexum, immarginatum; rachis elongata, conica, ante apicem desinens costae laterales nullae; exempla sero decorticata saepe radiis obsolete-tissimis duplicatis. Limbus scuti inferior latissimus, striis irregularibus, remotiusculis.

Mit dieser Diagnose können wir im Ganzen sehr wohl übereinstimmen, namentlich ist auch die Hervorhebung eines obsoleten Basallobus der Glabella wichtig, der später oft verkannt wurde. Nur sind die Ecken des Kopfschildes nicht ausnahmslos «mutici», da wir bei *A. platyurus* Wangenhörner haben. Auch kommen bei erhaltener Schale am Pygidium auch Andeutungen von Rippen vor, wie bei *A. cornutus* und *ornatus*.

Vollkommen können wir die oben citirte kürzer gehaltene Diagnose von Brögger unterschreiben:

«Arten mit relativ stärker gewölbter Schaale, die losen Wangen des Kopfschildes in der Regel nicht in Hörner ausgezogen; Pleuren am Thorax gerundet mit nach vorn gewendeter Spitze oder quer abgesetzt; Pygidium glatt, selten deutliche Gliederung der Seiten-

loben zeigend, mit grossem Umschlag, welcher doch nur in der hinteren Hälfte an die Unterseite der Rhachis reicht».

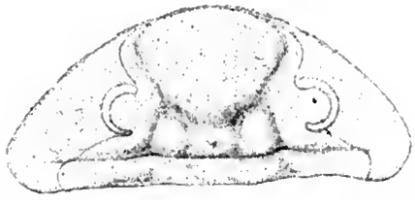
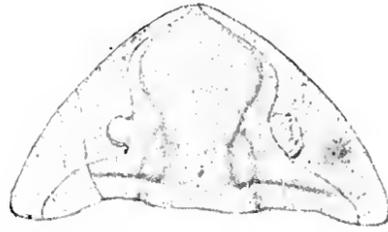
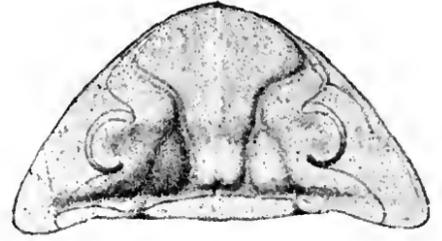
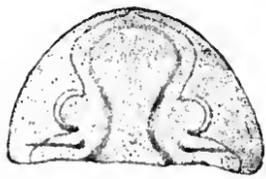
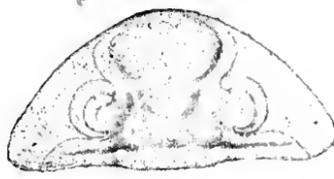
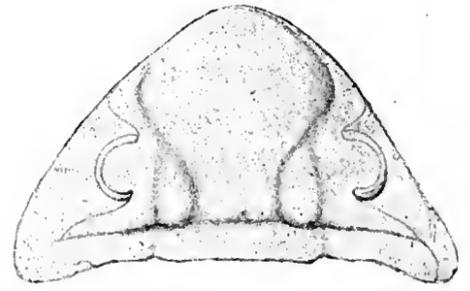
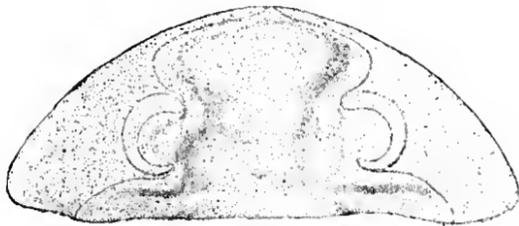
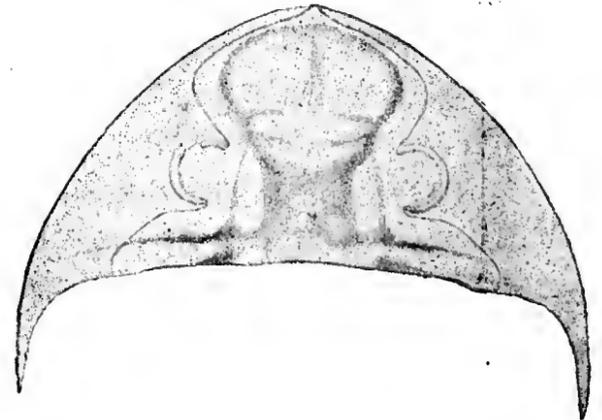
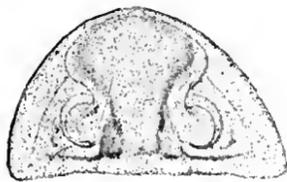
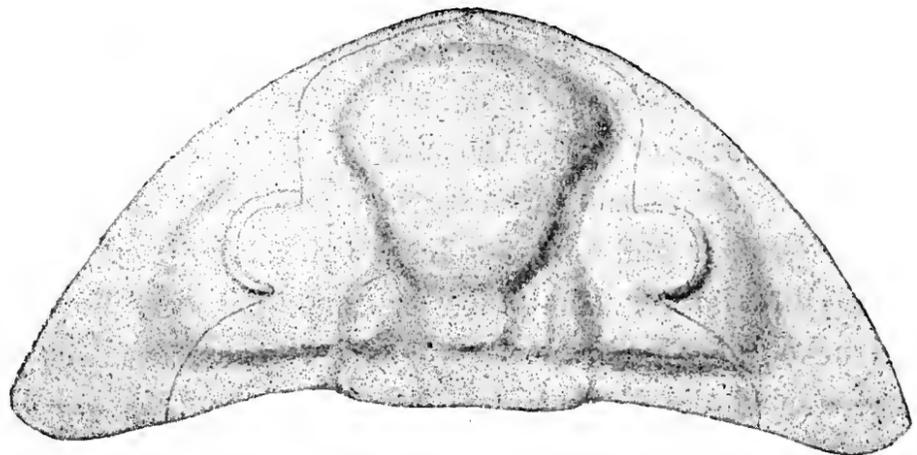
Eine weitere Eintheilung nach Gruppen ist mir nicht möglich gewesen. Die verwandtschaftlichen Beziehungen unserer zahlreichen über 20 Arten und Varietäten sind zu mannigfaltig als dass sich wohlcharakterisirte Gruppen herausheben liessen.

Allenfalls liesse sich die älteste Art *A. Bröggeri* durch ein abweichendes Hypostom und den einfachern Bau der Glabella abtrennen, aber im übrigen stimmt sie so genau zu den übrigen Arten, dass an eine solche Trennung nicht zu denken ist. In ähnlichem Falle sind einige andere Arten, die durch einzelne hervorstehende Charaktere sich unterscheiden, wie *A. platyurus* durch seine gehörnten Wangen, *A. delphinus* durch sein vorgestrecktes Kopfschild, *A. devexus* durch sein hohes breit gerandetes Pygidium, *A. cornutus* und *Kowalewskii* durch den erhöhten bis stielförmig ausgezogenen Augengrund. Eine tabellarische Zusammenstellung der unterscheidenden Charaktere, wie wir sie weiter unten geben werden, zum Zweck der Bestimmung der Arten, kann diesen Zweck einstweilen nur erreichen durch künstliche Hervorhebung deutlich erkennbarer Charaktere; es werden dadurch aber in manchen Fällen nah verwandte Formen auseinandergerissen und entfernte einander genähert. Wir werden später bei Betrachtung der Entwicklung unserer *Asaphus*-Arten in der Zeit auf gewisse genetische Beziehungen hinzuweisen suchen, die aber lange nicht für alle Arten so klar sind, als dass wir darauf unsere Eintheilung gründen könnten.

Wir gehen jetzt zur Betrachtung der einzelnen Körpertheile über, wobei wir vorzüglich auf die Merkmale achten wollen, die zur Unterscheidung der einzelnen Arten dienen.

Der **Kopf** ist im Umriss halbmondförmig (wie beim echten *A. expansus*) bis halbkreisförmig oder mehr oder weniger vorgezogen dreieckig wie bei *A. lepidurus*, *raniceps*, *laevissimus* und am meisten bei *A. delphinus*. Die Hinterecken sind abgerundet oder mehr oder weniger zugespitzt, bei einer Art *A. platyurus* in Spitzen ausgezogen. Der Hinterrand ist immer etwas concav, an den Ecken auch bisweilen convex wie bei *A. expansus* und einigen Formen von *A. ludibundus*. Die Wölbung des Kopfes ist an den Seiten gleichmässig bis zum Rande abfallend ohne einen flachen Randsaum wie bei *Niobe* und einigen Formen von *Megalaspis* zu zeigen. Längs dem Vorderrande lässt sich immer bei guten Exemplaren eine feine erhabene Linie erkennen.

Die **Glabella** ist von trapezoidaler bis birnförmiger Gestalt, mehr oder weniger gewölbt, in ihrem vordern Theil meist deutlich begrenzt; nur am Vorderrand reicht sie bisweilen wie bei *A. expansus* und *cornutus* bis an den Rand selbst ohne eine deutliche Abgrenzung zu zeigen. Ihr hinterer Theil wird oft undeutlich und die verschiedenen an ihm vorkommenden Eindrücke und Furchen verlangen zu ihrer Deutung eine besondere Betrachtung. Am klarsten sind die Verhältnisse beim echten *A. expansus*, den wir daher unserer Untersuchung zu Grunde legen. Wir sehen hier zwei von vorn nach hinten deutlich convergirende Furchen an den Seiten der Glabella, die Glabellarfurchen, die zwischen den Augen jederseits in eine tiefe etwas längliche Grube auslaufen; von diesen Gruben gehen fast

Fig. 1. *Asaphus expansus*.Fig. 2. *A. raniceps*.Fig. 3. *A. cornutus*.Fig. 4. *A. Bröggeri*.Fig. 7. *A. Eichwaldi*.Fig. 5. *A. delphinus* (Steinkern).Fig. 6. *A. laevissimus* var. *laticanda*.Fig. 8. *A. platyurus*.Fig. 10. *A. latus*.Fig. 9. *A. devexus* (ohne Schale).

Uebersicht des Verlaufs der Gabellar- und Dorsalfurchen bei mehreren Arten der Gattung *Asaphus*.

parallele wenig divergierende Furchen, als Fortsetzung der Glabellarfurchen (besonders deutlich auch bei *A. cornutus*), bis zur Nackenfurche, die Gruben selbst sind durch eine schwache Querfurche verbunden, die auch bei *Asaphus Eichwaldi* und *Kowalewskii* deutlich ist.

Etwas vor den Gruben zweigen sich jederseits unter stumpfem Winkel schwächere Furchen ab, die divergierend zur Nackenfurche verlaufen, diese sowie den Nackenring schneiden und sich in die Dorsalfurchen des Thorax fortsetzen. Das sind die eigentlichen Dorsalfurchen des Kopfschildes, die anfangs nicht von den Glabellarfurchen getrennt sind.

Nach Analogie anderer Trilobitengattungen müssten wir eben unsere Dorsalfurchen mit dem vorderen Theil der Glabellarfurchen zusammen als echte Dorsalfurchen betrachten und die oben erwähnten Gruben als hintere Seitenfurchen, die sich von den Dorsalfurchen abzweigen und ihrerseits sich weiter zum Nackenring fortsetzen, da sie aber in den meisten Fällen in ihrem hinteren Theil schwer erkennbar sind, so habe ich das Auskunftsmittel der Glabellarfurchen gewählt.

Hinter den **Augen-** oder **Seitengruben** trennt sich ein rundlicher bis vierseitiger Lobus ab, der nach innen von der Glabellarfurche nach hinten von der Nackenfurche und nach aussen von der Dorsalfurche begrenzt wird. Er entspricht vollkommen dem Basallobus anderer Trilobitengattungen. Vordere Seitenloben oder -Furchen lassen sich bei erhaltener Schale nicht unterscheiden, wohl aber lassen sich zwei solche als durchscheinende Flecken (*impressions auxiliaires* Barr.) bei manchen Arten wie bei *A. expansus*, *A. lepidurus* (Taf. 12, Fig. 7), *cornutus* (Taf. 4, Fig. 3, 7), *raniceps* (Taf. 2, Fig. 6), *ornatus* (Taf. 6, Fig. 6 a), *platyurus* (7, 8) u. a. und am Steinkern auch als Eindrücke oder Wülste erkennen (s. auch Brögger etag. 2 und 3 bei *A. acuminatus* Taf. 8, Fig. 5). Ausser den genannten Hülfeindrücken ist bisweilen noch ein länglicher centraler derartiger auf der Glabella bei *A. expansus*, bei *A. lepidurus* (Fig. 7 auf Taf. XII), und namentlich bei *A. cornutus* (Taf. 4, Fig. 3, 7) zu erkennen. Der Basallobus lässt sich bei erhaltener Schale ausser bei *A. expansus*, *raniceps* und *lepidurus* noch bisweilen bei *A. cornutus*, *Eichwaldi* und *ornatus* erkennen, bei den meisten Arten aber wird es erst am Steinkern möglich ihn sowie die Dorsalfurche deutlich zu sehen, ohne dass immer auch die Seitengruben deutlich sind, wie bei *A. delphinus* und *ornatus*. Auf der beistehenden Tafel sind betreffende schematische Darstellungen der meisten Arten enthalten, auf denen alle Furchen und Loben zu sehen sind. Nur bei *A. Bröggeri* sowie bei *Asaphus pachyophthalmus* fehlt auch am Steinkern jede Spur des Basallobus, auch die Seitengruben sind kaum angedeutet und es ist keine Unterscheidung zwischen Glabellar- und Dorsalfurchen möglich. Das nämliche Bild erhalten wir übrigens bei gewöhnlichen, nicht besonders gut erhaltenen Exemplaren von *A. latus*, *laevissimus* und *ornatus*. Bei den verschiedenen Formen von *A. ludibundus* sind bei erhaltener Schale auch keine Dorsal- und Glabellarfurchen zu unterscheiden, an Steinkernen erkennt man aber dass der vordere erhabene Theil der Glabella sich an den schwach entwickelten Seitengruben abschliesst und ihr hinterer Theil fast ganz flach erscheint. Von dem unteren Ende des vor-

deren birnförmigen Theils geht noch bisweilen eine feine Leiste vertikal bis zum Nackentuberkel (Taf. 8, Fig. 3). Aehnliches sieht man auch bei *A. ornatus*.

Dieser **Nackentuberkel** findet sich am Grunde der Glabella kurz vor der Nackenfurche bei sämtlichen Arten, aber in sehr verschieden starker Ausbildung. Während er bei *expansus* fast einen kräftigen Dorn darstellt ist er bei *Asaphus Bröggeri* kaum zu bemerken.

Die **Nackenfurche** ist meist vorhanden, aber schwächer oder stärker ausgebildet: bei *A. expansus*, *lepidurus*, *Eichwaldi*, *cornutus*, *Kowalewskii* ist sie stark und tief entwickelt, bei *raniceps*, var. *Lamanskii*, *latus*, *ludibundus* u. a. ist sie schwach, fast ganz fehlt sie bei *A. Bröggeri*; ihre seitliche Fortsetzung in die Occipitalfurche, die bis in die Nähe der Hinterecken reicht, ist aber bei allen Arten gleichmässig tief. Bei einigen Arten mit schwacher Ausbildung der Nackenfurche wie bei *A. raniceps* und var. *Lamanskii* ist dieser Uebergang allmählich, indem sie sich schon vor Erreichung der Dorsalfurche etwas vertieft, bei *Asaphus Bröggeri* ist er aber ganz abrupt, indem sich hier an den festen Wangen am Vorderrande des Beginns der Occipitalfurche ein stark markirter rechtwinkliger Vorsprung zeigt, der ein besonders gutes Kennzeichen der Art abgiebt.

Der **Nackenring** ist verschieden, flacher oder gewölbter je nach dem Charakter der Rhachisglieder des Thorax, mit denen er in Form und Sculptur vollkommen übereinstimmt. Bei *A. Bröggeri* ist er kaum vom hinteren Ende der Glabella zu unterscheiden.

Die **Augen** der Trilobiten sind neuerdings in Bezug auf ihren Bau von G. Lindström in seiner Arbeit «On the visual organs of the Trilobites», Stockholm 1901 ausführlich behandelt worden. In Bezug auf die Gattung *Asaphus* erfahren wir p. 27, dass sie zu der Gruppe mit zusammengesetzten Augen gehört, die aus planconvexen Linsen bestehen, die ihrerseits von einer durchsichtigen Hornhaut bedeckt sind. Mit einer guten Loupe lassen sich meist die feinen Facetten leicht erkennen und gewähren das Bild eines Fliegenauges. Die Sehfläche hebt sich deutlich ab vom Augengrunde, der meist ein schmales cylindrisch erhobenes Band über der Fläche der freien Wangen bildet. Bei *A. cornutus* ist er an seinem Grunde eingeschnürt; ausserhalb der Augen findet sich hier auf den Wangen noch ein besonderer kleiner Höcker. Bei *A. Kowalewskii* wird der Augengrund zu einem langen cylindrischen Stiele ausgezogen, der die Länge des Kopfschildes übertrifft und am Ende kugelförmig anschwillt. Bei beiden letztgenannten Arten fällt der Augengrund steil geneigt zur Nackenfurche ab, ohne zwischen sich und ihr noch einen abgesetzten Theil der Wangenfläche zu lassen wie bei allen übrigen Arten. Je nachdem der Augengrund mit der Sehfläche sich mehr oder weniger über die Fläche der Wangen erheben, erscheinen die Augen niedrig oder hoch, fast kegelförmig, wie bei *A. Eichwaldi* und *ornatus*. Dem entsprechend ist auch der **Augendeckel** kleiner oder grösser, flach ausgebreitet wie bei den verschiedenen Formen von *A. ludibundus* und *laevigatus* oder steil ansteigend wie bei den obengenannten *Eichwaldi*, *ornatus* und mehreren anderen Arten, dazwischen finden sich verschiedene Uebergänge. Die Form der Augen bleibt dabei aber sehr constant bei den einzelnen Arten, ebenso wie das Verhältniss der Grösse

ihres Querdurchmessers zur Höhe der Wangen und ihr Abstand vom Hinterrande, so dass alle diese Dimensionen gute Charaktere bei Unterscheidung der Arten bilden.

Die **Gesichtslinien** haben einen recht constanten Verlauf. Der hintere Zweig wendet sich von den Augen schräg nach hinten zur Nackenfurche und schneidet den Nackenring etwa in der Mitte der Entfernung zwischen Dorsalfurche und Wangenecke in einem nach aussen convexen Bogen. Dabei macht die Gesichtslinie bei den meisten Arten vor Erreichung der Nackenfurche einen stumpfen Winkel, indem sie vom Auge zuerst fast horizontal, nur wenig geneigt, verläuft und erst später steiler abfällt, während sie bei *A. cornutus* und *Kowalewskii* vom erhöhten Augengrunde in gleichmässiger schräger Linie zur Nackenfurche sich senkt. Der vordere Zweig der Gesichtsnath geht vom Auge nach aussen und vorn bis in die Nähe des Randes, wo er sich in steilem Bogen (der zuweilen auch als Winkel erscheint) umbiegt und sich dem Rande immer mehr nähernd vor der Glabella sich mit dem gegenüberliegenden Zweige der Gesichtsnath verbindet. Wo die Glabella bis zum Rande reicht, wie beim echten *A. expansus*, *cornutus*, *pachyophthalmus* und den meisten Formen von *A. Eichwaldi* ist dieser Winkel sehr stumpf, fast unkenntlich, bleibt aber noch ein schmaler Randsaum vor der Glabella, so ist auch die Spitze der Naht mehr vorgezogen (en ogive) wie bei *A. Bröggeri*, *raniceps*, *laevissimus* u. a. Seitlich der Glabella schneidet die Naht an den festen Wangen einen flachen Randsaum ab, der meist gleich breit in seiner Ausdehnung ist, zuweilen aber sich nach vorn, zur Umbiegungsstelle der Naht, erweitert, wie bei manchen Formen des *A. ludibundus* Törnq.

Der **Umschlag des Kopfschildes** bildet ein breites Band, das in der Mitte ausgeschnitten ist, zur Einfügung des Hypostoma. Während die Seitentheile sich nahe an die obere Seite anlegen, und bis zu den Augen reichen, ragt der der Glabella entsprechende Mitteltheil horizontal vor und bildet eine bald ebene bald etwas concave oder convexe Fläche, die entsprechend der Form des Kopfschildes entweder eine nach vorn gerundete oder dreiseitige Form hat. Manchmal ist die innere Begrenzung des Umschlages auf der Oberfläche des Kopfschildes deutlich markirt und bildet dann an der Berührungsstelle mit der Dorsalfurche (oder Seitenfurche der Glabella) eine deutliche Falte, so bei *A. latus* (Taf. VI, Fig. 1, 2, 3), für den sie ein charakteristisches Kennzeichen bildet. Ohne ausgesprochene Falte sehen wir den Umschlagsrand auch sonst auf der Oberseite markirt, wie bei *Asaphus cornutus* var. *Holmi* (Taf. IV, Fig. 8), bei *A. praetextus* Törnq. und zuweilen bei *A. Kowalewskii*. Der äussere Rand des Umschlages ist meist schärfer in der Mitte, vor der Glabella, und mehr gerundet an den Seiten. Hier verläuft er entweder gleichmässig bis zu den Hinterecken, indem er allmählich immer schmaler und schärfer wird, so dass die Hinterecken beim Zusammenrollen sich als Schutz über die Enden der Thoraxpleuren schieben können, oder wir finden kurz vor den Hinterecken an den Seiten des Umschlages besondere Gruben, die zur Aufnahme der Vorderecken des Pygidiums oder der Enden der Thoraxpleuren dienen. Diese Gruben sind von recht verschiedener Beschaffenheit; bei *A. expansus* sind sie schon von oben gesehen als schwache Ausbuchtung des Seitenrandes erkennbar; von unten gesehen

(Taf. 1, Fig. 3, Taf. XII, Fig. 6) erscheinen sie als längliche tiefe Gruben, die mit einer knotigen Anschwellung des Umschlagsrandes beginnen. Aehnlich, doch viel schwächer, verhalten sich die Gruben bei *A. lepidurus*, *Lamanskii*, *raniceps* und *Bröggeri*. Bei *A. pachyophthalmus* sind sie ebenso stark entwickelt wie bei *expansus* und ebenso deutlich oder noch deutlicher von oben gesehen markirt, da auch ihr äusseres Ende eine Anschwellung zeigt. Bei *A. cornutus* (Taf. XII, Fig. 11) sieht man die verhältnissmässig breite, spindelförmige Grube nur von der Unterseite des Kopfes, während sie bei *Asaphus delphinus* als scharf markirte Bucht am Seitenrande des Kopfes auftritt (Taf. III, Fig. 9), wie sie schon vom Autor der Art, Lawrow (Verh. Mineral. Ges. 1856 Taf. 4, Fig. b, c.) zuerst beschrieben wurde.

Bei anderen *Asaphiden* kennen wir etwas den eben beschriebenen Gruben Aehnliches nur bei der dem gen. *Asaphus* nahe stehenden Gattung *Onchometopus* (Taf. X, Fig. 10, 11), wo statt der Gruben an den Seitenrändern des Umschlages eine durchgehende Furche an der Unterseite des Umschlages auftritt, die auch zur Einfügung des Pygidium-Randes beim Zusammenrollen dienen musste.

Die Skulptur des Kopfes zeigt bei wohlerhaltenen Exemplaren mancherlei Kennzeichen, die bei Bestimmung der Arten zu verwerthen sind. Zunächst ist fast bei allen Arten eine feine Punktirung der Oberfläche nachzuweisen, die aus mehr oder weniger deutlichen eingedrückten Punkten besteht, die besonders auf den Wangen hervortreten. Am deutlichsten sind diese Punkte bei *A. ornatus*. Die Zwischenräume zwischen den Punkten erscheinen entweder glatt, wie z. B. bei *ornatus* oder fein gekörnt, wie bei sehr gut erhaltenen Stücken von *A. lepidurus*.

Die Terrassenlinien erscheinen in sehr mannigfaltiger Ausbildung und Stärke, besonders auf der Glabella aber zum Theil auch auf den Wangen. Am häufigsten erscheinen sie auf dem Vordertheil der Glabella als vielfach unterbrochene und zum Theil auch verästelte erhabene Linien, so bei *A. Eichwaldi*, *cornutus*, *delphinus*, *Kowalewskii*, *ornatus*, *devevus*, *latus*, *ludibundus*, auf den Wangen treten sie in gleicher Weise wie an der Glabella besonders längs dem Vorderrande bei *A. Eichwaldi* und *ludibundus* auf, bei letzterer Art erscheinen noch besondere charakteristische Querstreifen an den Hinterecken. Bei *A. cornutus* bilden sie starke Querrunzeln am äusseren erhöhten Augenrunde. Bei der nämlichen Art sehen wir auch auf dem mittleren und hinteren Theil der Glabella concentrisch angeordnete Terrassenlinien, die sich in sehr zarter nur selten auf guten Exemplaren zu erkennender Form auch bei *A. lepidurus* und *expansus* wiederholen, bei denen die gewöhnlichen Terrassenlinien am vorderen Theil der Glabella fehlen. S. auch die Abbildung von *A. expansus* in Burmeister's Organisation der Trilobiten Taf. V, Fig. 1. In den Gruben zwischen den Augen und auf den den vorderen Seitenfurchen entsprechenden impressions supplémentaires fehlen die feinen Linien, ebenso auf dem Mittelfleck der Glabella, siehe namentlich bei *cornutus* (Taf. IV, Fig. 3). Bei *A. laevissimus* fehlen die Terrassenlinien meist ganz, nur selten sind schwache Spuren am Vordertheil der Glabella zu erkennen. Bei dem

wenig bekannten *A. pachyophthalmus* fehlen die Linien ganz, ebenso bei *A. Bröggeri* und bisher bei *A. raniceps* und dessen var. *Lamanskii*.

Der Nackenring zeigt eine den Rhachisringen des Thorax entsprechende Skulptur, auf die wir später kommen. Der Umschlag des Kopfes ist bei allen Arten grob quergestreift, ebenso wie am Pygidium.

Das *Hypostoma* von *Asaphus* ist durch die schon erwähnte Arbeit von Brögger und durch Lindström's neue Arbeit in seinen Hauptzügen schon gut bekannt. Es hat eine recht constante Form, die schon bei Brögger l. c. p. 27 beschrieben ist. Wir haben ein deutliches rundes bis vierseitiges Mittelstück, an dessen hinterem Rande zu beiden Seiten der allein vorhandenen Hinterfurche die von Lindström beschriebenen Maculae auftreten, die meist vertieft sind und nur selten, wie bei *A. Bröggeri* und zuweilen bei *Asaphus expansus*, *lepidurus*, *raniceps* und *ludibundus* als erhabene Tuberkel auftreten. Ihre Seitenfurchen sind stark ausgebildet nur bei den ältesten Formen, so bei *Asaphus expansus* mit *lepidurus* und *raniceps* (Taf. I, Fig. 3, 4, 11) und besonders bei *Asaphus Bröggeri* (Taf. II, Fig. 7, Taf. XII, Fig. 5) der ausserdem durch die den Seitenfurchen fast parallelen nur wenig gewölbten Seitenränder ein ganz abweichendes an das Hypostom von *Megalaspides* erinnerndes Ansehen erhält. Die Randsäume sind überhaupt bei allen Arten stark ausgebildet und hinten gabelförmig getheilt. Die Gabeltheile kommen durchschnittlich dem Mittelstück an Länge gleich. Die Duplicatur des Randsaumes geht über dessen ganze Ausdehnung und zeigt auf der Innenseite der Gabelspitzen einen erhabenen Rand als Andeutung der Hinterflügel, die nirgends vollständig ausgebildet beobachtet werden konnten. Die Vorderflügel sind stark ausgebildet und steigen fast vertical an, sie sind mit den Seitentheilen des Kopfumslages durch Naht verbunden und lassen sich bis unter das Auge verfolgen.

Die einzelnen Arten unterscheiden sich ausser durch die schon erwähnte verschiedene Ausbildung der Seitenfurchen vorzüglich durch die verschiedene Wölbung der Seitenränder, die bei den verschiedenen Formen von *A. ludibundus* (Taf. VIII, Fig. 8, 17) fast winklig vorspringt, während sie z. B. bei *A. ornatus* ganz gering ist, der auch durch gestreckte wenig vorspringende Gabelspitzen sich unterscheidet (Taf. VI, Fig. 12), die wiederum bei *A. devexus* (Taf. VII, Fig. 5) durch ihre starke Divergenz auffallen. Im Allgemeinen ist die Unterscheidung der Arten nach dem Hypostoma allein nicht leicht, mit Ausnahme der oben angeführten Beispiele.

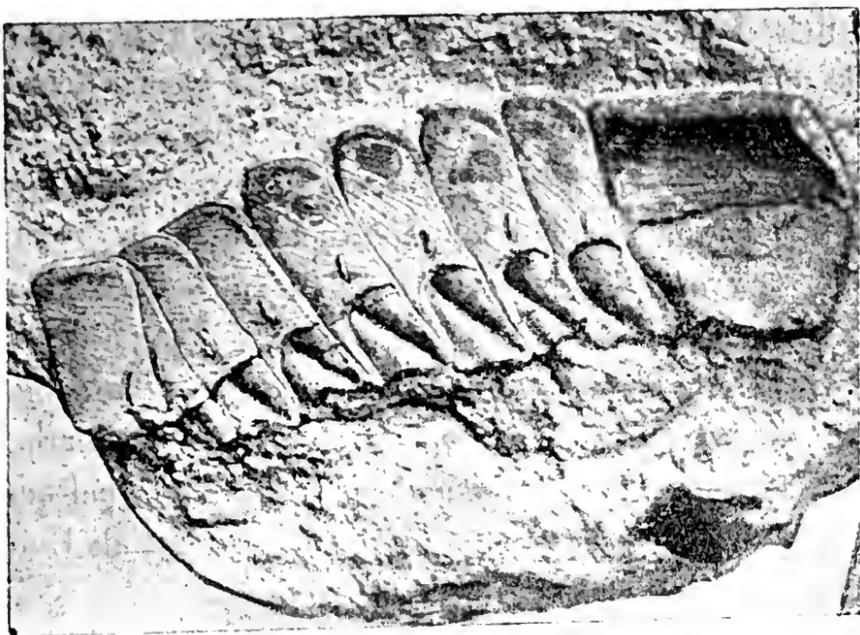
Die Sculptur des Hypostoma zeigt ziemlich starke concentrische Terrassenlinien, die nur auf den Maculae wegfallen, wie schon Lindström hervorgehoben hat. Weitere Beiträge zur Struktur dieser Maculae können wir hier nicht geben.

Der *Thorax* ist in seinem Bau schon recht vollständig und richtig im Anhang zur Brögger'schen Hypostomaarbeit geschildert (l. c. p. 70—74 Taf. 3, Fig. 49—51). Dem, was dort über die Gelenkverbindung der einzelnen Glieder gesagt ist, habe ich wenig mehr hinzuzufügen. Entsprechende Stücke, die früher wohl zu den grössten Seltenheiten gehör-

ten, da Brögger die erste entsprechende Abbildung geben konnte, sind in unsern lockeren Gesteinen mehrfach angetroffen worden, sowohl von *A. expansus* als von *Kowalewskii* (Taf. II, Fig. 18) u. a. Man sieht deutlich an Stücken, wo die Innenseite des Thorax mit den Dorsalfurchen erhalten ist, in diesen an der Vorderseite der Dorsalfurche die Gelenkpfanne und an der Hinterseite den Gelenkkopf. Ein einzelnes Gelenkstück des Thorax mit den genannten Gelenkkopf und Gelenkpfanne ist in Fig. 12 auf Taf. I in nicht gelungener Ausführung zur Darstellung gebracht. Auf der Oberseite des Thorax ist in den Dorsalfurchen von der Gelenkverbindung gar nichts wahrzunehmen, daher sie auch so lange unbekannt geblieben ist. Auf der Unterseite sieht man wie die Fig. 8 auf Taf. II (von *A. Kowalewskii*) zeigt deutlich auch die übrigen Verbindungen der Rhachisglieder und der Pleuren untereinander. Die einzelnen Rhachisglieder schliessen sich aneinander durch die Gelenkfurche und den bogenförmig nach vorn vorspringenden Gelenkfortsatz. An den Pleuren unterscheiden wir den horizontalen geraden, kürzern, innern Theil, der bis zum Fulcrum reicht (s. auch Taf. I, Fig. 1) und nur ein Drittel der ganzen Pleurenlänge ausmacht und den nach hinten und unten geneigten längeren äusseren Theil. Der stumpfe Winkel des Fulcrum jeder Pleure greift in eine flache Bucht des Hinterrandes der vor ihr liegenden Pleure ein. Durch den grössten Theil der Pleure zieht sich eine mehr oder weniger tiefe Diagonalfurche, oben in ihrem äusseren Theil nach vorn von einer deutlichen Kante begrenzt die dreiseitige mit Terrassenlinien bedeckte Gleitfläche abschneidet. Die Enden der Pleuren sind rund und nach vorwärts gewandt wie bei *Asaphus expansus* oder mehr oder weniger abgestutzt, besonders in den hintern Thoraxgliedern, wie bei den meisten andern Arten, ohne doch je in scharfe Spitzen auszulaufen wie bei der verwandten Gattung *Ptychopyge*.

Die Unterseite des innern Theils der Pleuren ebenso wie die Unterseite der Rhachis erscheint bei unsern fossilen Formen offen, an der aussern Hälfte des äussern Theils ist sie aber von einer dünnen durch Terrassenlinien quergestreiften Duplicatur der obern Schaaale bedeckt. Die innere Begrenzung dieser Schaaale springt vorn in einer kurzen, hinten in einer langen Spitze vor und verläuft in der Mitte ziemlich vertical (s. die beistehende Fig. 12, in Fig. 13 auf Taf. I leider falsch gestellt, s. auch Taf. XII, Fig. 27). Im vordern Theil dieser Schaaale sehen wir nun das schon von Volborth beschriebene Pander'sche Organ, dessen vergrösserte Darstellung wir hier nach dem Original exemplar in Fig. 11 beifügen (s. auch Fig. 13, 14 auf Taf. I, wie Fig. 27 auf Taf. XII.) Brögger hat im Anhang zu seiner oft erwähnten Arbeit über das Hypostoma der Asaphiden pag. 73, fig. 52, den Spaltencharakter der Pander'schen Organe angegriffen und sie für einfache Cristenbildungen erklärt, die mit Muskelansätzen in Verbindung stehn, nach meinen Beobachtungen an einer grossen Zahl von Exemplaren verschiedener Gattungen der Asaphiden erweist es sich nun, dass beide Theile Recht haben, die Volborth'sche Darstellung gilt vollkommen für *Asaphus* sens. str., bei andern *Asaphiden* aber, namentlich bei allen Gruppen von *Ptychopyge* Ang. (*Pseudasaphus*, *Ptychopyge* sens. str. und *Basilicus*), bei *Isotelus* und *Megalaspis* haben wir es mit einem

undurchbohrten Höcker zu thun, der im Abdruck als Grube erscheint. Bei Gelegenheit der betreffenden Untersuchungen fand ich nun auch, dass die innere Grenze des Pleurenumschlags gute Gattungscharaktere liefert. Bei *Asaphus* haben wir die oben beschriebene, bei *Ptychopyge*, wie schon Brügger gezeigt, bildet sie einen längern zungenförmigen Vorsprung, statt dessen bei *Pseudasaphus* nur eine mässig convexe Grenzlinie erscheint. Bei *Megalas-*



Figur 11.



Figur 12.

pis und *Isotelus* erscheint die Umschlagsgrenze in einfacher verticaler Linie ohne alle merklichen Vorsprünge. das Pander'sche Organ besteht nun bei *Asaphus* sens. str. in einer lippenförmigen nach hinten gewandten Erhebung, die an der Unterseite unter der am Rande angeschwollenen Lippe einen bogenförmigen (der Bogen nach vorn offen) feinen Spalt frei lässt, über dessen Bedeutung wir uns einstweilen des Urtheils begeben. Eine praktische Bedeutung bei der Zusammenkuglung mögen die Organe besessen haben, da sie, wie man in Taf. I fig. 14 sieht, die Ueberschiebung der Pleuren über einander verhindern. Die Pander'sche Originaldarstellung¹⁾ ist wie es scheint, auf Material von *A. Eichwaldi* m. gegründet. Ich habe das Organ namentlich auch an *A. expansus* und einer Form des *A. ludibundus* (Taf. XII fig. 27) beobachtet.

Die **Oberseite** der Rhachisglieder und die sie trennende Gelenkfurche zeigen sehr verschiedenartige Ansbildung und liefern daher mancherlei gute Charaktere zur Unterscheidung der Arten. Bei *A. expansus*, *lepidurus*, *Lamanskii*, *delphinus*, *Eichwaldi* sind diese Glieder mehr oder weniger hoch gewölbt, bei *A. Kowalewskii* und *cornutus* oben flach, fast vertical nach hinten abfallend, dabei sind sie durch starke Gelenkfurchen auch im ausgestreckten

1) Volborth. Ueber die mit glatten Rumpfgliedern versehenen russischen Trilobiten. St. Petersburg 1863. | Anhang, p. 44, t. I, fig. 1.

Zustand von einander geschieden, bei *A. platyurus* und *latus* sind die Glieder ganz flach und dabei die Gelenkfurche schwach ausgebildet, so dass die ersteren sich in gestreckter Lage unter einander berühren und verhältnissmässig breit erscheinen, daher wurde auch *A. platyurus* früher von Nieszkowski als *A. latisegmentatus* beschrieben. Bei noch andern Arten wie *A. Bröggeri*, *raniceps*, *laevissimus*, *devevus* sind die Gelenkfurchen tief und die ziemlich flachen Rhachisglieder steigen nach hinten an, so dass ihre Anordnung fast dachziegelförmig erscheint. Auf der Oberfläche namentlich der flacheren Rhachisglieder finden sich häufig paarige Knötchen oder an ihrer Stelle durchscheinende kleine Flecken, so namentlich bei *A. laevissimus* und *ornatus* (bei diesem noch bis 4 Knötchen Taf. VI fig. 28), aber auch bei *platyurus*, *latus*, *lepidurus*, *raniceps*, *Lamanskii*, *cornutus*, *Eichwaldi*. Diese Knötchen, die auch bei *Ptychopyge* vorkommen, lassen sich wohl passend mit Muskelansätzen in Verbindung bringen. Die sonstige Sculptur der Oberfläche, die mit der auf dem Nackenringe übereinstimmt, zeigt bei wohl erhaltenen Exemplaren von *A. expansus*, *lepidurus*, und *Eichwaldi* starke bogenförmig verlaufende charakteristische Terrassenlinien, die bei *ornatus*, *ludibundus* u. a. viel schwächer und feiner erscheinen, bei *Bröggeri*, *platyurus*, *latus* und meistens bei *laevissimus* fehlen sie ganz. Da ihr erkennbares Vorkommen so oft vom Erhaltungszustande der Oberfläche abhängt, ist ihr Vorhandensein oder Fehlen nicht so gut als Unterscheidungszeichen zu berauchen, wie ich anfangs wohl vermuthete.

Das **Pygidium** ist entsprechend der Kopfform entweder breit abgerundet wie bei *A. expansus* oder mehr vorgezogen und fast dreieckig wie bei *A. laevissimus*, *latus* und besonders bei *A. delphinus*, oder endlich deutlich abgestutzt wie bei *A. ornatus*. Nur bei einer Art, *A. devevus*, zeigt sich ein breiter abgeflachter Saum, aus dem die Umgebung der Rhachis sich hoch erhebt. Bei den übrigen Arten findet eine allmälige Senkung von der Rhachis zum Rande hin statt. Die Rhachis tritt meist deutlich hervor und ist von mehr oder weniger tiefen Dorsalfurchen begrenzt. Die Glieder der Rhachis sind bei erhaltener Schale mehr oder weniger deutlich oder verschwinden auch vollständig wie namentlich bei *A. platyurus*, *Bröggeri* und einigen Formen von *A. ludibundus*: auf dem Steinkern sind sie aber dann immer zu erkennen. Bei *A. expansus*, *lepidurus*, oft auch bei *Lamanskii*, *cornutus* und *Eichwaldi* sind die Glieder nur an den Seiten der Rhachis zu erkennen, die Mitte bleibt ungetheilt und erscheint dann bisweilen durch eigenthümliche bogenförmige Verbindungslinien geziert, wie bei *A. lepidurus*, wo sie zum Theil schuppig hervortreten; zugleich erscheinen dann die Seitentheile der Rhachisglieder schuppig vorragend. Spuren dieser Linien finden sich auch bei *A. expansus*, *Lamanskii*, *cornutus*, *Eichwaldi*, *laevissimus* und *ornatus*. Die Seitentheile des Pygidium lassen nur selten und undeutlich Spuren von Pleuren erkennen wie namentlich bei *A. ornatus*, *Kowalewskii*, *cornutus*, *latus* und *laevissimus*. In manchen Fällen zeigen diese Pleurenspuren so bei *ornatus*, dann auch Andeutungen von Zweitheilung wie bei *Megalaspis*, was schon Angelin in seiner Gattungscharakteristik bemerkte. Die Sculptur der Seitentheile ist aber sehr mannigfaltig durch verschiedene Streifen und Terrassenlinien. Ganz glatt, nur durch feine Punkte geziert sind sie bei *A. Bröggeri*, *platyurus* und *laevissimus*. Entsprechend den

nicht zu erkennenden Pleuren finden wir fortlaufende (wie bei *expansus*) oder unterbrochene, wie bei *lepidurus*, *raniceps*, *Lamanskii*, *delphinus*, *Kowalewskii* stärkere oder schwächere gerade, einfache oder unterbrochene¹⁾ Linien von der Rhachis zum Rande hin auslaufend. Bei *A. expansus* sind diese Linien fast allein vorhanden und bilden hier ein besonders charakteristisches Kennzeichen, bei den andern Arten finden wir zwischen ihnen nach dem Rande zu anderweitige kürzere einfache oder verzweigte Linien oder concentrisch gestellte kürzere oder längere Terrassenlinien eingefügt, die bei *A. Eichwaldi*, *latus* und *ludibundus* allein zu erkennen sind. Bei *A. ornatus* und *cornutus* sehen wir quer auf die Spuren der Pleuren gestellte Reihen von kurzen kräftigen Terrassenlinien.

Der Umschlag der Schaale des Pygidiums zeigt gröbere oder feinere Terrassenstreifung, die bisweilen gute Unterscheidungsmerkmale liefert. Meist ist er gleichmässig vom Rande nach innen gebogen, bei *A. Kowalewskii* aber bildet er einen deutlichen flachen Randsaum um das Pygidium (Taf. II, Fig. 16, 17; Taf. XII Fig. 17), der schwächer auch bei *A. cornutus* zu erkennen ist (Taf. IV fig. 15). Bei allen Arten erricht der Umschlag die Rhachis nur an ihrem Ende und lässt zu beiden Seiten des Vordertheils derselben ein dreieckiges Stück frei. Hierin besteht auch der durchgreifendste Unterschied der Gattung *Asaphus* sens. str. von der Gattung *Ptychopyge* im Sinne von *Angelin*.

Diagnostische Kennzeichen der Arten.

1. Hinterecken des Kopfschildes in mehr oder weniger lange spitze Hörner ausgezogen. Nackenfurche schwach. Rhachisglieder des Thorax breit, flach, mit sehr schwacher Gelenkfurche. Pygidium breit gerundet, flach gewölbt, ohne Gliederung der Rhachis bei erhaltener Schaale. Umschlag grob gestreift. Keinerlei Terrassenlinien auf der Oberseite.

A. platyurus Ang. B_{3b}, C_{1a}.

Hinterecken des Kopfschildes stumpf oder spitz, nicht in Hörner ausgezogen. 2.

2. Kopf vorspringend stumpf dreiseitig: An den freien Wangen seitlich eine tiefe kleine Einbucht zur Aufnahme der Vorderecke des Pygidiums beim Zusammenrollen. Augen niedrig. Glabella vorspringend, vorn steil abfallend mit Terrassenlinien bedeckt. Pygidium dreieckig mit fortlaufenden Linien von den Rhachisgliedern zum Randsaum. *A. delphinus* Lawr. C_{1a}.

Kopf nicht vorspringend dreiseitig. Keine tiefe Einbuchtung an den Wangen. 3.

3. Augen langgestielt oder doch auf mehr oder weniger stark erhabenen Anschwellungen des Augengrundes stehend. Hinterer Zweig der Gesichtslinien gleichmässig schräge vom Auge zum Nackenring verlaufend. Rhachisglieder des Thorax erhaben, oben flach, vorn und hinten steil abfallend. Pygidium am Steinkern mit flachem ungestreiftem Randsaum. 4.

Augen durchaus ungestielt, ohne Auftreibung des Augengrundes. Hinterer Zweig der

1) Bei guter Erhaltung erscheinen sie immer unterbrochen und nur zu fortlaufenden Linien zusammengefügt.

Gesichtslinien meist zuerst horizontal verlaufend, dann schräge abwärts zum Hinterrande gewandt. Pygidium am Steinkern ohne flachen Randsaum 5.

4. Augen lang gestielt, die dünnen Stiele die Länge des Kopfschildes übertreffend, ohne seitliche Anschwellung im Grunde. Eine stumpfe Kante vom Augengrunde zum Ende der Nackenfurche. Hinterecken spitz. Glabella am Grunde eingeschnürt, keinerlei Ausbuchtungen am Rande der freien Wangen. Pygidium mit zusammenhängenden Linien von den Rhachisgliedern zum Randsaum. Breiter Randsaum am Steinkern des Pygidium.

A. Kowalewskii Lawr B_{3b}, C_{1a}.

Augengrund zu kurzen dicken Hörnern erhoben (in der Jugend kaum), aussen an der Seite mit rundlicher tuberkelartiger Anschwellung. Glabellarfurchen ohne Einschnürung fast parallel bis zur Nackenfurche verlaufend. Flache Ausbuchtung an der Unterseite des Seitenrandes zur Einfügung beim Einrollen. Hinterecken stumpf. Pygidium auf den schwach ange deuteten Seitenrippen mit Reihen kurzer schräggestellter Streifen. Schmalere Randsaum am Steinkern des Pygidium.

A. cornutus Pand. B_{3b}, C_{1a}.

Augengrund wenig erhoben. Glabellarfurchen nach hinten schmaler. Glabella mit Einschnürung. Hinterecken spitz. Umschlag der freien Wangen auf der Oberfläche hervortretend. Sonst wie die Hauptform.

A. cornutus var. *Holmii* m. C_{1a}.

5. Pygidium mit breitem, flachen oder etwas ausgehöhlten Saum, aus dem sich die Umgebung der kurzen Rhachis steil aber allmählich erhebt. Die freien Wangen immer getrennt vom Kopfschild gefunden. Hinterecken des Kopfes gerundet, Rhachisglieder hoch gewölbt. Grosse Formen.

A. devexus Eichw. C_{1b}.

Pygidium ohne breiten Randsaum 6.

6. Entfernung der Augen vom Hinterrande grösser oder höchstens ebenso gross als ihr Durchmesser. Kopf ohne Terrassenlinien (in B_{2b} und B_{3a}). 7.

Entfernung der Augen vom Hinterrande kleiner als ihr Durchmesser. 11.

7. Nackenfurche mehr oder weniger deutlich, geht allmählich in die hintere Wangenfurche über. Basalloben der Glabella vorhanden. Hypostoma mit bogenförmigen Seitenrändern und schwacher Seitenfurche. Umschlag des Pygidiums grob gestreift. 8.

Nackenfurche gar nicht vorhanden, hintere Wangenfurche deutlich mit rechtwinkligem Vorsprung am Beginn der Vorderseite. Keine Basalloben der Glabella und keine Eindrücke zwischen den Augen. Hypostoma mit fast parallelen Seiten und tiefen Seitenfurchen. Keinerlei Streifen auf den Seiten des Pygidiums. Umschlag fein gestreift. *A. Bröggeri* m. B_{2a}.

8. Kopfschild dreiseitig mit spitzen Hinterecken. Umschlag vor dem Hypostoma dreiseitig, flach, fast ausgehöhlt. Gruben am Seitenrande des Kopfes und Nackentuberkel schwach. Gesichtslinien vorn in eine kurze Spitze ausgezogen. 9.

Kopfschild halbmondförmig mit stumpfen Ecken. Umschlag vor dem Hypostoma schmal, durchweg flach gewölbt. Gruben am Seitenrande des Kopfes und Nackentuberkel stark entwickelt. Gesichtslinien vorn am Rande unter sehr stumpfem Winkel zusammenlaufend.

Rhachisglieder des Thorax gewölbt mit starken Terrassenlinien. Pygidium mit in der Mitte durchbrochenen Rhachisgliedern, deren Theile nicht durch fortlaufende Linien verbunden sind. Pleuren mit zum Rande verlaufenden fast einfachen Linien.

A. expansus Dalm. B_{2b}.

9. Nackenfurche und Seitengruben der Glabella schwach. Rhachisglieder des Thorax flach, mit schwachen Terrassenlinien oder ohne solche. Pleuren des Pygidiums mit sehr schwachen, oft unterbrochenen (oft gar nicht sichtbaren), zum Rande verlaufenden Linien. Rhachisglieder undeutlich. 10.

Nackenfurche und Seitengruben der Glabella deutlich. Rhachisglieder des Thorax gewölbt mit starken Terrassenlinien. Pygidium mit durchbrochenen Rhachisgliedern, deren Theile durch eine bogenförmig nach vorn gewandte (oft schuppenartig vorspringende) fortlaufende Linie verbunden sind. Pleuren mit oft getheilten zum Rande verlaufenden Seitenlinien, zwischen denen feine oft verzweigte Linien eingeschoben sind.

A. lepidurus Nieszk. B_{2b}.

10. Nackenfurche in der Mitte schwach. Seitengruben der Glabella deutlicher. Pygidium bei fehlender Schale mit deutlich durchbrochenen Rhachisgliedern, die bei erhaltener Schale undeutlich sind. Meist klein.

A. raniceps var. *Lamanskii* m. B_{2b}.

Nackenfurche fehlt in der Mitte ganz. Seitengruben der Glabella ganz schwach. Rhachisglieder des Pygidium auch bei fehlender Schale durchgehend, nicht durchbrochen. Meist grosse Form.

A. raniceps Dalm. B_{3a}.

11. Hohe Augen mit steil ansteigendem Augendeckel 12.

Niedrige Augen mit mehr oder weniger flachem Augendeckel. Glabellarfurchen schwach. Rhachisglieder flach. 15.

12. Basalloben und Terrassenlinien an der Glabella vorhanden. Keine Gruben an den Seiten des Kopfes zur Einfügung des Pygidiums beim Einrollen. Durchmesser der Augen kleiner als ihre Entfernung vom Vorderrande. 13.

Kopfschild halbmondförmig. Starke Gruben am Umschlag des Seitenrandes (wie bei *A. expansus*). Dicke Augen. Ihr Durchmesser grösser als ihre Entfernung vom Vorderrande. Wangenecken scharf. Glabella ohne deutliche Terrassenlinien und Basalloben. Pygidium mit undeutlichen Rhachisgliedern, von denen feine Linien zum Rande gehen.

A. pachyophthalmus B_{3b}.

13. Glabella schwach gewölbt, mit Längskiel. Gruben zwischen den Augen schwach. Oberfläche des Kopfes mit groben eingedrückten Punkten. Hypostoma mit schlanken Gabelspitzen, der Seitenrand nicht vorspringend. Rhachis der Thoraxglieder mit 2—4 mehr oder weniger deutlichen erhabenen Tuberkeln und feinen spärlichen Terrassenlinien. Pygidium abgestutzt mit meist erkennbaren doppelten Pleuren die vordern, scharf, geradlinig, die hintern flach gewölbt, auf denen Streifen von kurzen quergestellten kräftigen Terrassenlinien verlaufen. Rhachisglieder deutlich, nicht unterbrochen.

A. ornatus Pomp. C_{1a}, C_{1b}.

Glabella stark gewölbt, ohne Längskiel. Oberfläche des Kopfes fein punktirt mit starken Terrassenlinien. Starke Gruben zwischen den Augen durch eine Querfurche verbunden. Seitenrand des Hypostoma stark gewölbt. Rhachisglieder des Thorax mit 2 schwach angeordneten Tuberkeln und groben, dichten, bogenförmigen Terrassenlinien. Pygidium nicht abgestutzt, ohne Pleuren. Seitentheile mit unregelmässig vertheilten Terrassenlinien bedeckt. Hintere Rhachisglieder meist deutlich unterbrochen, die Theilstücke durch Bogenlinien verbunden. 14.

14. Nackenfurche durchgehend oder nur wenig schwächer in der Mitte. Hinterecken mit stumpfer Spitze. Umschlag des Pygidiums mit groben Terrassenlinien.

• *A. Eichwaldi* m. B_{3b}, C_{1a}.

Nackenfurche in der Mitte fast gar nicht ausgebildet. Hinterecken spitzig. Umschlag der Pygidiums meist mit getheilten und daher sehr dichten Terrassenlinien.

A. Eichwaldi var. *Knyrkoi* B_{3b}.

15. Kopf breit gerundet. Glabella flach gewölbt ohne Kiel. Gesichtslinien in stumpfer Spitze zusammentreffend. Der Umschlag des Kopfschildes auf der Oberfläche durch eine schwache Grenzlinie deutlich markirt. An ihrer Berührungsstelle mit der Dorsalfurche eine deutliche Falte vor den Augen. Augendeckel oft etwas ansteigend. Hypostoma mit bogenförmigem Seitenrand. Rhachisglieder des Thorax flach mit schwacher Gelenkfurche. Feine Terrassenlinien am Kopf und den Pleuren des Pygidiums.

A. latus Pand. C_{1a}.

Umschlag des Kopfschildes auf der Oberfläche nicht markirt. Gelenkfurchen der Thoraxglieder stärker. 16.

16. Kopfschild meist dreieckig oft mit ausgeschweiften Seiten. Hinterecken mit scharfer Spitze. Nackenfurche deutlich, Seitenrand des Hypostoma im Bogen verlaufend. Oberfläche des Kopfes meist ganz glatt ohne Terrassenlinien, die nur zuweilen in feinen Spuren an der Glabella auftreten. Ebenso meist glatte Rhachisglieder des Thorax, die häufig paarige Knötchen wie bei *A. ornatus* zeigen. Pygidium meist stumpf dreieckig, immer glänzend glatt ohne Terrassenlinien, nur die Rhachisglieder schwach durch Linien abgegrenzt.

A. laevissimus m. C_{1a}.

Hinterecken meist kurz, spitzig oder auch ziemlich stumpf. Nackenfurche schwach. Glabella mit scharfem Kiel. Terrassenlinien auf Glabella und Wangen, die bisweilen starke Querstreifung zeigen. Seitenrand des Hypostoma in stumpfem Winkel vorspringend. Rhachisglieder ziemlich flach, ohne Knötchen, mit feinen Terrassenlinien, die auch auf dem gerundeten oder stumpfen dreieckigen Pygidium zu sehen sind.

A. ludibundus Törnq. C_{1b}, C₂.

Hierzu als Mutationen oder vielleicht doch besondere Arten: Mut. *Itferensis* m. in C₃ enthält grosse Formen mit grossen Dorsalfurchen an Thorax und Pygidium.

Mut. *Jewensis* in D₁. Glabella oft vorspringend, meist gekielt, stark gewölbte Formen, vielleicht zwei verschiedene Arten.

Mut. *Kegelensis* in D₂. Hinterecken des Kopfes oft stärker zugespitzt. Das Pygidium flacher mit stärker convergirenden Dorsalfurchen.

Verticale und horizontale Verbreitung der Arten.

	B _{2a}	B _{2b}	B _{3a}	B _{3b}	C _{1a}	C _{1b}	C ₂	C ₃	D ₁	D ₂	Gouv. St. Pe- ters- burg.	Estland.		Auswärts.
												O. von Reval	Reval n. W	
<i>Asaphus Bröggeri</i> m.	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	
— <i>lepidurus</i> Nieszk.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	Norwegen, nordd. Gesch.
— <i>expansus</i> Dalm.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	Schweden, Norwegen.
— <i>raniceps</i> Dalm.	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—	+	+	+	Schweden, Norwegen (vgl. <i>acuminatus</i>).
— — var. <i>Lamanskii</i> m.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	
— <i>pachyophthalmus</i> m.	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	+	—	—	
— — var. <i>major</i> m.	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	+	—	—	
— — var. <i>minor</i> m.	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	+	+	—	
— <i>platyurus</i> Ang.	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	+	+	—	Schweden, nordd. Gesch.
— — var. <i>laticauda</i> m.	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	+	+	+	
— <i>Eichwaldi</i> m.	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	+	+	+	Norddeutsche Geschiebe?
— — var. <i>Knyrkoi</i> m.	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	+	—	—	
— <i>Kowalewskii</i> Lawr.	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	+	+	+	Norddeutsche Geschiebe.
— <i>cornutus</i> Pand.	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	+	+	—	Norddeutsche Geschiebe.
— <i>cornutus</i> var. <i>Holmi</i> m.	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	+	—	
— <i>laevissimus</i> m.	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	+	+	
— — var. <i>laticauda</i> m.	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—	
— <i>latus</i> Pand.	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	+	
— — var. <i>Plautini</i> m.	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—	
— <i>delphinus</i> Lawr.	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—	
— <i>deceus</i> Eichw.	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	+	+	+	Gesch. auf d. Alandsinseln.
— <i>ornatus</i> Pomp.	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	+	+	+	Norddeutsche Geschiebe.
— <i>ludibundus</i> Törnq.	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	+	+	Schweden.
— — mut. <i>Itferensis</i> m.	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	
— — <i>Jewensis</i> m.	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+	+	Norddeutsche Geschiebe.
— — <i>Kegelensis</i> m.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	Norddeutsche Geschiebe.
	1	4	1	10	12	3	1	1	1	1	21	16	12	

Die Verschiedenheit in der horizontalen Verbreitung der *Asaphus*-Arten, deren Zahl ihr Maximum im Gouv. St. Petersburg erreicht, hängt zum Theil damit zusammen, dass die tiefern Schichten, bis C_{1a} inclusive, im Osten vollständiger entwickelt und auch ausgebeutet sind, während die Formen C_{1b} bis D₂ vorzugsweise im Westen verfolgt werden konnten.

Was die auswärtige Verbreitung der *Asaphus*-Arten betrifft, so erfreut sich nur der echte *A. expansus* zum Theil mit dem nahestehenden *raniceps* einer weiten Verbreitung im entsprechenden Niveau durch ganz Scandinavien mit Einschluss Norwegens. Vom andern

Formen treffen wir den *A. platyurus* Ang. aus C_{1a} in Schweden auf Oeland und in Dalecarlien wieder; endlich glauben wir den *A. ludibundus* Törnq. aus dem Cystideenkalk Dalarnes in unsern jüngsten *Asaphus*-Formen wiedererkennen zu können. Alle anderen *Asaphus*-Arten sind unserem Gebiet eigentümlich, ebenso wie zahlreiche von Törnquist aufgestellte Arten aus Dalarna wiederum unserem Gebiet fehlen. Am meisten Aehnlichkeit mit uns zeigen, wie auch sonst, die schwedischen Silurbildungen von Oeland und Ostgothland, die faktisch keine echten *Asaphi* führen, die unserem Gebiet fehlen.

Bei Betrachtung der vertikalen Verbreitung trifft uns wieder die grosse Mannigfaltigkeit der Formen entgegen, die sich schwer in bestimmte Gruppen vertheilen lassen.

In der Stufe B_{2a} haben wir nur die eine Art *A. Bröggeri*, die besonders durch ihr abweichendes, an *Megalaspides* erinnerndes Hypostoma eine ganz besondere Stellung einnimmt; durch die verhältnissmässig kleinen, stark vom Hinterrande abgerückten Augen, nähert sie sich der Gruppe des *A. expansus*, die in der Stufe B_{2b} die Alleinherrschaft hat. Sie besteht gegenwärtig aus vier Formen, die augenscheinlich untereinander in genetischem Zusammenhange stehen. Nach den neuesten speciellen Untersuchungen von Herrn W. Lamanski am Wolchow beginnt die Gruppe mit *A. lepidurus*, Nieszk. (*A. expansus* var. *incerta* Brögg.), auf diesen folgen die zusammenvorkommenden *A. expansus* und *A. raniceps* var. *A. Lamanskii* m., welcher letztere nach oben in *A. raniceps* übergeht, der noch bis in die Stufe B_{3a} hereinreicht, in welcher der ächte *expansus* nicht mehr angetroffen wird. Eine verwandte Form, die auch noch seinem Formenkreise angehört, aber durch grössere, dem Hinterrande mehr genäherte Augen abweicht, *A. Eichwaldi* m., tritt in B_{3b} (dem ächten Vaginatenkalk) auf und reicht noch bis in die Stufe C_{1a} (die obere Linsenschicht) hinein.

Im Vaginatenkalk erscheint ausserdem *A. pachyophthalmus*, der hier auch sein Ende findet und beginnen neue Typen wie *A. platyurus* mit gehörnten Wangen und *A. cornutus* und *Kowalewskii* mit erhöhtem Augengrund, die in der nächsten Stufe C_{1a} ihr Hauptverbreitungsgebiet haben. In dieser Stufe nun, der obere Linsenschicht oder der untern Abtheilung des Echinophaeritenkalks, haben wir die reichhaltigste Entwicklung der Gattung *Asaphus* sens. str. Neben den schon genannten Formen *A. platyurus*, *Kowalewskii* und *cornutus* haben wir den ebenfalls erwähnten *A. Eichwaldi* und die ihm nahestehenden, etwas später auftretenden, oft schwer von ihm zu unterscheidenden *A. laevissimus* m. und *latus* Pand., die mit ihm den Typus des *A. expansus* fortsetzen und die ganz neue abweichende Form des *A. delphinus*, der auf die Stufe C_{1a} beschränkt ist, während zwei andere neue Formen *A. ornatus* Pomp. und *A. devexus* Eichw. ebenfalls hier zu beginnen scheinen, aber erst in der obern Stufe des Echinophaeritenkalks C_{1b} ihre Hauptentwicklung erreichen. In dieser obern Stufe, an der Grenze zu C_2 tritt auch zuerst unser jüngster echter *Asaphus*, *A. ludibundus* Törnq. (*A. Nieszkowskii* m. in der ersten Lieferung der Asaphiden) auf, der sich in verschiedenen Mutationen, die sich schwer in besondere Arten trennen lassen, durch die Stufen C_2 und C_3 bis nach D_1 und D_2 fortsetzt, wo die Gattung bei uns ihr Ende erreicht und in E der Gattung *Isotelus* Platz macht.

Diese Art, (*A. ludibundus*) die sich in entsprechendem Nivean auch in Schweden (Dalarne) ganz wohl wiedererkennen lässt, unterscheidet sich von ihren Vorgängern durch ihre constant niedrigeren Augen, die Sculptur der Oberfläche des Kopfes und ein eigenthümliches Hypostoma mit stark vorspringenden Seitenrändern, lässt sich aber doch immerhin dem bekannten Formenkreise des *A. expansus* einreihen.

Asaphus Bröggeri m.

Taf. II, Fig. 4—7, Taf. XII, Fig. 5.

1898 *Asaphus Bröggeri* F. Schmidt, Revision der Ostbaltischen silurischen Trilob. Abth. 5 Lief. 1 p. 17, 20.

Unsere in der Schichtenreihe älteste *Asaphus*-Art ist erst verhältnissmässig spät unterschieden worden, da mich erst Brögger 1880 bei unserer Excursion am Wolchow auf sie aufmerksam gemacht hat, wie ich schon früher (l. c. p. 20) erwähnte. In unseren Sammlungen ist sie aber schon früher aus der Gegend von Pawlowsk und Pulkowo vorhanden gewesen.

Die Körperform ist oval gewölbt, etwa $1\frac{3}{4}$ mal so lang wie breit. Der Kopf mässig gewölbt, reichlich $1\frac{1}{2}$ mal so breit wie lang, im Umriss breit gerundet bis stumpf dreieckig ohne hervortretende erhabene Randlinie, die Hinterecken spitz, der Hinterrand etwas concav. Die Glabella wenig hervortretend, mit schwachem Längskamm, vorn birnförmig nicht bis zum Vorderrand reichend, nach hinten bei erhaltener Schaale nicht begränzt und an den Seiten erweitert, daher im ganzen Contour leierförmig. Die Augengruben sind nur an Steinkernen erkennbar und hier ist es auch zuweilen möglich Spuren des Basallobus zu sehen, sowie Glabellar- und Dorsalfurchen zu unterscheiden. Bei erhaltener Schaale sehen wir nur eine gleichmässige Art Furchen. Sie gehen deutlich ausgesprochen vom Vorderrand der Glabella, dessen Begränzung schwächer vertieft ist, convergirend bis in die Gegend der Augengruben, die sich nur durch etwas stärkere Vertiefung kenntlich machen und von hier divergirend bis zum Hinterrand der Glabella, von dem aus sie in die Dorsalfurchen des Thorax übergehen. Die ganze Partie von der Stelle der Augengruben bis zum Hinterrande bildet eine wenig erhabene trapezoidale Fläche mit nach aussen divergirenden Seiten auf der weder die Nackenfurche noch der Nackenring sich markirt. Nur der ganz feine punktförmige Nackentuberkel markirt sich kurz vor der Stelle, wo die Nackenfurche sein müsste und wo sie auf Steinkernen auch zu erkennen ist. Seitlich der erwähnten trapezoidalen Fläche tritt die Occipitalfurchen, (als Fortsetzung der Nackenfurche) und der gewölbte Occipitalring deutlich hervor. Beide lassen sich über die Hälfte der Entfernung von den Hinterecken verfolgen und beide bilden in ihrem innern Ende die äussere Begränzung der Dorsalfurche. Zwischen den Augen und dem innern Ende der Occipitalfurchen bilden die festen Wangen einen rechtwinkligen erhabenen Vorsprung, der als besonders bezeichnend

für unsere Art angesehen werden muss, da er bei andern Arten wo Spuren von Nackenfurche und Nackenring im hintern Ende der Glabella vorhanden sind, nicht so unvermittelt hervortreten kann.

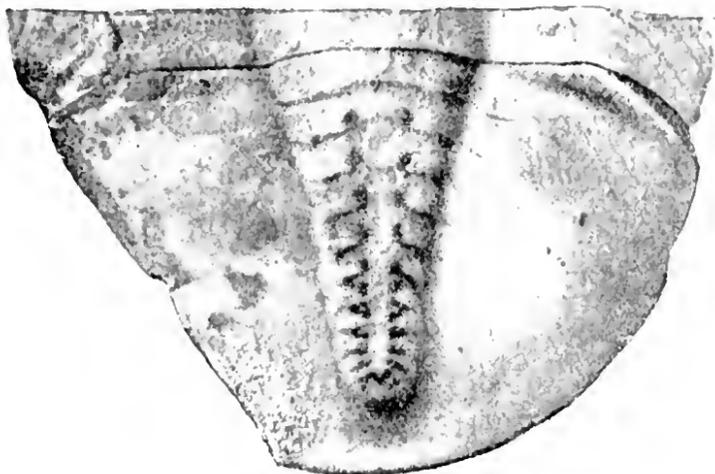
Die Augen sind ziemlich klein und nicht hoch, ein besonderer Augenhöcker ist nicht vorhanden. Die Augendeckel steigen steil an, der Längsdurchschnitt der Augen entspricht ihrer Entfernung vom Hinterrande, kommt aber der Entfernung vom Vorderrande nicht gleich. Der Verlauf der Gesichtslinien ähnelt im hinteren Zweige dem von *A. expansus*. Zuerst gehn sie vom hintern Augenrande fast parallel der Occipitalfurche nach aussen, wenden sich dann nach hinten und schneiden die Furche in schräger Richtung und den Occipitalring in nach aussen convexem Bogen. Der vordere Zweig geht zunächst fast geradlinig nach aussen und vorn um dann in einem schön geschwungenen Bogen sich dem Vorderrande zuzuwenden, an dem er auf dem flachen Randsaum ausserhalb der Glabella fast parallel verläuft um nur in der Mitte vorzuspringen und sich mit dem gegenüberliegenden Zweige en ogive zu vereinigen. Bis auf die vorspringende Spitze bleibt die Naht immer in gleicher Entfernung von der Glabella und schneidet ein Band mit parallelen Seiten von den festen Wangen ab.

Die Oberfläche des Kopfes ist ganz glatt, und mit schwer erkennbaren feinen eingedrückten Punkten versehen. Der Umschlag scharf, in der Mitte breit, ziemlich flach, dabei etwas ausgehöhlt (s. Fig. 5 auf Taf. XII) mit seichtem Ausschnitt für das Hypostoma, an den Seiten steigt er steil an und lässt am Rande selbst, kurz vor den Hinterecken, eine seichte elliptische Vertiefung erkennen, zur Einfügung der hintern Pleurenenden beim Einrollen. Die ganze Oberfläche des Umschlages ist mit mässig starken, nicht dichtsehenden Terrassenlinien bedeckt.

Das Hypostoma (Taf. II, Fig 7, Taf. XII, Fig. 5) ist von den übrigen *Asaphus*-Arten abweichend gebildet und ähnelt dem von *Megalaspides* Holm (Brögger Hypost. Taf. I, Fig. 19) durch wenig vorspringende, fast parallele Seitenränder und tiefe geradlinige wenig convergirende Seitenfurchen. Die Vorderflügel sind schmal und lang und scheinen am Umschlag nicht weit hinauf zu reichen. Die Maculae sind am Grunde derselben als kleine Tuberkel ausgebildet, die Oberfläche mit concentrischen Terrassenlinien versehen, die nach der Mitte zu sich verlieren.

Der Thorax zeigt eine bis zum 5-ten Gliede sich etwas verbreiternde, gewölbte Rhachis, die nach dem Ende zu wieder etwas abnimmt. Die Rhachis kommt an Breite den Pleuren fast gleich. Die Pleuren sind in ihrem innern Theil bis zum Fulcrum flach, im äussern doppelt so breiten Theil steil abwärts geneigt; sie enden quer abgeschnitten. Ihr Umschlag entspricht dem allgemeinen Typus von *Asaphus*. Die Rhachisglieder sind flach, ohne alle Verzierungen, vorn mit einer seichten Rinne im Grunde des Gelenkfortsatzes, am Hinterrande scharf. Bei ausgestreckten Exemplaren berühren sich die einzelnen Glieder, bei zusammengerollten erscheinen sie dachziegelig angeordnet.

Das **Pygidium** ist mässig gewölbt, breit gerundet, etwa $1\frac{1}{2}$ mal so breit wie lang. Die Rhachis lang und schmal, am runden Ende etwas aufgeworfen, reicht fast bis zum Hinterrande des Pygidiums. Ihre Länge ist etwa doppelt so gross wie die grösste Breite. Bei erhaltener Schaale ist gar keine oder doch nur eine ganz undeutliche Gliederung an den Seiten der mässig tiefen Dorsalfurchen zu erkennen. An Steinkernen sind die durchgehenden Glieder deutlich zu sehen und lassen sich, immer kleiner werdend, bis 12 an der Zahl bis zur äussersten Spitze verfolgen. In der Textfigur 13 sind sie auch bei erhaltener Schaale durch kleine gelbe Flecken markirt die vielleicht Andeutungen von Füsschen darstellen. Hinter der stumpfen Spitze der Rhachis und nur in deren Umgebung ist die schwache Andeutung eines flachen Randsaumes vorhanden. Die Seitentheile des Pygidiums sind vollkommen glatt ohne Spur einer Verzierung; nur in der Dorsalfurche lassen sich bisweilen feine Linien (s. Fig. 13) im Anschluss an die Rhachisglieder erkennen. An Steinkernen sieht man bisweilen auch Spuren von Pleuren, doch gehören solche Stücke einer Varietät an. Der Umschlag zeigt im Vergleich zu *A. expansus* und dessen näheren Verwandten eine feinere Streifung. Ich zähle 25—28 Terrassenlinien an der breitesten Stelle.



Figur 13. *Asaphus Bröggeri* m.

Maasse in mm.			
Gesamtlänge	75	60	37
Länge des Kopfes	27	21	15
Breite	43	35	23
Länge des Pygidiums.	27	21	14
Breite	41	32	21

Es ist eine durchaus eigenthümliche Art, die mit keiner der übrigen *Asaphus*-Arten in näherer Verbindung steht.

Vorkommen. Hauptsächlich in einer rothgefleckten Schicht im untern Theil des Glauconitkalks, gleich über dem Kalk mit *Megalaspis planilimbata* in B_{2a} und, wie es nach den Funden des Hrn. Lamanski sich ergibt in identischen oder doch sehr nahe verwandten Formen auch schon im Glauconitsande B₁. Ausschliesslich im Petersburger Gouvernement, besonders bei Iswos am Wolchow, an der Lawa bei Wassilkowo, in den Putilow'schen Brüchen, aber auch an der Popowka bei Pawlowsk (Volb. Sammlung), an der Pulkowka (Mus. des Berginstituts) und bei Ljöpino unweit Gostilizy (Plautin's Sammlung). Ganz neuerdings auch in Estland bei Baltischport in einem glauconitfreien Kalk gleich über der

Schicht mit *Megalaspis palanilimbata* von Herrn W. Lamanski aufgefunden. In Scandinavien, sowie in norddeutschen Geschieben fehlt die Art. Die Art ist nirgends gerade häufig, doch haben mir immerhin gegen 40 Exemplare zu Gebot gestanden.

Asaphus expansus L. Dalm.

Taf. I. Fig. 1, 2, 3, 5, Taf. 12. Fig. 6.

1827. *Asaphus expansus* Dalm. Om Palaead. p. 240, S. 3, Fig. 3 a d.
 1837. » » His. Leth. suec. p. 14, Taf. II, fig. c.
 1843. » » Burm. Organis. d. Trilob. p. 124, T. V, Fig. 1 a—6.
 1847. *Hemicrypturus expansus* Corda, Monogr. d. böhm. Tril. pag. 70, Taf. 4, Fig. 37.
 1852. *Asaphus expansus* Barrande, Syst. sil. Bohème, Taf. II, Fig. 17.
 1854. » » Angelin, Palaeont. scandin. p. 52, Taf. 28, Fig. 1a, b.
 1854. » *fallax* Dalm. Angel. Palaeont. scand. pag. 53, Taf. 28, Fig 3.
 1860. » *expansus* Eichw. Leth ross. anc. per. Taf. 54, Fig. 6a, b.
 1882. » » Brögger, die silur. Etag. 2 und 3, pag. 85, Taf. VII, Fig. 1—5,
 Taf. VIII, Fig. 6.
 1884. *Asaphus expansus* Törnquist, Siljanomradats Trilobitformer p. 63.
 1886. » » Brögger, Ausbild. d. Hypost. d. Asaph. pag. 29, 73, Taf. I. Fig. 23;
 Taf. III, Fig. 19—51.
 1898. *Asaphus expansus* F. Schmidt Revis. d. ostbalt. sil. Tril. Abth. V, Lief. 1, pag. 19.
 1901. » » G. Lindström Researches on the visual organs of the trilobites
 p. 39, T. I Fig. 8—17.

Wir beginnen die Reiche unsrer Citate mit Dalmann, weil wir in seinem Werke die erste genaue Beschreibung und sichere Abbildung unsrer Art finden, wie sie gegenwärtig aufgefasst wird. Der Name *expansus* kommt allerdings schon früher, in Linné's syst. natur. als *Entomolitus paradoxus var. expansus* vor und in Wahlenberg's petrificata telluris suecanae (1821) pag. 26, als *Entomostracites expansus* vor, wir haben aber keine Sicherheit, dass damals schon unsre Form gemeint war und dass nicht mehre andre mit ihr vermennt wurden. Wir haben schon in der Einleitung zur ersten Lieferung darauf hingewiesen dass Wahlenberg, Brogniart und viele andre den *Tril. cornigerus* Schloth., der ganz wo anders hingehört (s. unsere Einleituug p. 2—8), mit dieser Art vermennt haben. Im Vorstehenden haben wir nur solche Citate angeführt, für deren Hierhergehörigkeit wir einstehen können. Der Name *A. expansus* ist sonst noch vielfach aufgeführt worden, worüber in der erwähnten historischen Litteraturübersicht nachzusehen ist.

Von Abbildungen sind die besten die von Angelin gegebenen, an welche sich für verschiedene Details die Brögger'schen anschliessen. Den *Asaphus fallax* Dalm. kann ich unmöglich von *Asaphus expansus* trennen; der einzige Unterschied besteht im Fehlen

der Linien an den Seiten des Pygidiums, was durchaus nur vom Erhaltungszustand des Exemplars herkommt.

Mir liegt ein überreiches Material von mehreren hundert Exemplaren, vorzugsweise von Isvos am Wolchow vor. Zur Vergleichung dienten gute Exemplare aus typischen Localitäten Schwedens und Norwegens, so dass ich für die Richtigkeit meiner Darstellung wohl einstehen kann. In der Beschreibung halte ich mich grösstentheils an Brögger's Etagen 2 u. 3, pag. 86 ff. Der Leser wird die Abweichungen leicht bemerken.

Die Körperform ist oblong, etwa $\frac{2}{3}$ so breit wie lang, nach hinten etwas verschmälert. Einen bestimmten Unterschied zwischen einer längern und kürzern Form, wie andre Autoren annehmen, habe ich nicht feststellen können. Der Umriss des Kopfschildes ist halbmondförmig, vorn breit gerundet oder etwas vorspringend, mit gerundeten Ecken, der Hinterrand concav, nur nach den Ecken zu etwas convex. Die Breite übertrifft etwas die doppelte Länge.

Die Glabella ist mässig gewölbt, von etwa trapezoidaler Form, der Vorderrand schwach bogenförmig oder in eine ganz stumpfe Spitze vorspringend, vom Vorderrand des Kopfes nur durch eine schwach erhabene Linie und keinerlei Depression getrennt. Von den Vorder-ecken verlaufen nach hinten an den Seiten der Glabella in schwach concavem Bogen zwei deutliche Furchen, welche jederseits in eine stark ausgesprochene längliche Vertiefung ausmünden, die wir nach ihrer Lage vor den Augen als **Augengruben** bezeichnen. Die Furchen bezeichnen wir als **Glabellarfurchen**. Sie setzen sich, schwächer geworden und durch eine flache Depression zwischen den Augengruben verbunden nur wenig divergirend bis zur Nackenfurche fort, so dass die Fortsetzung der Glabella wieder eine trapezoidale Form, mit der breitem Seite nach hinten, annimmt. Nahe dem Hinterrande dieses Trapezoids erhebt sich ein scharf ausgesprochener spitzer Tuberkel. Die eben erwähnten Glabellarfurchen können nicht als Theile der **Dorsalfurchen** angesehen werden, da sie nicht direkt in die Dorsalfurchen des Thorax ausmünden. Die eigentlichen Dorsalfurchen sind viel schwächer: sie zweigen sich unter stumpfem Winkel vor den Augengruben von der seitlichen Begrenzung der Glabella in nach aussen convexem Bogen ab, schneiden den Nackenring und gehen so wirklich in die Dorsalfurchen des Thorax über (s. Textfig. 1). Die oben erwähnten **Augengruben** müssen als hinterste Seitenfurchen der Glabella angesehen werden und der von ihnen, den Glabellar- und Dorsalfurchen sowie von der Nackenfurche begrenzte Lappen als Basallobus der Glabella, der allerdings nur in wohl erhaltenen Exemplaren deutlich als solcher zu erkennen ist. Brögger (Etag. 2 und 3 pag. 87) läugnete sein Vorkommen, das u. a. auch bei Burmeister und Corda (l. c.) deutlich zu erkennen ist, ich habe es aber auch an norwegischen Exemplaren eben so wie bei einigen anderen *Asaphus*-Arten nachweisen können. Vor den Augengruben erkennt man zuweilen, besonders an Steinkernen, jederseits noch 1 bis 2 Hülfeindrücke, die den vordern Seitenfurchen der Glabella entsprechen. Die **Nackenfurche** ist breit und tief und setzt sich seitwärts bis auf den Beginn der freien Wangen fort. Der Nackenring ist gewölbt, in gleicher Höhe wie das Ende der Glabella und

verliert sich nach den Hinterecken zu, jenseits der Gesichtslinien. Die schmalen festen Wangen erheben sich von den Augengruben bis etwas über die Höhe der Glabella und verlaufen dann als flache, gleichmässig schmale Streifen an den Seiten der Glabella bis in die Nähe des Vorderrandes. Von ihnen gehen die nur wenig ansteigenden, über einen Halbkreis vorgezogenen Palpebralloben aus. Die Augen sind aussen am Grunde von einer mässigen Furche umgeben; ein besonderer Augenhöcker fehlt, die Cornea ist nur wenig höher als die cylindrische Augenbasis. Die Augen sind verhältnissmässig klein, ihre Länge (von vorn nach hinten) kommt fast ihrem Abstände vom Vorderrande gleich, nach hinten entspricht dieser Länge der Entfernung vom hintern Ende der Augen bis zur Höhe des Nackenringes oder etwas weiter. Die freien Wangen sind mässig geneigt in die stumpfen Hinterecken ausgezogen, längs ihrem Vorderrande verläuft wie vor der Glabella eine wenig erhabene Randlinie. Der vordere Zweig der Gesichtslinien geht von der Basis der Augen fast parallel der Glabella nach aussen und vorn, an den Vorderecken der Glabella biegt er sich in steilem Bogen nach innen um und verläuft ganz nahe dem Vorderrande bis er mit dem gegenüberliegenden Zweige sich vor der Mitte der Glabella unter ganz stumpfem Winkel verbindet. Der hintere Zweig der Naht geht von der Augenbasis in schräger Richtung nach hinten und aussen, indem er auch die Nackenfurche schräge schneidet; den Nackenring schneidet er in einem fast verticalen convexen Bogen, dessen Entfernung von den Dorsalfurchen etwas grösser ist als von den Hinterecken.

Die **Oberfläche** des Kopfes erscheint bei den meisten Exemplaren zunächst ganz ohne Verzierungen. Unter der Loupe erkennt man zerstreute feine Punkte. Bei sehr wohl erhaltener Oberfläche ist bisweilen eine ganz feine concentrische Linienzeichnung um den Nackentuberkel herum zu erkennen. Bei einem schwedischen Exemplar war sogar der ganze vordere Theil der Glabella mit feinen Terrassenlinien bedeckt. Der Nackenring zeigt grobe bogenförmige Terrassenlinien entsprechend den Rhachisgliedern des Thorax.

Der **Umschlag** des Kopfes biegt sich unter spitzem Winkel vom Vorderrande nach unten, in der Mitte erscheint er flach oder etwas gewölbt mit einem flach bogenförmigen an den Seiten steil ansteigenden Ausschnitt für den Vorderrand des Hypostoma; in der Mitte dieses Ausschnittes mündet die Verticalnaht, die vom Vereinigungspunkt der beiden Nähte der Oberseite des Kopfes ausgeht. An den Seiten biegt sich der Umschlag nach oben und verläuft ziemlich parallel der Oberseite bis in die Nähe der Augen, ohne auf der Oberseite irgendwie markirt zu sein. In der Nähe der Hinterecken erkennt man auf der Wölbung der wulstigen Umbiegung (T. XII, F. 6) eine flache längliche Grube, in die beim Zusammenrollen die Vorderecke des Pygidiums und die Enden der Pleuren des Thorax eingreifen. Auswärts von der Grube sieht man am Umschlag keinen Wulst mehr: das Ende der freien Wangen bildet ein flaches dreiseitiges Blatt. Die ganze Oberfläche des Umschlages ist mit groben (2 auf 5 mm.) parallelen Terrassenlinien bedeckt.

Das **Hypostoma** zeigt kaum spezifische Charaktere, die für diese Art bezeichnend wären, aber die uns vorliegenden Präparate zeigen vortrefflich die Verbindung des Vorderandes und der Vorderflügel, mit dem flachen mittlern Theil des Kopfschlages und seinen aufwärts gewandten Seitentheilen (T. I, F. 3). Das Mittelschild ist quadratisch mit abgerundeten Ecken, die Maculae sind immer deutlich vorhanden, aber nicht immer erhaben, der Seitenrand bildet einen regelmässigen Bogen, dessen Gipfel etwa mit dem Beginn der Gabeltheilung zusammenfällt, die Oberfläche zeigt concentrische Terrassenlinien am Aussenrande des Mittelschildes.

Der **Thorax** zeigt eine schwache Zunahme in der Breite der Rhachisglieder bis zum 5-ten Gliede, dann wieder eine geringe Abnahme. Die Rhachis ist etwas schmaler als die Pleuren, ihre einzelnen Glieder sind hoch gewölbt und durch breite und tiefe Furchen auch im ausgestreckten Zustand von einander geschieden. Es sind das die Gelenkfurchen, vor welchen der vordere Gelenkfortsatz in flacher Bogenform sich erhebt. Die Oberfläche der Rhachisglieder ist mit kräftigen bogenförmigen dicht stehenden Terrassenlinien bedeckt. Die Pleuren (Textfig. 14) endigen gerundet und etwas nach vorn gebogen, nur die hintersten sind am Ende vertical abgeschnitten; der innere gerade Theil bis zum Fulcrum ist 2 bis $2\frac{1}{2}$ mal in der Breite der Rhachis enthalten, der äussere Theil ist etwas mehr als noch einmal so breit. Die Diagonalfurche ist flach und schneidet ein fast gleichschenkliges Dreieck ab, nach aussen verliert sie sich am Hinterende der Pleure. Die concave Gleitfläche ist mit feinen horizontalen Terrassenlinien bedeckt. Der Umschlag zeigt viel gröbere Terrassenlinien. Das concave Ende des Umschlages und die Pander'schen Organe entsprechen vollkommen den Textfiguren 11 und 12.

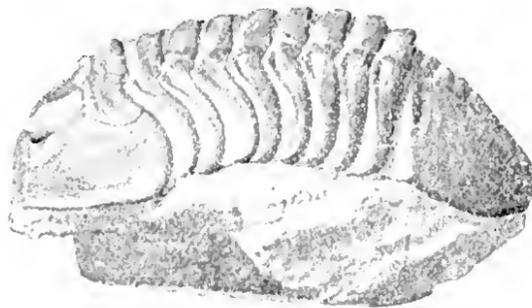


Fig. 14.

Das **Pygidium** ist mässig gewölbt, breit und gerundet, etwa halbkreisförmig, nicht ganz noch einmal so breit wie lang. Die Rhachis ist länglich conisch fast noch einmal so lang wie breit. Sie endet stumpf und ist mässig erhaben, auch die Dorsalfurchen nicht tief. Es lassen sich 6—8 Glieder unterscheiden. Am Ende ist dieses nicht mehr möglich. Nur das erste Glied pflegt über die ganze Rhachis durchzugehn, die spätern treten nur an den Seiten als kurze oft schuppig vorragende Wülste auf und lassen die flache Mitte frei, auf welcher man nach vorn gewandte bogenförmige Verbindungslinien zwischen den getrennten Theilen bemerkt, die aber selten einen deutlich geschlossen Bogen bilden wie bei der nächsten Art. Auf den mässig geneigten Seitentheilen sind keinerlei Spuren von Pleuren zu erkennen, dafür aber 6—7 erhabene, oft unterbrochene, Linien, die von den vordern Rhachisgliedern ausgehen, und meist (in der Weise, dass das Ende der inneren Antheile über den Beginn der äusseren hinausragt) den Rand nicht erreichen. Bisweilen treten noch vereinzelt kürzere Linien dazwischen auf. Die vordern Randfurchen sind entsprechend den Diagonalfurchen der Thoraxpleuren tief, die vordere Geitfläche scharf abgesetzt, dreieckig, den

Gleitflächen der Thoraxpleuren entsprechend. Die verschiedene Beschaffenheit der erhabenen Linien auf den Pleuren und der Rhachis ergibt sich aus den beistehenden vergrösserten Darstellungen Fig. 15 und 16.

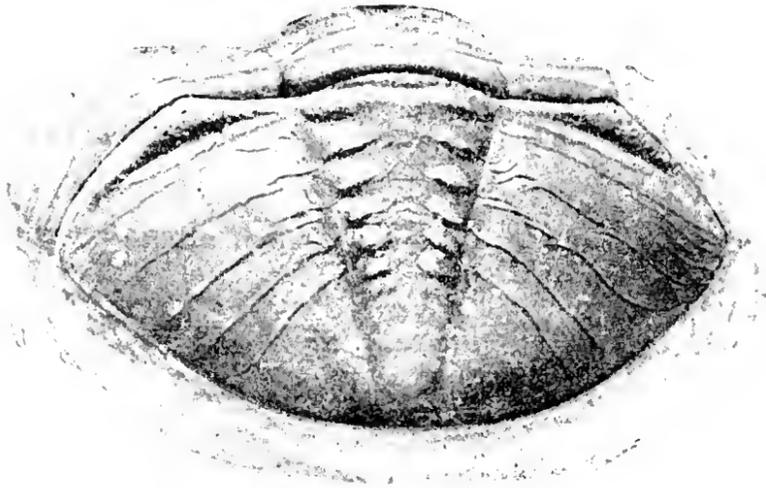


Fig. 15.



Fig. 16.

Der **Umschlag** sehr breit, lässt vorn nur jederseits der Rhachis ein dreieckiges Stück frei. Die Terrassenlinien etwa 15 an der Zahl sehr grob, etwa 3—4 auf 2 mm. Der Vorder- rand des Umschlages bildet eine convexe Linie. Er verläuft gleichmässig bis zum Rande ohne Andeutung eines besonderen Randsaumes.

Maasse. Brögger giebt l. c. p. 90 Maasse für die längere und kürzere Form an, bei der letzten beträgt die Breite des Kopfes oft 3 bis 4 mal so viel wie die Länge. Ein solches Verhältniss kommt bei unseren Exemplaren gar nicht vor. Die Breite ist in der Luftlinie gemessen immer nur etwas mehr als zweimal (höchstens $2\frac{1}{2}$ mal) so gross wie die Länge.

Maasse in mm.							
Gesamtlänge	90	82	70	56	38	—	—
Länge des Kopfes . . .	28	25	22	18	17,5	18,5	14
Breite	58	52	46	39	28	45	35
Länge des Pygidiums	31	27	22	13	13	—	—
Breite	47	47	40	35	23	—	—

Die Uebereinstimmung mit schwedischen Exemplaren vom Husbyfjöl und norwegischen von der *Asaphusetage* 3cβ ist eine vollständige.

Vorkommen. Der typische *A. expansus* L. Dalm. ist seit lange aus dem unteren grauen Orthocerenkalk des Originalfundorts Husbyfjöl mit Umgebung in Ostgothland, in Schweden bekannt, von wo mir zahlreiche Exemplare vorliegen. Ausserdem hat in Schweden nur noch Törnquist (l. c. p. 63) im Siljangebiet der Provinz Dalarne zwei Exemplare in losen Stücken gefunden, die den ostgothischen vollkommen gleichen und auch dem nämlichen

Niveau angehörten. In Norwegen kommt die typische Art nach Brögger (l. c. p. 90) vorzugsweise im obern Theil des *Expansus*-Schiefers 3c β vor, etwas abweichende Formen finden sich auch im untern Theil derselben Ablagerung wie auch im untersten Theil des Orthocerenkalks 3c γ .

Bei uns ist die Art früher (S. die erste Lieferung meiner *Asaphiden* p. 2—9) von den verschiedensten Punkten Estlands und des Petersburger Gouvernements angeführt worden. Eichwald machte schon (Leth. ross. anc. pr. p. 1450) darauf aufmerksam, dass die Art früher bei uns verkannt worden sei, trotzdem sind aber auch seine eigenen Angaben für unser Gebiet unzuverlässig und das Original zu seiner mangelhaften Figur S. 54 Fig. 6 ist nicht vorhanden. Was hier von Estland gesagt ist, gilt ebenso für die norddeutschen silurischen Geschiebe. Bisher ist kein einziger typischer *A. expansus* aus diesen nachgewiesen worden. Der typische *A. expansus* kommt aber dennoch, wie schon Brögger l. c. p. 91 bemerkt, in grosser Menge bei uns vor, im obern Theil des Glaukonitkalks B₂b im östlichen Theil des Petersburger Gouvernements am Wolchow bei Isvos, Obuchowo u. a., am Sjäs bei Koltshanowo, an der Lawa bei Wassilkowo, in den Putilowschen Brüchen bei Gornaja Scheldicha, an der Tosna u. a. vor. In der Umgebung von Pawlowsk, von wo uns die reichen Vorräthe der Vollborth'schen Sammlung vorliegen, ist er nur selten und in wenig deutlichen Exemplaren gefunden worden, weiter aus dem Westen liegen mir nur noch ein Paar Pygidien aus Koporje vor. Alles was ich auch selbst früher aus noch weiter westlich gelegenen Punkten hierher gezogen habe, gehört zur nachfolgenden Art *A. lepidurus* Nieszk, die mit dem typischen *A. expansus* in nächster verwandtschaftlicher Beziehung steht.

***Asaphus lepidurus* Nieszk.**

Taf. I. Fig. 4, 6, 7. Taf. XII. Fig. 7.

1826. Trilobite de Tsarskoe Selo, Rasoumofski in Ann. sc. natur. Vol. 8 p. 196, Taf. 28, Fig. 1.
 1859. *Asaphus lepidurus* Nieszk. Zusätze, Archiv I, p. 360.
 1860. » *Schlotheimi* Eichw. Leth. ross. anc. per. p. 1450. t. 52, fig. 24 (ex pt.)
 1882. » *expansus* var. *incerta* Brögger l. c. p. 92.
 1898. » » var. *lepidurus* F. Schmidt, Rev. d. ostalt. silur. Trilob. V Abth. Lief. 1, p. 19.

Als Nieszkowski 1859 seinen *A. lepidurus* aufstellte, kannten wir in Dorpat den echten *A. expansus* garnicht. Eichwald machte 1860 darauf aufmerksam, dass auch Pander in keiner seinen zahlreichen Figuren den richtigen *A. expansus* dargestellt habe. Seine eigene Darstellung in der Lethae rossica ist aber auch so mangelhaft, dass man namentlich bei Betrachtung des Kopfes überzeugt wird, dass er eine andere Form vor sich gehabt habe. Er unterscheidet seinen *A. Schlotheimi* durch das Vorhandensein von tiefen

Gruben zwischen den Augen, die beim *expansus* fehlen sollen. Sein *A. Schlotheimi* stimmt nun, wie schon Nieszkowski nach der vorläufigen Diagnose im *Bullet. de Moscou* annahm, mit dem *A. lepidurus* Nieszk. überein. In der Abbildung ist ein vollständiges Exemplar gezeichnet, in der Sammlung findet sich aber nur der Kopf mit dem Thorax, das Pygidium ist nach einer andern Art aus einem höhern Niveau ergänzt. Als Linnarsson 1872 in Dorpat war, erkannte er schon, dass *A. lepidurus* Nieszk. zu *A. expansus* gehört, hat es aber in seinem Reisebericht nicht ausgesprochen.

Beide Formen sowie der 1826 von Rasumovski abgebildete Trilobit von Zarskoje Selo S. 28 Fig. 1 (l. c.) stimmen nun vollständig mit der von Brögger (l. c.) beschriebenen var. *incerta* des *A. expansus* überein, die sich von der Hauptform durch ein dreieckiges vorn und an den Hinterecken spitzes Kopfschild auszeichnet, während es im Übrigen die wesentlichen Charaktere derselben trägt. Bei der in grosser Zahl uns vorliegenden Exemplaren aus unserm Gebiet kann ich nun noch auf einige andere Unterschiede aufmerksam machen.

Die Breite des Kopfschildes beträgt immer etwas weniger als die doppelte Länge. Die Hinterecken immer spitz. Die Glabella ist rhombisch durch die in eine Spitze vorgezogene Vorderseite, die Furchen an den Seiten der Glabella sind weniger tief als bei *A. expansus* und ebenso die Gruben zwischen den Augen, vor denen sich nicht selten noch Andeutungen von 1—2 supplementären Seiteneindrücken befinden (S. Taf. 12 Fig. 7). Die Basalloben verhalten sich wie bei *Asaphus expansus*, aber der Nackentuberkel ist viel schwächer, die Nackenfurche ist meist deutlich und tief und der Nakenring gewölbt und mit Terrassenlinien bedeckt wie bei der vorigen Art. Die Gesichtslinien verlaufen vorn nicht so hart am Rande wie bei letzterer und vereinen sich in einer etwas vorgezogenen Spitze (en ogive). Bei guter Erhaltung ist die ganze Glabella mit feinen concentrischen Linien bedeckt (Taf. XII Fig. 7).

Der dreieckige Umschlag ist ausgehöhlt (Taf. 1 Fig. 4), die Gruben an den Seiten des Umschlages zur Einfügung der Vorderecken des Pygidiums sind viel schwächer ausgebildet als bei *Asaphus expansus*.

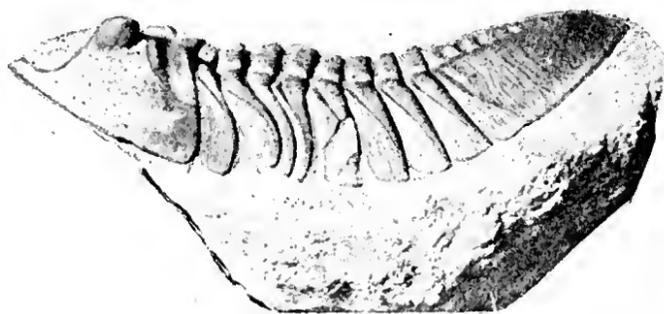


Fig. 17.

Der Thorax gleicht dem der vorigen Art. Die Rhachisglieder sind gewölbt, mit Terrassenlinien versehen und durch Furchen getrennt, aber die Pleuren endigen meist nicht gerundet, sondern quer abgeschnitten (Textfigur 17), nur die vordersten zeigen bisweilen eine kleine Convexität.

Das Pygidium erinnert in seinem Umriss an die vorige Art; es ist breit halbkreisförmig gerundet und nicht dreiseitig. Die Oberfläche aber zeigt Unterschiede, indem die Theile

der in der Mitte unterbrochenen Rhachisglieder immer durch eine nach vorn bogenförmig vorspringende Querlinie verbunden sind, was bei der *A. expansus* nur ausnahmsweise vor-



Fig. 18.

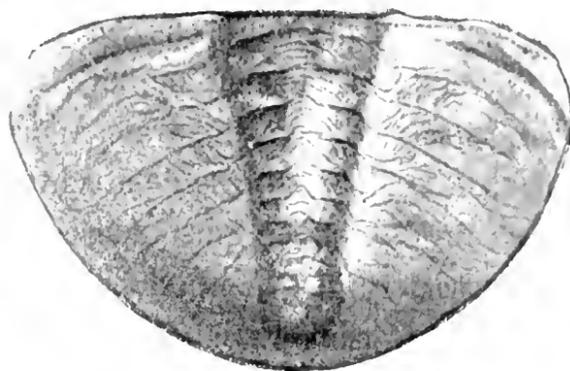


Fig. 19.

kommt. (S. Textfig. 18). Das schuppenartige Hervortreten der getheilten Rhachisglieder (daher *lepidurus*) kommt bei beiden Formen vor. Von den Rhachisgliedern gehn wie bei der vorigen Art erhabene oft unterbrochene Linien bogenförmig zum Rande hin. Zwischen sie begeben sich aber vom Rande her zahlreiche Linien, die bis etwa in die Mitte der Seitentheile reichen, ausserdem erscheinen in der Nähe der Rhachis noch kurze schräg zu den Hauptlinien verlaufende Terrassenlinien. Der Umschlag gleicht dem von *expansus*, nur ist zuweilen eine Neigung zur Ausbildung eines flachen Randsaumes zu bemerken, der diesen abgeht.

Maasse in Millimetern.						
Ganze Länge	74	66	56	—	41	—
Länge des Kopfes	24	22	20	14,5	17,5	13
Breite	45	40	37	26	24	22
Länge des Pygidiums	25	21	22	15	13	13
Breite	41	37	33	24	22	20

Obgleich nach dem Vorstehenden zahlreiche Unterschiede zwischen dem typischen *A. expansus* und *A. lepidurus* vorhanden sind, die uns auch bewogen haben beide Formen als getrennte Arten zu behandeln, so finden sich doch zahlreiche Uebergänge zwischen ihnen. Diese Uebergänge lassen sich sowohl am Grade der Zuspitzung der Ecken und des Vorderrandes, in der Tiefe der Nackenfurche und den Gruben vor den Augen, in der Stärke des Nackentuberkels, in der Beschaffenheit des Kopfumschlages als auch der Endigung der Thoraxpleuren verkennen, bei denen die vordersten zum Theil noch etwas gerundet, z. Th. aber durchweg quer abgeschnitten sind. Ebenso bietet die Zeichnung des Pygidiums verschiedene Zwischenformen.

Die erwähnten Uebergänge finden sich vorzüglich in Gegenden, wo beide Arten neben einander vorkommen, und es liegt daher nahe diese Uebergänge mit verschiedenen Niveaus

in Verbindung zu bringen. So hat auch Brögger seine var. *incerta* in Norwegen aus dem höhern Niveau 3c γ aufgeführt, während der echte *expansus* nach ihm nur in 3c β vorkommt. Er schloss daraus, dass auch am Wolchow bei Iswos, wo er beide Formen vorfand, die mit unserem *A. lepidurus* identische var. *incerta* ein höheres Niveau einnehme, womit ich mich auch in der ersten Lieferung meiner *Asaphiden* pag. 13 einverstanden erklärte. Nun hat aber Hr. W. Lamanski neuerdings am Wolchow das Verhältniss gerade umgekehrt gefunden, indem nach ihm *A. lepidurus* dem echten *expansus* in der Zeit vorangeht und wir müssen daher auch für Norwegen eine andere eingehende Prüfung der Frage erwarten.

Vorkommen. In dem Vorstehenden sind die Hauptfundorte des *A. lepidurus* schon erwähnt. Er wurde nach Estländischen Stücken aufgestellt und findet sich im obern Glauconitkalk, namentlich östlich von Reval, so namentlich bei Kolk, Nömmeweske am Walgejöggi, bei Kunda und Sackhof. Im Petersburger Gouvernement bei Kaporje, Ljöpino, Lapuchinka und bei Pawlowsk, immer (mit undeutlichen Ausnahmen vom letzten Fundort), wie auch in Estland ausschliesslich, ohne Begleitung des echten *A. expansus*, während östlich von Petersburg am S.-Ufer des Ladoga, in den Putilow'schen Brüchen, an der Lawa bei Wassilkowo, am Wolchow bei Iswos und Obuchowo, sowie am Sjas bei Koltchanowo, beide Arten zusammen mit Übergangsformen vorkommen. In Schweden habe ich in einem reichen Material aus Husbyfjöl in Östergotland, das ich von dortigen Arbeitern erhielt, neben echten *expansus* auch einige Übergangsformen und echte *A. lepidurus* gefunden. In Norwegen hat wie schon oben gesagt Brögger beide Arten schon in verschiedene Niveaus vertheilt. Es wäre nun noch zu untersuchen, wie weit die Übereinstimmung des *A. lepidurus* vom Wolchow, der nach Lamanski älter als *expansus* ist, mit der var. *incerta* in Norwegen geht, der von Brögger in das höhere Niveau 3c γ verwiesen wird. Aus preussischen Geschieben habe ich ein Stück unseres *A. lepidurus* in der Sammlung des Dr. Kiesow in Danzig gesehn.

Asaphus raniceps Dalm.

T. I Fig. 8, 9, 10, 11, Taf. II, Fig. 1—3.

1827. *Asaphus expansus* var. *raniceps* Dalm. Palaead. Taf. 3, Fig. 4.
 1837. » » » » His. Leth. suec. pag. 14 Taf. 2, Fig. 7.
 1845. » *raniceps* Burmeister Organis. d. Trilob. pag. 126.
 1852. » » Angelin, Palaeont. scand. pag. 53, Taf. 28, Fig. 2.
 1852. » *acuminatus* Angel. l. c. p. 53, Taf. 29, Fig. 2, 2a.
 1882. » » Brögger. Etag. 2 und 3, pag. 33, Taf. 8, Fig. 51.
 1886. » *raniceps* Brögger *Asaphus hypost.* pag. 28, Taf. 1 Fig. 4.
 1898. » » F. Schmidt, Revis. Ostbalt. Trilob. Abth. 5, Lief. 1, pag. 20.

Die Art ist allerdings schon früher auch bei uns angegeben worden, namentlich auch von Nieszkowski und mir (1858), aber fälschlich, da wir ebenso wie Steinhardt (s. *Asa-*

phiden Liefer. 1, pag. 68) den *Pseudosaphus globifrons* Eichw. dafür gehalten haben. Ich habe mich schon früher bemüht die Art nach den im Stockholmer Museum befindlichen Originalen von *A. expansus* und seinen nächsten Verwandten zu unterscheiden, aber erst die letzte Arbeit von Brögger hat Klarheit geschaffen. Schwierigkeiten macht nur das Verhältniss unsrer Art zu *A. acuminatus* Boeck., wie ihn Angelin und Brögger dargestellt haben. Brögger erwähnt (Etag. 2 und 3 pag. 94) selbst eines Exemplars (das Stück liegt mir vor) von Isvos, das vollständig mit norwegischen Stücken des *acuminatus* übereinstimmte. In der spätern Arbeit (*Asaph. hypost.* pag. 28, Anm. 1) weist er darauf hin, dass dieses Stück wohl zum echten *raniceps* gehöre, erwähnt aber ausserdem als jüngere Art noch den *A. acuminatus* Boeck.

Ich selbst kann nach der Abbildung des *A. acuminatus* bei Brögger keinen Unterschied von manchen Formen unseres *raniceps* finden. Ebenso stimmt auch das Kopfschild bei Angelin Taf. 29, Fig. 2 vortrefflich zu unsern Formen, während das Pygidium spitzer erscheint. Derlei Pygidien des *A. acuminatus* aus Schonen habe ich im Stockholmer Museum gesehen und konnte sie damals mit unseren Formen nicht in Zusammenhang bringen. Ganz neuerdings erhielt ich von Prof. Moberg Stücke aus Fogelsang in Schonen, die ganz mit manchen Formen unseres *raniceps* übereinstimmen, die ja auch in der stumpfen oder spitzen Form des Pygidiums stark variiren.

Nach den Darstellungen bei Angelin und Brögger liegt der Unterschied im Kopfschild zwischen *A. acuminatus* und *raniceps* nur in der etwas schmälern Glabella und der spitzer vorgezogenen Gesichtsnaht bei ersterer Form, die bisweilen auch eine schwache Längsleiste auf der Glabella zeigt und einen oder zwei vordere Hülfeindrücke. Die Fig. 1 auf unsrer Taf. II würde danach einen echten *A. acuminatus* Boeck darstellen.

Im Folgenden unterscheiden wir ausser der Hauptform, dem echten *A. raniceps* Dalm., Ang. noch den *A. acuminatus* Boeck und als älteste Varietät sowie als Beginn der Art die var. *Lamanskii* m.

Bei unserer Hauptform, die ich für identisch halte mit dem echten *A. raniceps* Dalm. ist der Kopf ziemlich dreieckig vorn spitz oder gerundet, mit spitzen Hinterecken, etwa $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ mal so breit wie lang, die Glabella, sehr wenig erhaben, birnförmig, nach vorn kaum begrenzt, an den Seiten mit deutlichen aber meist schwach angedeuteten Glabellarfurchen, die in die meist schwach ausgeprägten Augengruben münden und von diesen ebenfalls schwach ausgeprägt, zur Nackenfurche sich fortsetzen. Vor den Augengruben trennen sich die ebenfalls schwachen Dorsalfurchen ab und schneiden deutlich den Nackenring. Sie begrenzen die von vorn nach hinten gestreckten länglich ovalen oder elliptischen meist erkennbaren Basalloben (Taf. II, Fig. 1, 2). Die Nackenfurche ist besonders charakteristisch, indem sie in der Mitte sich fast ganz verliert, an den Seiten aber, vor den Dorsalfurchen und hinter den Basalloben deutlich vertieft erscheint und sich ebenso in die Occipitalfurchen fortsetzt. Vor ihr tritt der kleine Nackentuberkel hervor und hinter ihr, der kaum vorgewölbte fast flache Nackenring, der sich der Nackenfurche entsprechend ebenfalls kurz vor den Dorsalfurchen

stärker wölbt. Das beschriebene Verhältniss ist genau so auch in dem Kopfschilde von *A. acuminatus* bei Angelin Taf. 29, Fig. 2, dargestellt.

Die Augen verhältnissmässig hoch, erheben sich direkt von der Wangenfläche ohne vertiefte Umgebung (wie bei *expansus*) und zeigen verschiedene Variationen. Bei den neuern Formen, dem echten *A. raniceps*, sind sie grösser, ihr Längsdurchmesser kommt der Entfernung vom Hinterrande gleich, bei ältern dagegen, (unsrer var. *Lamanskii*) sind sie auffallend klein und mehr nach vorn gerückt, indem ihr Längsdurchmesser merklich kleiner wird (bis $1\frac{1}{2}$ mal) als die Entfernung vom Hinterrande. Die Gesichtslinien zeigen in ihrem hintern Zweige von Anfang an eine Biegung nach hinten, die bei der ältern Form steiler erscheint. Die vordern Zweige ähneln sehr dem von *A. lepidurus*, indem sie zuerst nach aussen und vorn gehen und dann in steilem Bogen nach dem Vorderrande sich umbiegen, den sie, sich immer mehr nähernd, in vorgezogener dreieckiger Spitze erreichen. Die Oberfläche des Kopfes ist glatt und bisweilen glänzend; sie zeigt bis auf ganz feine eingedrückte Punkte, keinerlei Verzierungen.

Der Umschlag (Taf. I, Fig. 11) ähnelt dem von *A. lepidurus*; er ist scharf, in der Mitte erweitert, etwas ausgehöhlt und nahe den Hinterecken mit einer schwachen Grube, dabei mit den gewöhnlichen querverlaufenden Terrassenlinien versehen.

Das Hypostoma (Taf. I Fig. 11) zeigt keinen wesentlichen Unterschied von den verwandten Arten *A. lepidurus* und *expansus*. Die Maculae erscheinen als schwach erhabene Tuberkel.

Der Thorax zeigt eine schwach gewölbte Rhachis, deren Glieder meist ganz flach erscheinen (zuweilen nach hinten etwas ansteigend). Meistentheils erscheinen sie ganz ohne Verzierungen, aber bei guter Erhaltung doch zuweilen mit ganz feinen und undichten bogenförmigen Terrassenlinien, bisweilen lassen sich auch 2 dunklere Flecken auf ihrer Oberfläche erkennen, die den erhabenen Tuberkeln bei manchen andern Arten (z. B. *ornatus*, *laevissimus*) entsprechen. Die Pleuren sind etwas breiter als die Rhachis und auch aussen schräge geneigt. Sie enden quer abgeschnitten.

Das Pygidium der Hauptform mehr oder weniger stumpf-dreieckig. Die Rhachis wenig erhaben, stumpf kegelförmig, noch einmal so lang wie breit; am Ende etwas aufgeworfen. Sie zeigt meist nur schwache Gliederung die bei wohl erhaltenen (s. Textfig. 20) Exemplaren meist gar nicht oder doch nur durchschimmernd zu erkennen ist. Bei Steinkernen erscheinen die vordern Glieder durchgehend (Taf. II, Fig. 3), die hintern unterbrochen. Bei den älteren Varietäten *A. acuminatus* und *Lamanskii* (s. Textfig. 21) sind die hinteren Rhachisglieder des Pygidiums (Taf. I Fig. 10, Taf. XII, Fig. 9, 10) meist auch bei wohlerhaltener Schaale als kleine Anschwellungen an den Seiten der Dorsalfurchen zu erkennen. Auf der Oberfläche sind die Glieder nur durch schwache gerade Querlinien, die in der Mitte auch ganz verschwinden, markirt. Die Seitenlappen zeigen bei allen Varietäten bei wohlerhaltener Schaale eine Anzahl sehr feiner vielfach durchbrochener Linien, die von der

Rhachis zum Aussenrande gehen und deren Bestandtheile bisweilen in Reihen (den Pleuren entsprechend) kurzer quergestellter Bogenlinien erscheinen. Ausserdem finden sich nach

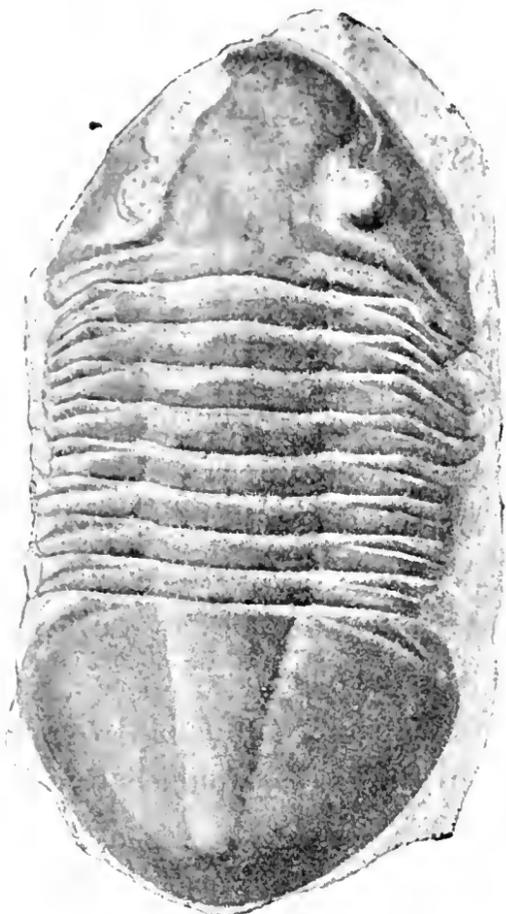


Fig. 20. *A. raniceps* Nat. Gr.

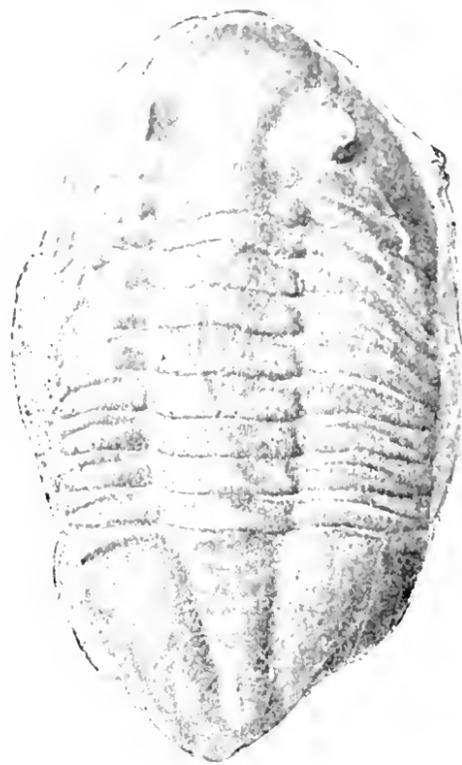


Fig. 21. *A. raniceps* var. *Lamanskii* Nat. Gr.

dem Aussenrande hin noch andere kurze bogenförmige Terrassenlinien. Der Umschlag zeigt grobe Terrassenlinien, etwa wie bei *A. expansus*; ich zähle 15—18 Streifen auf der breitesten Stelle.

Maasse in mm., ohne Unterschied der Varietäten.

Ganze Länge	90	35	74		
Länge des Kopfes . . .	31	26	23	18	14
Breite	50	48	42	31	25
Länge des Pygidiums.	34	30	23	19	15
Breite	44	44	39	31	22

Beziehungen der Varietäten zu einander und der verwandten Arten. Wir haben in Vorstehendem 3 Formen besprochen, den eigentlichen *A. raniceps* Dalm., den wir bei uns für die jüngste Varietät halten, den *A. acuminatus* Boeck und die älteste Form, die var. *Lamanskii* m. Die letztgenannte Varietät, (Taf. XII Fig. 8—10 und Textfig. 21) unterscheidet sich durch deutlichere Augengruben, kleinere Augen, etwas deutlichere Nackenfurchen und bei erhaltener Schaafe meist deutlich vortretende durchbrochene Rhachisglieder des Py-

gidiums. Die Glabella ist der Hauptform ähnlich. Die var. *acuminata* (*A. acuminatus* Boeck., (Taf. I Fig. 10, Taf. II, Fig. 1, 2), stimmt im Pygidium vollkommen mit der vorigen Var. überein, das Kopfschild zeigt aber, wie schon erwähnt, eine schmalere Glabella und eine schmalere Spitze (en ogive) der vereinigten Gesichtslinien vor denselben. Die Uebereinstimmung mit der Darstellung des Kopfes bei Angelin und Brögger ist vollständig. Die Hauptform (Taf. I Fig. 8, 9, 11, Taf. II Fig. 3, Textfig. 20) unterscheidet sich bei uns wesentlich durch eine breitere Glabella mit einer stumpferen Spitze und ein Pygidium, das bei erhaltener Schale gar keine Rhachistheilung zeigt, die auch bei Steinkernen mehr durchgehend als unterbrochen erscheint.

Sehr ähnlich ist auch *A. striatus* Boeck (Brögger l. c. Taf. 8 Fig. 1—3) den ich bei seiner Gleichzeitigkeit vielfach verglichen habe, er nähert sich am meisten unserer Hauptform durch die stumpfere Spitze der Gesichtslinien zu der Glabella.

Vorkommen. Die älteste Form, var. *Lamanskiï*, kommt, meist in kleinen zusammenge-rollten Exemplaren, schon mit *A. expansus* zusammen in der Stufe B_{2b} vor, und zwar nur im O des Gebiets, am Sjas, am Wolchow bei Iswos und Obuchowo, an der Lawa bei Wassilkowo und in den Putilowschen Brüchen bei Gornaja Scheldicha.

Die Form *acuminata* habe ich nur bei Iswos am Wolchow gefunden, wie es scheint, kommt sie auch noch mit *A. expansus* vor; die Schalen sind meist wohlerhalten und zeigen eine glänzend-rothbraune Farbe.

Die Hauptform von *A. raniceps*, die sich nahe dem *A. striatus* anschliesst, findet sich in einem höhern Niveau am Wolchow, bei Iswos, Obuchowo, Sapolek, an der Lawa und bei Putilowo, es sind häufig grosse Exemplare, die selten vollkommen wohlerhalten zu bekommen sind. Sie gehören zu den höchsten Schichten von B_2 und gehen auch in die Stufe B_{3a} , die untere Linsenschicht, über, in welcher ich sie auch in Estland bei Malla und Nömmewesk getroffen habe. Eine etwas abweichende Form, die ich Taf. I Fig. 8 abgebildet habe, stammt aus dem Kalksandstein der Insel Klein Rogö, der dort den Orthocerenkalk B_{3b} , vertritt.

Dieses letztere Stück stimmt nun aber besonders gut zu schwedischen Exemplaren von Husbyfjöl und Ljung, wo die Art auch im Orthocerenkalk vorkommt. Vom Kinnekulle wird von Holm in seiner neuesten Arbeit über den Kinnekulle noch die var. *maxima* Brögger angeführt, die ich bei uns nicht unterscheiden konnte. In Norwegen haben wir unsere Art als *A. acuminatus* Boeck, der dort von Brögger als wahrscheinlich der Schicht 3_γ angehörig aufgeführt wird. In norddeutschen Geschieben ist der echte *A. raniceps* bisher nicht gefunden worden.

Asaphus pachyophthalmus m.

Taf. II. Fig. 8—10, Taf. XII. Fig. 13, 14.

1898. *Asaphus pachyophthalmus* F. Schmidt, Revis. d. ostbaltisch. silur. Trilob. Abth. 5, Lief. 1, p. 20.

Die Hauptform dieser neuen Art ist bisher nur in wenigen anstehenden und in einigen ausgewaschenen Exemplaren gefunden worden. In gleichem Niveau sind aber auch ein paar etwas abweichende Formen in einzelnen Exemplaren vorgekommen, die ich einstweilen als var. *minor* und *major* aufführe.

Der Kopf der Hauptform ist halbmondförmig, reichlich doppelt so breit wie lang, der Vorderrand breit gerundet oder mit stumpfer Spitze; begleitet von einer kräftigen erhabenen Linie. Die Hinterecken ausgezogen stumpfspitzig, beiderseits convex. Die Glabella ist wenig erhaben, allmählig in den Vorderrand übergehend, ihre Vorderpartie quer oval, die Breite der Länge bis zur Nackenfurche gleichkommend. Nach hinten verflacht sie sich allmählig zur schwach angedeuteten Nackenfurche hin, die nur wie bei *A. raniiceps* kurz vor Durchtritt der Dorsalfurchen tiefer wird und sich bis kurz vor den Hinterecken fortsetzt. Vor ihr der schwach vortretende Nackentuberkel. Die Glabellarfurchen sind an den Seiten der Glabella deutlich aber nicht tief; sie convergiren stark bis zu den nicht immer deutlichen Augen gruben, dahinter sind sie ganz schwach oder gar nicht vorhanden. Die eigentlichen Dorsalfurchen werden meist erst beim Eintritt in die Nackenfurche deutlich.

Ebenso sind selten Basalloben (Textfig. 22, wo sie zu stark gezeichnet sind) zu erkennen. Der Nackenring ist entsprechend der Nackenfurche in der Mitte flach, an den Seiten stärker erhaben. Die **Augen** sind für unsere Art besonders charakteristisch; sie treten stark hervor; ihr Breitendurchmesser



Fig. 22. *A. pachyophthalmus* F. S. reichlich doppelte Grösse; nicht ganz gelungene Figur. Die Basalloben der Glabella zu stark.

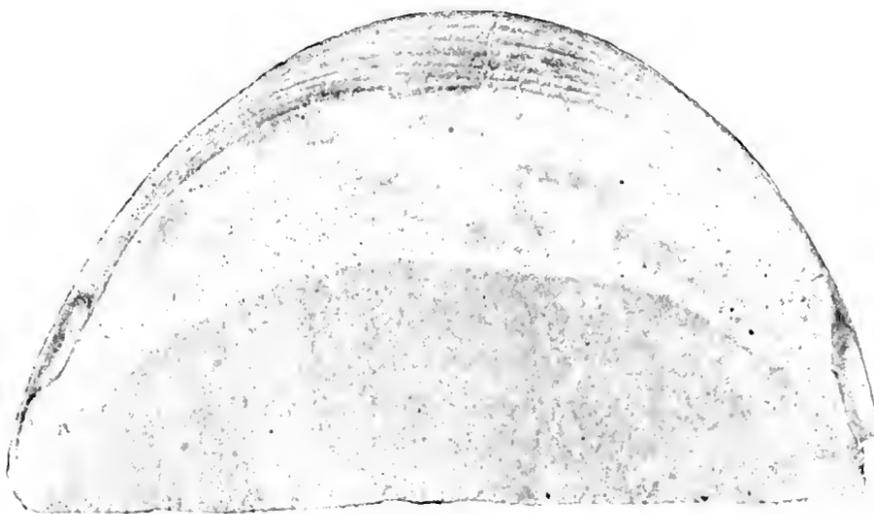


Fig. 22a. *A. pachyophthalmus*, 2 Mal vergrössert.

ist der grösste, auch der Längsdurchmesser übertritt meist die Entfernung vom Vorder-
 rande, die Entfernung vom Hinterrande ist viel geringer. Von der innern Augenbasis
 steigen die Augen ziemlich gleichmässig schräg nach aussen und oben an, ohne dass der
 Deckel anfangs steiler ansteigt und oben eine mehr horizontale Lage annimmt wie bei
 den verwandten Arten *A. raniceps* und *Eichwaldi*. Die Gesichtslinien wenden sich von der
 Augenbasis in schwach geneigter Linie zur Nackenfurche und durchschneiden sie, sowie den
 Nackenring in convexer Linie wie gewöhnlich, der vordere Zweig geht nach aussen und
 vorn bis in die Nähe des Randes, biegt sich dann in scharfem Winkel von circa 60 Grad
 nach innen um und nähert sich immer mehr dem Rande bis in die Mitte desselben sich beide
 Linien unter ziemlich stumpfem Winkel (ohne besondern Vorsprung) vereinen. An den Seiten
 der Glabella wird durch die Gesichtslinien ein gleich breiter Streifen von den festen Wangen
 abgeschnitten. Auf der Oberfläche des Kopfes keinerlei Verzierung. Der Umschlag des
 Kopfschildes ist ziemlich scharf und vorn mit den gewöhnlichen Terrassenlinien geziert; in
 der Mitte bildet er einen breiten flachen Streifen, an den Seiten erscheint er als schmaler
 Wulst. An diesem erscheint kurz vor den Hinterecken ein ähnlicher Eindruck wie bei
A. expansus zur Einfügung der hintern Pleuren des Thorax, der auch von aussen gesehn
 als flache Einbucht des Hinterrandes erscheint mit stärker vorspringendem vordern Ende.
 Die Einfügungsstelle selbst befindet sich grösstentheils auf der untern Seite des hier ange-
 schwollenen Randwulstes und bildet hier einen länglichen Eindruck, der vorn bisweilen von
 einer starken knotig vortretenden Verdickung begrenzt wird (s. die Textfig. 22a, 23, 24).

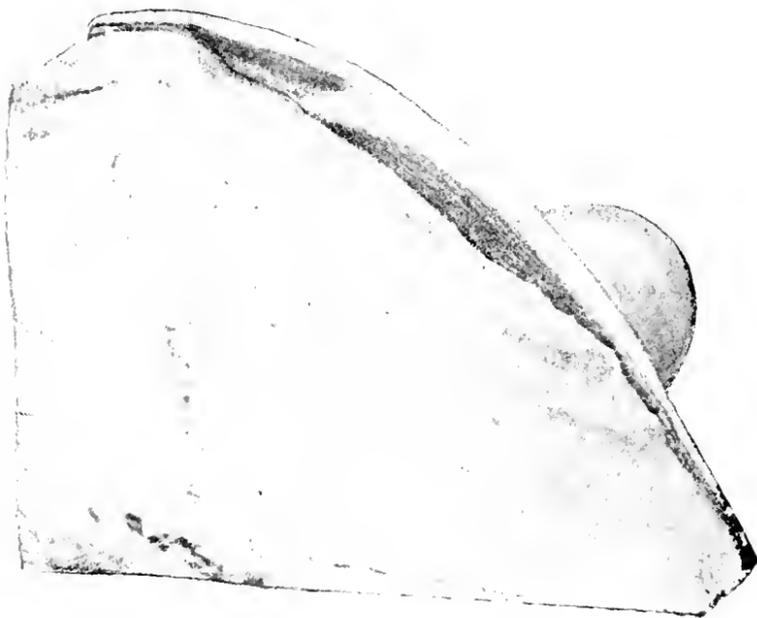


Fig. 23. *A. pachyophthalmus*. Eindruck am Umschlag; stark vergrössert.



Fig. 24. *A. pachyophthalmus*. Eindruck am Umschlag stark vergrössert.

Vom hintern Ende der Schwellung an bildet die Hinterecke ein einfaches Blatt. Das *Hypostoma* habe ich nicht erhalten können.

Der Thorax zeigt ziemlich flache Rhachisglieder, selten mit Spuren von Terrassenlinien. Die Gelenkfurche recht stark ausgeprägt. Die Pleuren ziemlich ebenso breit wie die Rhachis; sie enden quer abgestutzt, wenigstens die hintern, während die vordern nach vorn gebogen sind wie bei *A. expansus* und etwas gerundet erscheinen.

Das Pygidium ist gewölbt, etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 mal so breit wie lang, breit gerundet bis stumpf dreieckig, die Rhachis mässig erhaben kegelförmig, die Länge etwa $1\frac{1}{3}$ mal so gross als die Breite im Grunde, die ersten 2 bis 3 Glieder sind bei erhaltener Schaaale zu erkennen, sie gehen über die ganze Breite der Rhachis durch, die hintern verschwinden ganz oder zeigen nur an den Seiten der Rhachis kleine, oft schuppig hervortretende Erhabenheiten, wie bei *A. expansus*, die an Steinkernen besonders deutlich sind. An den Seitentheilen sieht man ganz entsprechend dem *A. expansus* eine Anzahl (etwa 5—7)



Fig. 25. *A. pachyophthalmus* $2\frac{1}{2}$ mal vergrössert.

von der Rhachis ausgehender erhabener Linien, die zum Rande verlaufen. In der breiten flachen Dorsalfurche erfahren diese Streifen (Textfig. 25) eine Knickung nach vorn. Zwischen ihnen erkennt man, besonders an den Dorsalfurchen, eine Anzahl kurzer schräg verlaufender Terrassenlinien. Der Umschlag verhält sich wie bei *A. expansus*.

Maasse in mm.			
Länge des Kopfes . . .	17	18	14
Breite	37	38	29
Länge des Pygidiums.	21	20	15
Breite	34	38	27

Verwandtschaft. Durch die Form des Kopfes und der Glabella, durch die Ausbuchtungen am Vorderrand und die Verzierungen des Pygidiums mit *A. expansus* verwandt. Die geringe Entwicklung der Nackenfurche und der Gruben zwischen den Augen erinnert an *A. raniceps*.

Vorkommen. Die Hauptform früher nur einmal in einem Exemplar anstehend gefunden unter der Brücke über die Popowka bei Pawlowsk, in Gemeinschaft mit General Plautin, in einem rothen Kalk, der den eigentlichen Vaginatenkalk (B_{3b}) bedeckte. Das Exemplar hat General Plautin kunstgerecht herauspräparirt und es liegt wesentlich der vorhergehenden

Beschreibung zu Grunde, später habe ich in der Volborth'schen Sammlung aus der Gegend von Pawlowsk noch einige unvollständige Exemplare in einem ähnlichen rothen Kalk gefunden, die sich durch ihre dicken grossen Augen und die charakteristischen Ausbuchtungen vor den Hinterecken leicht mit unserer Art identificiren lassen.

Ganz neuerdings habe ich durch Herrn W. Lamanski noch ein Exemplar vom Wolchow, aus Bylschtschina, erhalten, das ebenfalls aus den obern Schichten von B_{3b} stammt und beistehend (Textfig. 22) abgebildet ist. Die Randausbuchtung ist von aussen kaum zu sehen, und die Augengruben sowie die Basalloben sind deutlicher (in der Figur zu stark vorspringend). Im übrigen stimmte es vollkommen nach Augen und Randbucht mit den Exemplaren aus Pawlowsk.

Var. *minor* Taf. XII Fig. 13, 14. Im gleichen Niveau mit der Hauptform fand ich am Wolchow bei Sapolek ein unvollständiges Exemplar (Fig. 14_{a, b}), das nach der Form des Kopfes, nach der Bildung der Glabella mit ihrer Umgebung, der Nackenfurche und der Hinterecken ganz unsrer Art entspricht, aber die Ausbuchtung an den Seiten des Vorderandes ist nur sehr unvollkommen ausgebildet und die Augen erreichen nicht die Grösse wie bei der Hauptform, so dass ihr Durchmesser den Abstand vom Vorderrande nicht übertrifft. Ein ähnliches Exemplar wurde 1897 bei Gelegenheit der Estlandexcursion des internationalen Geologenkongresses von Hrn. Dr. Gagel im Vaginatenkalk von Kunda gefunden und mir freundlichst übergeben. Es ergänzt (Fig. 13) in manchen Stücken das vorerwähnte Exemplar, indem auch das Pygidium einen ähnlichen Bau wie die Hauptform zeigt und die verhältnissmässig kleinen Augen die nämliche schräg ansteigende Form des Augendeckels zeigen. Die Ausbuchtung am Seitenrande des Kopfes ist auch bei diesem Exemplar unvollkommen. Die Maasse sind in der Abbildung wiedergegeben.

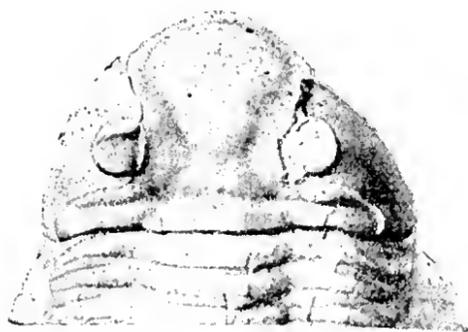


Fig. 26. *A. pachyophthalmus* var. *major*.
Etwas verkleinert.



Fig. 27. *A. pachyophthalmus* var. *major*. Umschlag 2 mal
vergrössert. Die rechte Wange verschoben.

Var. *major*. Textfig. 26, 27. Ein grosses Exemplar aus dem gleichen Niveau wie die vorige Form (*B_{3b}*) wurde vom Präparator des akademischen geologischen Museums J. Knyrko bei Sapolek am Wolchow gefunden, das durch die wohl ausgebildete Ausbuchtung am Seitenrande des Kopfes an unsere Hauptform erinnert, ebenso durch die Beschaffenheit der Nackenfurche und die schräg ansteigenden Augendeckel, aber die Augen selbst sind viel kleiner, indem ihr Durchmesser die Entfernung vom Vorderrande nicht übersteigt. Dabei ist die Form des Kopfes mehr dreieckig, nach vorn vorspringend, die Glabella auch vorn deutlicher abgesetzt. Die schwachen Augengruben, die Nackenfurche und eine ganz schwache Andeutung des Basallobus erinnern an *A. raniceps* und die deutlichen Terrassenlinien auf den Gliedern der Thoraxrhachis widersprechen dem auch nicht, ebenso wie die als seitliche Knötchen in der Dorsalfurche ausgebildeten Rhachisglieder des Pygidium-Steinkernes. Immerhin ist das vorhandene Material zu unvollkommen, als dass ich mehr thun könnte als auf das abweichende Exemplar aufmerksam machen. Die ganze Länge des Stückes beträgt 83 mm., die Länge des Kopfes 28, und die Breite 48 mm. Die Länge des Pygidiums 30 und die Breite 44 mm.

Asaphus Eichwaldi n. sp.

Taf. IV, Fig. 6, 9—11, Taf. XII, Fig. 20, 21.

1830. *Asaphus cornigerus* Pand. Beitr. Taf. IV Fig. 3, Taf. VI Fig. 2, 3, Taf. VIII Fig. 6.

1860. » *Weissii* Eichw. Leth. ross. anc. per. p. 1452 (ex pt.) Taf. 54 Fig. 7.

1884. » » Kiesow, sil. und devon. Geschiebe Westpreussens p. 82.

Eine sehr schwierige Art durch ihre mannigfaltigen Beziehungen zu verwandten Formen. Einerseits erkennen wir die Verwandtschaft zu dem vorausgegangenen *A. expansus* und namentlich auch zu *lepidurus*, andererseits sehen wir die nahe Verwandtschaft zu den gleichzeitigen Formen *A. cornutus* var. *Holmi*, *A. laevissimus* m. und *A. latus* mit der var. *A. Plautini*. Es ist nicht zu verwundern, dass Pander sich nicht entschliessen konnte unsere Form von *A. expansus* zu trennen, von dem typische Exemplare aus unserem Gebiet ihm augenscheinlich nicht vorlagen. Eichwald hat diese Trennung ausgeführt und seinen *A. Weissii* vom echten *expansus*, namentlich durch die charakteristische Sculptur des Pygidiums getrennt. Sein *A. Weissii* umfasst aber auch leider so viele

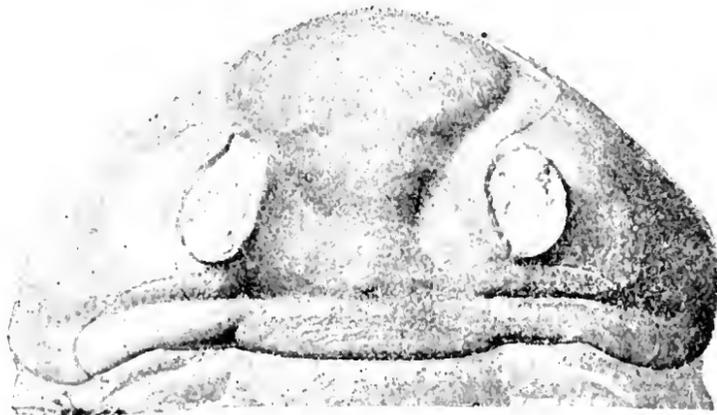


Fig. 28a. *A. Eichwaldi* F. S. Fast 2 mal vergrössert.

Formen wie *A. Kowalewskii*, *cornutus*, *laevissimus* u. a., dass, wie schon Nieszkowski nachgewiesen hat, es unmöglich ist diese Art bestimmt zu begrenzen. Immerhin gehört die

in der *Lethaea rossica* mitgetheilte Figur zu unserer Art und daher glauben wir es Eichwald's Andenken schuldig zu sein die Art nach ihm zu benennen. Ich glaubte früher den

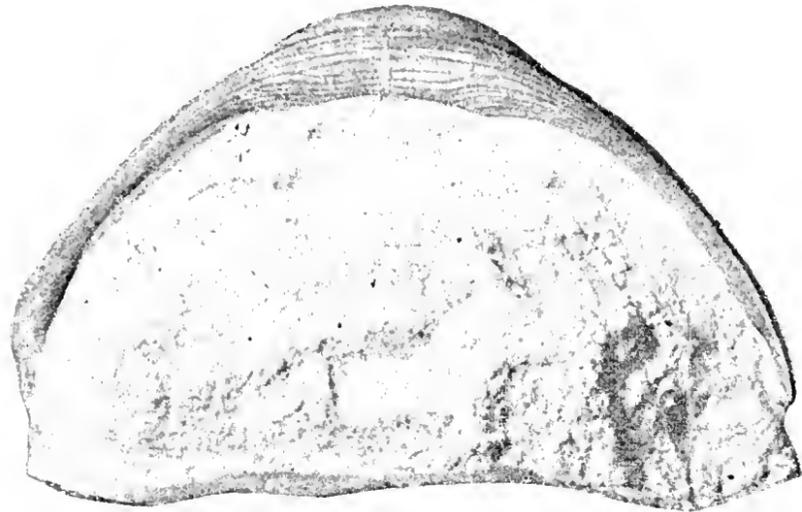


Fig. 28b. *A. Eichwaldi* F. S. Das nämliche Exemplar von unten über 2 mal vergrössert.

niger spitz, sie pflegen beiderseits convex zu sein. Der Vorderrand von einer fadenförmigen erhabenen Linie begrenzt. Die Glabella birnförmig, erhaben, ringsherum deutlich begrenzt, vorn mehr oder weniger steil abfallend, bisweilen mit einem schwachen Kiel. In den Glabellarfurchen zwischen den Augen eine deutliche nicht tiefe Grube, dahinter setzen sie sich schwächer werdend bis zur mässig tiefen Nackenfurche fort. Zwischen den Gruben immer eine deutliche Querfurche. Vor der Nackenfurche ein feiner spitzer Tuberkel. Die Seitenloben am Grunde der Glabella nicht oder doch nur schwach ausgebildet; ebenso sind die eigentlichen Dorsalfurchen an den innern Abhängen der Augen nicht deutlich ausgebildet.

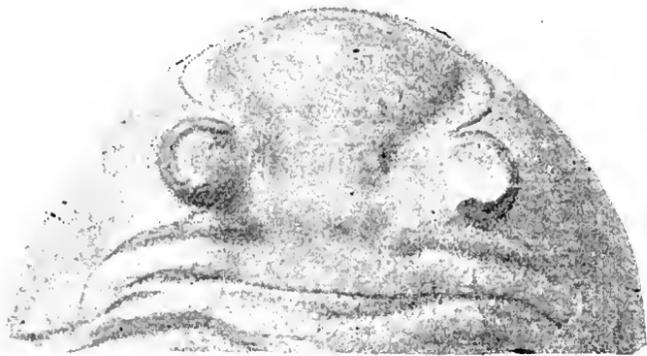


Fig. 29. *A. Eichwaldi* var. *Krynkoï* 1 1/2 mal vergr.

Sie schneiden nur den gewölbten Nackenring und die Nackenfurche die nach aussen beiderseits tiefer wird und sich in der Nähe der Hinterecken verliert (gleich hinter dem zweiten Drittel der Entfernung von der Dorsalfurche bis zur Hinterecke). Die Augen hoch mit stark ansteigendem Augendeckel; sie steigen aus flacher Basis auf, ohne besondern Augenhöcker, es ist nur die cylindrische Augenbasis vorhanden, deren Höhe etwa die Hälfte der Sehfläche beträgt. Mit ihr zusammen beträgt die Höhe der Augen etwa ebensoviel wie ihre Längserstreckung. Der Abstand der Augen vom Hinterrande ist immer kleiner als die Länge der Augen. Der Abstand vom Vorderrande macht aber etwas mehr als die Länge aus. Der hintere Zweig der Gesichtslinien verläuft zuerst ziemlich parallel der Occipitalfurche um sich dann in der zweiten Hälfte seines Verlaufs im Bogen schräg nach hinten zu wenden und den Nackenring fast vertikal zu schneiden. Der vordere Zweig geht von

A. Weissii Eichw. halten zu können und habe daher im Königsberger und Berliner Museum manche Stücke so bestimmt, die zum Theil hierher, zum Theil zu *A. laevissimus* oder *cornutus* gehören mögen. Hierher gehören auch die von Brögger *Asaphus hypost.* pag. 30 erwähnten Stücke aus Linnarsson's Sammlung von Pawlowsk.

Der Kopf ist halbmondförmig bis stumpf dreieckig, ziemlich stark gewölbt, noch einmal so breit wie lang. Die Hinterecken enden mehr oder we-

den Augen nach aussen und vorn bis in die Nähe des Vorderrandes, wo er in mehr oder weniger scharfer Biegung sich nach innen wendet um mit dem gegenüberliegenden Zweige in stumpfer Spitze zusammentreffen. Bis zur Biegung verläuft die Naht meist parallel dem Rande der Glabella, der Zwischenraum wird aber nach vorn breiter, wenn die Biegung der Naht zu einem spitzen Winkel wird. Scharfe Grenzen sind hier schwer festzustellen. Die Oberflächenskulptur zeigt meist kräftige Terrassenlinien am Vordertheil der Glabella, die seitlich auf die Vorderseite der Wangen sich (Textfig. 28a) fortsetzen und hier oft Anastomosen bilden. Der Nackenring zeigt kräftige bogenförmige Terrassenlinien wie alle Rhachisglieder des Thorax.

Der **Umschlag** stimmt ganz mit dem von *A. expansus* überein und ist, meist flach oder etwas gewölbt (Taf. XII, Fig. 20, Textfig. 28b). Von einer Grube für die Pleurenenden des Thorax ist nichts zu sehn. An deren Stelle geht der sonst gerundete Umschlagsrand an den Hinterecken in ein scharfrandiges Blatt über. Ebenso ist auch das **Hypostoma** durch nichts ausgezeichnet: der Mittelkörper ist vielleicht etwas kürzer als bei *expansus*.

Der **Thorax** hat stark erhabene, oben abgeflachte Rhachisglieder, die auch in ausgestreckter Lage durch tiefe Furchen von einander getrennt sind (wieder wie bei *expansus*). Die Oberfläche der regulären Glieder ist mit kräftigen bogenförmigen Terrassenlinien bedeckt (Taf. XII, Fig. 21). Die Pleuren sind etwas breiter als die Rhachis und enden quer abgeschnitten. Der innere Pleurentheil nimmt ein Drittel der Rhachisbreite ein. Auf den Rhachisgliedern sind bisweilen Andeutungen der paarigen Knötchen zu erkennen.

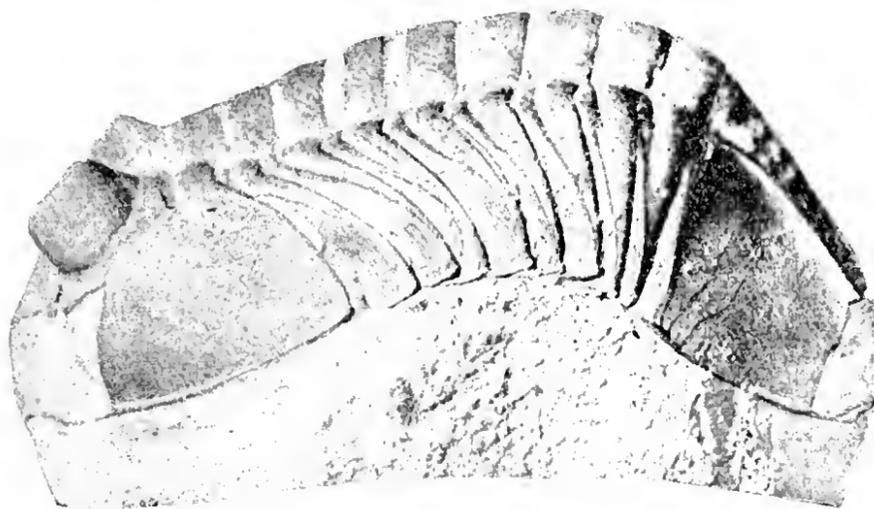


Fig. 30. *A. Eichwaldi* var. *Krynkoï* F. S. Ueber 2 mal vergr.

Das **Pygidium** (T. IV, F. 9c) ist breit abgerundet bis stumpf dreieckig etwa $1\frac{1}{2}$ mal so breit wie lang. Die Rhachis wenig erhaben, allmählig zum Ende verjüngt, noch einmal so lang wie die Breite am Grunde. Die einzelnen Glieder derselben, etwa 8 an der Zahl, treten nur an den Seiten deutlich hervor (wie bei *expansus*) und werden in der Mitte undeutlich. Nur die vordersten Glieder gehen ganz durch. Sie sind durch undeutliche Querstreifen markirt, die in der Mitte einen Bogen nach vorn bilden, und sich auf kleine Strecken auf den Seitentheilen verfolgen lassen. Auf diesen treten ausserdem bisweilen noch unterbrochene Fortsetzungen derselben auf, und sonst zahlreiche kurze bogenförmige Terrassenlinien, die übrigens ebenso wie die Theilungen der Rhachis bei jungen und nicht ganz wohl erhaltenen Exemplaren oft garnicht zu erkennen sind. Der Umschlag zeigt kräftige, etwa 15—18, Terrassenlinien, die denen bei *A. expansus* ähnlich sind.

Vorkommen. Vorzüglich im Petersburger Gouvernement im Grenzgebiet der Stufen B_{3b} und C_{1a} , bei Dubowiki und Archangelskoje am Wolchow, bei Wassilkowo an der Lawa, an der Popowka und in Katlino bei Pawlowsk, seltner bei Gostilzy. In Estland nur im obern Vaginatenkalk B_{3b} bei Tüllifer unweit Kalk und bei Reval gefunden.

Bei Beschreibung unsrer Art muss ich noch einer nicht bestimmt begrenzten Varietät, die ich var. *applanata* (Taf. IV Fig. 11)

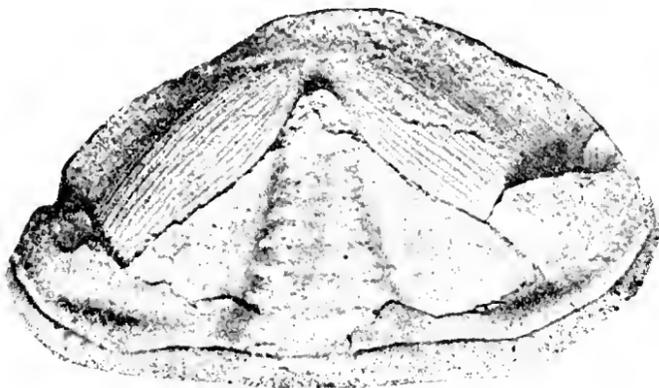


Fig. 31. *A. Eichwaldi* F. S. var. *Krynkoï*. 2 mal vergr.

nennen will, erwähnen, die im östlichsten Theil unsres Gebiets bei Wassilkowo an der Lawa in der Stufe C_{1a} vorkommt und eine flachere Glabella mit schwachen Terrassenlinien zeigt, die auf den Wangen ganz fehlen. Die Gesichtslinien springen seitlich von der Glabella stark vor, so dass hier eine Verbreiterung der festen Wangen stattfindet. Die Nackenfurche erscheint fast gleichmässig tief. Am Thorax und Pygidium keine Unterschiede von der Hauptform. Es sind grosse Exemplare, die bei schlechter Erhaltung leicht verführen können.

Eine bestimmtere Varietät ist in einem tiefern Niveau B_{3b} etwas tiefer als die Hauptform, bei Bylschtschina und Sapolek am Wolchow von Herrn Lamanski und dem Sammler

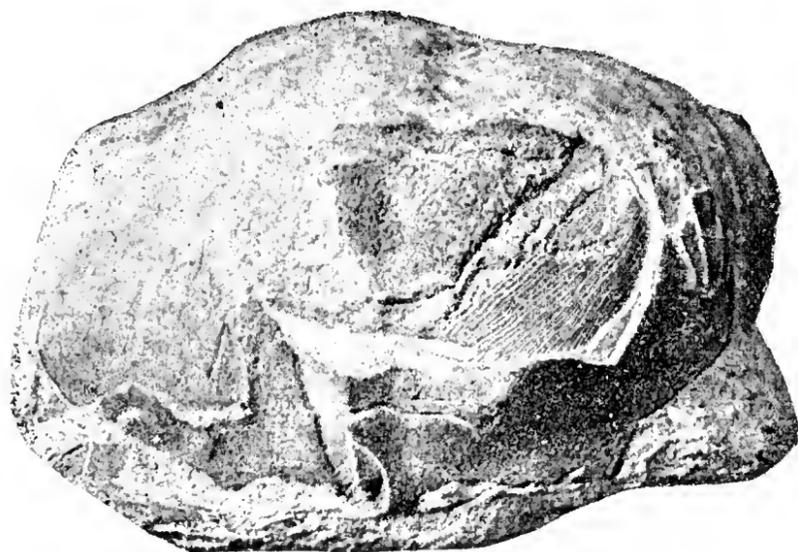


Fig. 32. *A. Eichwaldi* var. *Krynkoï*. Pygidium 2 mal vergr.

unseres geologischen Museums, O. Knyrko entdeckt worden, die ich zu Ehren des einen Entdeckers var. *Knyrkoï* (Textfig. 29—32) nenne, sie zeichnet sich durch schärfere mehr ausgezogene Hinterecken, durch eine in der Mitte nur schwach angedeutete Nackenfurche und namentlich durch bedeutend feinere Terrassenlinien am Umschlag des Pygidiums aus, die übrigens auch Uebergänge zur Hauptform zeigen. S. die Textfiguren 31, 32 von denen Fig. 31 die erwähnte Uebergangsbildung zeigt.

Maasse in mm.	Hauptform.		var. <i>applanata</i> .	var. <i>Knyrkoï</i> .	
Gesammlänge	78	—	—	76	62
Länge des Kopfes . . .	24	18	26	21	21
Breite	45	38	50	42	34
Länge des Pygidiums	25	21	26	25	22
Breite	40	34	40	40	30

Asaphus delphinus Lawr.

Taf. III Fig. 8—12, Taf. XII Fig. 15.

1856. *Asaphus delphinus* Lawrow in Verhandl. Kaiserl. Mineralog. Gesellsch. (Jahrg. 1855—56) pag. 238 Taf. 4.
1858. *Asaphus delphinus* Hoffm. in Verhand. Mineral. Ges. (1857—58) pag. 47 Fig. 2a—2c (Copie d. Vorigen).
1898. *Asaphus delphinus* F. Schmidt, Revis. Ostbalt. silur. Trilob. Abth. V, Lief. 1, pag. 25.

Eine sehr auffallende und ganz isolirt stehende Art, die bis 120 mm. Länge erreicht. Die ganze Form ist gestreckt, vorn und hinten zugespitzt, fast noch einmal so lang wie breit. Das Kopfschild ist dreieckig, etwa $1\frac{1}{2}$ mal so breit wie lang, in der Mitte flach gewölbt, an den Seiten abfallend, vorn in eine stumpfe Spitze vorgezogen; die Seiten ziemlich geradlinig, nach der Spitze zu bisweilen etwas ausgeschweift. In der Höhe der Augen, nahe den stumpfen etwas vorgezogenen Hinterecken eine kurze tiefe Einbuchtung. Um den ganzen Vorderrand, von der Einbuchtung an, verläuft ein scharf abgesetzter fadenförmiger erhabener Rand, hinten von einer schmalen Furche (Textfig. 33) begrenzt. Die Glabella rhombisch-birnförmig, zum Vorderrande ziemlich steil abfallend, nach hinten zur Nackenfurche hin verschmälert und flach, an ihrem Ende hart an der Nackenfurche ein kaum bemerkbarer kleiner Nackentuberkel. Die Glabellarfurchen sind vor den Augen deutlich und umschreiben die Glabella in convexem Bogen. Zwischen den Augen trennen sich von ihnen die schwer zu bemerkenden schwachen Dorsalfurchen ab und verlaufen zum Nackenring einen schwach ausgeprägten Basallobus abschneidend, der innen von den fast vertikalen etwas stärkern Glabellarfurchen begrenzt wird. Die Augengruben sind gar nicht zu bemerken. Die Nackenfurche ist deutlich und setzt sich noch schärfer ausgeprägt in die Occipitalfurchen fort, die wie gewöhnlich bis über den Durchschnitt der Gesichtslinien hinausreichen. Der Nackenring ist breit und flach gewölbt, nach hinten etwas vorgewölbt, seitlich geht er in den gleichartigen etwas schmäleren Occipitalring über. Die Augen sind niedrig, vorgewölbt, aussen in die Fläche der Wangen eingesenkt und von einer ziemlich breiten Furche umgeben, der Augendeckel flach aufliegend. Die Länge der Augen kommt ihrer Entfernung vom Hinterrande gleich, vom Vorderrande beträgt die Entfernung das Doppelte. Nach hinten sind sie durch eine flache Wölbung von der Nackenfurche getrennt,

Fig. 33. *A. delphinus* Lawr. 2 mal vergrößert.

die etwa dem Nackenringe an Breite gleichkommt. Die Gesichtslinien verlaufen von den Augen schräg abwärts bis zur Nackenfurche und schneiden dann in verticalem nach aussen convexem Bogen den Nackenring. Nach vorn gehn die Gesichtslinien in divergirendem convexen Bogen bis zur Vorderrandfurche, die sie in der Höhe der Augen erreichen und verlaufen dann in dieser bis zur Spitze, wo sie sich vereinigen. Die Oberfläche zeigt auf der Glabella und den Wangen kräftige Terrassenlinien, die sich nach den Hinterecken zu verlieren.

Der Umschlag bildet in der Mitte eine scharfe Kante und zeigt unten eine flache

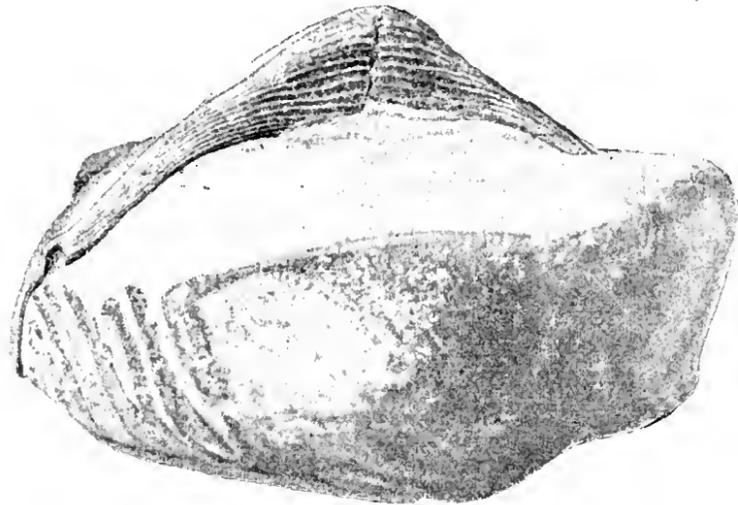


Fig. 34. *A. delphinus* Lawr. 2 mal vergrössert.

dreiseitige Ausbreitung in deren Hinterrand sich das Hypostoma einfügt. An den Seiten geht die Fläche des Umschlags in ein schmales flaches Band über, mit zwei Kanten, von dem sie sich nach aufwärts wendet und der Oberschaale nahezu parallel wird. Dieser Wulst reicht bis zur Einbucht (Textfigur 34), wo er plötzlich sein Ende erreicht; die in veränderter Richtung vorgezogene abgerundete Hinterecke erscheint nur als dünnes Blatt, unter das beim Zusammenrollen die Enden der hintern Pleuren eingreifen.

Das **Hypostoma** (Taf. III, Fig. 22, Taf. XII, Fig. 15) zeigt sehr wenig vorspringende Seitenränder, eine tiefe Hinterfurche, concentrische Terrassenlinien auf dem Mittelfelde, wie gewöhnlich, und vertiefte maculae.

Der **Thorax** verschmälert sich etwas nach hinten. Er ist wenig breiter als lang. Die Rhachis ebenso breit wie die Pleuren, deren äusserer Theil vom Knie an abwärts geneigt ist. Die ersten Pleuren enden stumpf, die spätern quer abgeschnitten. Die Dorsalfurchen mässig tief, die Rhachisglieder gewölbt, ohne Terrassenlinien, durch tiefe Furchen geschieden, die den Gelenkfurchen entsprechen.

Das **Pygidium** stumpf dreieckig etwa $1\frac{1}{2}$ mal so breit wie lang, mässig gewölbt. Die Dorsalfurchen nicht tief eingedrückt. Die Rhachis kegelförmig, fast noch einmal so lang wie die Breite im Grunde. Es lassen sich bei erhaltener Schaale 6—8 Glieder unterscheiden, die durch scharfe Querlinien, die in der Mitte bisweilen eine kleine Ausbuchtung nach vorn zeigen, markirt sind. Diese Linien setzen sich seitwärts fast bis zum Rande fort wie bei *Asaphus expansus*. Vom Rande ausgehend greifen andere Linien in gleicher Richtung zwischen sie hinein, ausserdem sieht man auch nach dem Rande zu verstreute kurze wellige Terrassenlinien. Der Umschlag ist scharf, etwas ausgehöhlt nach dem Rande zu, mit mässig starken Terrassenlinien (20—25) bedeckt, die am obern und untern Rande des Umschlags feiner werden.

Maasse in mm.				
Ganze Länge	120	93'	54	—
Länge des Kopfes . . .	—	32	18,5	24
Breite	—	50	31	34
Länge des Pygidiums	42	33	19	20
Breite	62	44	28	32

Eine durchaus isolirt stehende Art, die durch die eigenthümliche Bildung des Kopfes mit seiner scharfen Randbucht und den in der Vorderrandfurche verlaufenden Gesichtslinien von allen übrigen Arten der Gattung abweicht.

Vorkommen. *A. delphinus* hat ein sehr beschränktes Vorkommen im St. Petersburger Gouvernement, im untern Theil des Echinospaeritenkalks, C_{1a}, vorzüglich in der Umgebung von Ropscha, wo er von Lawrow, und von Gostilizy, wo er von General Plautin in ziemlich zahlreichen Exemplaren gefunden wurde. Als Seltenheit habe ich ihn auch im Osten von St. Petersburg, am Wolchow bei Dubowiki, im gleichen Niveau nachweisen können.

Asaphus cornutus Pand.

Taf. IV Fig. 1—5, 7, Taf XII Fig. 11, 12.

1830. *Asaphus cornutus* Pand. Beitr. zur Geogn. Russl. p. 137 Taf. VII Fig. 5, 6.
 1830. » *cornigerus* Pand. l. c. Taf. 7, Fig. 1, 2.
 1845. » *expansus* var. *cornuta* Pand. in Murch. Geol. of Russia and the Ural I, p. 37 (Holzschn. wiederholt in Siluria 4th. edit. Fig. 88, pag. 357).
 1857. *Asaphus expansus* Nieszk. Vers. Monogr. Trilob. pag. 33 (ex pt).
 1890. » *oculosus* Pompecki, Trilob. Ost- und Westpreussens pag. 75 ex pt. Taf. IV, Fig. 3.
 1898. *Asaphus cornutus* F. Schmidt, Rev. Ostbalt. Trilob. Abth. 5, Lief. 1, pag. 23.

Eine ziemlich schwierige Art, die namentlich von der nächsten *A. Eichwaldi* m. oft nur schwierig zu trennen ist, wie schon aus Pander's Darstellung hervorgeht, der nur eine extreme Form als *cornutus* bezeichnete, während wir noch andere von ihm abgebildete Formen hierher rechnen müssen. Die erste wirklich kenntliche Abbildung (ohne Beschreibung) des ganzen Thieres, deren Bestimmung wohl auf Pander zurückzuführen ist, finden wir im oben citirten Text von Murchison's Geology of Russia, die nachher in die Siluria übergegangen ist. In diesen Textfiguren steht überall der *A. cornutus* rechts neben dem echten *A. expansus*. Später finden wir nur in Pompecki's Arbeit (l. c.) eine gute Darstellung des Auges mit seiner Umgebung. Eichwald hat sich kein klares Bild von unsrer Art gemacht, da er sie als Synonym seines *A. Weissii* zusammen mit *A. Kowalewskii* anführt. In seiner Sammlung fand sie sich auch gemischt mit *A. Eichwaldi* m. und *laevissimus* m.

Auch Nieszkowski hat die Art in Dorpater Sammlungen gesehn, aber mit *A. expansus*, dessen typische Form er nicht kannte, zusammengeworfen. Ebenso ist es auch mir selbst in meiner ersten Arbeit, Untersuchungen über die silurische Formation Estlands p. 186 gegangen.

Es liegen mir recht zahlreiche Exemplare vor, von denen das grösste eine Länge von 112 mm. erreicht. Der Kopf ist stumpf dreieckig, hoch gewölbt, seitlich steil abfallend, etwa zweimal so breit wie lang, mit vorgezogenen Wangen, die in eine stumpfe Spitze enden; der Vorderrand mit ganz feiner, oft nicht erhaltener erhabener Linie. Die Glabella mässig gewölbt vorn abwärts geneigt, kaum begrenzt, vorn quer oval, nach hinten in einen breiten bis zur Nackenfurche reichenden Stiel zusammengezogen, der sich ganz allmählig bis zu den Augengruben etwas verschmälert und an den Seiten von deutlichen Glabellarfurchen begrenzt ist, hinter den Gruben divergiren die Furchen etwas bis zur Nackenfurche. Am Grunde erkennt man den ganz schwachen und feinen Nackentuberkel. In den Furchen zwischen den Augen erkennt man ebenfalls ganz schwache Andeutungen der Augengruben (entsprechend denen von *A. expansus*), zwischen welchen eine schwache Depression über die hintere Fortsetzung der Glabella hinübergeht. Bei wohlerhaltener Schaaale (Taf. IV Fig. 3, als Textfigur 35 wiederholt) sieht man vor den Augengruben noch jederseits zwei Hülfeindrücke (impressions auxiliaires), vor denen in der Mittellinie noch zwei andere



Fig. 35. *A. cornutus* Pand. 2 mal vergrössert.

erscheinen, die alle in dem jungen Exemplar Taf. IV Fig. 7 auch zu erkennen sind. Die eigentlichen Dorsalfurchen erscheinen bei wohlerhaltenen Exemplaren nur als ganz schwach angedeutete Furchen, die vom Nackenring ausgehend am inneren Abhang der Augenhöcker in einwärts gerichtetem Bogen verlaufen und kurz vor den Gruben in die Glabellarfurchen münden, mit denen vereint sie sich bald auswärts wenden und an der vordern Umbiegung der Glabella verschwinden. Die Augenhöcker (besonders bezeichnend für unsere Art) erheben sich zu kurzen und dicken etwas divergirenden und am Grunde eingeschnürten Stielen, die etwa die Höhe der Augenfläche erreichen und nach aussen mit groben eingestochenen Punkten bedeckt sind. Am Grunde der Einschnürung tritt aussen ein besonderer kleiner Höcker hervor, von dem der Abfall nach den Wangen zu in geneigter Fläche stattfindet. Nach der Nackenfurche zu ist die Neigung steiler, etwas gewölbt, und bildet zuletzt an der Furche selbst ein kleines verticales dreieckiges Feld. Die Augendeckel

sind steil anwärts gerichtet, von ihnen geht eine steil geneigte Fläche nach den Glabellarfurchen zu, welche auch die schwach ausgeprägten Basalloben einschliesst. Die Nackenfurche ist tief und schmal, sie setzt sich in gleicher Beschaffenheit jederseits in die Occipitalfurchen fort, die bis etwas über die Hälfte des Abstandes von der Dorsalfurche bis zur Wangenecke reicht. Der Nackenring ist ziemlich schmal, gewölbt, erhebt sich aber nicht über die Basis der Glabella. Er verliert sich entsprechend der Nackenfurche nach den Hinterecken zu, deren Seiten einen von zwei convexen Schenkeln begrenzten Winkel von etwa 60 Gr. bilden. Die Gesichtslinien verlaufen von den Augen hinter dem Basalhöcker vorbei ziemlich geradlinig schräg abwärts nach hinten und aussen bis zum Nackenring, den sie in vertikal gestelltem convexen Bogen schneiden. Die Richtung wird in der Nackenfurche selbst weniger geneigt, so dass sie eine kurze Strecke weit in diese selbst zu liegen kommt. Der vordere Zweig geht vom Auge fast gerade nach vorn und aussen bis in die Nähe des Vorderrandes und biegt hier fast unter rechtem Winkel um, sich dabei dem Rande immer mehr nähernd, den er in der Mitte vor der Glabella erreicht um sich unter stumpfem Winkel, ohne vorragende Spitze mit dem gegenüberliegenden Zweige zu verbinden. Die Entfernung der äussersten Punkte der Gesichtslinien kommt der ganzen Länge des Kopfschildes gleich. Die Oberfläche zeigt auf der Glabella recht scharfe Terrassenlinien, die allerdings nicht immer sichtbar sind, die aber in dem Taf. IV, Fig. 3 und Textfig. 35 dargestellten Stück nach hinten zu vertical verlaufend die ganze Glabella einnehmen, nur die Stellen der Hülfsindrücke freilassend. Von der Glabella gehen die Terrassenlinien auf die Wangen über und hier sieht man fast immer ausserhalb der Augen eine kräftige vertical von vorn nach hinten gerichtete Runzelung. Auf dem Nackenring ist bisweilen eine bogenförmig angeordnete Zeichnung von Terrassenlinien zu erkennen, die sich nachher auf den Rhachisgliedern des Thorax wiederholt.

Der **Umschlag** ist in der Mitte flach, an den Seiten gerundet wie bei den meisten Arten, mit kräftigen Terrassenlinien. Nahe den Hinterecken zeigt er auf der Unterseite eine deutliche elliptische Einfügungsgrube (Taf. XII Fig. 11).

Das **Hypostoma** (Taf. XII, Fig. 11) zeigt nichts Eigenthümliches und ist ähnlich dem von *A. expansus*.

Der **Thorax** zeigt schmale hochgewölbte oben abgeflachte Rhachisglieder mit tiefen Furchen dazwischen, von denen die halbmondförmigen Gelenkstücke ansteigen. Die Pleuren breiter als die Rhachis, am Ende quer abgestutzt, die vorderen etwas convex.

Das **Pygidium** (Taf. IV Fig. 2, Taf. XII Fig. 12) flach gewölbt, über einen Halbkreis vorgezogen, mehr als $1\frac{1}{2}$ mal so breit wie lang. Die Rhachis fast 2 mal so lang wie die Breite am Grunde, endet stumpf; sie zeigt an den Seiten deutliche Dorsalfurchen und erhebt sich wenig über die Fläche des Pygidiums; man unterscheidet 10—12 Glieder, die in der Mitte unterbrochen sind, wo bisweilen eine feine Querstreifung zu bemerken ist, an den Seiten treten sie scharf hervor, erhaben oder nur durch scharfe Linien markirt. An den Seiten-

theilen bisweilen schwache Andeutungen von Pleuren, die durch Reihen von kurzen schrägen Terrassenlinien markirt werden, die im übrigen bei den meisten Exemplaren längs den Seiten in kurzen zerstreuten gewellten schrägen kräftigen Linien auftreten. Bisweilen verschwinden sie ganz.

Der Umschlag ist grob gestreift und geht (Taf. IV Fig. 5) bisweilen bei fehlender Oberschale in einen schmalen flachen Rand aus, der aber nie so ausgeprägt wird wie bei *A. Kowalewskii*.

Maasse in mm.			
Gesamtlänge	112	59	—
Länge des Kopfes	35	18,5	11
Breite	66	39	22
Länge des Pygidiums. . .	39	21	11
Breite	61	35	19

Beziehungen zu andern Arten. Durch die mehr oder weniger gestielten Augen erscheint *A. cornutus* einigermassen mit *A. Kowalewskii* verwandt, doch unterscheidet sich die letztgenannte Art leicht durch die viel längern Augentiele bei beträchtlich kleineren Augen, durch die spitzen Hinterecken, den verschiedenen Verlauf der Gesichtslinien, den Mangel der Einfügungsbucht an den Seiten des Kopfes und das Pygidium, dessen Seitentheile durchgehende Linien zeigen wie bei *A. expansus*. Durch die demnächst zu behandelnde Varietät *A. cornutus* var. *Holmi*, mit niedrigeren Augen nähert sich unsere Art dem *A. Eichwaldi* m.

Vorkommen. *A. cornutus* beginnt schon in den obersten Schichten des Vaginatenkalks (B_{3b}) bei Malla in Estland, hat aber seine Hauptverbreitung in den tiefern Schichten des Echinospaeritenkalks C_{1a} , vorzüglich im östlicheren Theil unseres Gebiets, am Wolchow bei Dubowiki, bei Sara, Wassilkowo an der Lawa, bei Katlino unweit Pawlowsk, bei Gostilizy und Ropscha (Plautin), Lopuchinka und Koporje, dann in Estland bei Türsel, Peuthof und Chudleigh, bei Korküll unter Kook, bei Kandla und Malla und zuletzt noch bei Ari unter Karrol. Weiter im W., namentlich auch in der Umgebung von Reval, kommt die Art nicht mehr vor. Auswärts kennen wir sie nur aus Ostpreussischen Geschieben (*A. oculosus* Pomp. ex pt.).

Asaphus cornutus var. Holmi.

Taf. IV Fig. 8, a, b.

Wir gründen diese Varietät wesentlich auf ein schönes von Dr. G. Holm bei Malla gefundenes Exemplar, dem sich noch ein paar andere von Chudleigh anschliessen. Der Unterschied von der Hauptform besteht wesentlich in der geringen Erhebung der Augenbasis,

wie in der nur andeutungsweise vorhandenen Anschwellung am äussern Augengrunde. Auch sind die Glabellarfurchen nicht so gleichmässig bis zur Nackenfurche fortgesetzt und die eigentliche Glabella ist durch eine Querfurche deutlicher geschieden von ihrer hinteren Fortsetzung in der Umgebung des Nackentuberkels. Darin stimmt unsere Form mit *A. Eichwaldi* überein. Aber der Verlauf des hintern Zweiges der Gesichtslinien ist gerade wie bei der Hauptform des *cornutus*, und verläuft gleichmässig schräg geneigt gegen die Nackenfurche und niemals parallel derselben; auch verhält sich die starke vertikale Querrunzelung ausserhalb der Augenbasis ganz wie bei der Hauptform. Die Grube in der Dorsalfurche am Grunde des Vordertheils der Glabella ist stärker als bei der Hauptform und vor ihr lassen sich an den Seiten der Glabella noch jederseits zwei durchscheinende Flecke erkennen, (als Andeutung vorderer Loben) die weiter keine spezifische Bedeutung haben. Die Basalloben der Glabella sind flacher als bei der Hauptform und fast so deutlich wie bei *A. expansus*, da auch die eigentlichen Dorsalfurchen sich an ihrem Aussenrande gut verfolgen lassen. Die Wangen sind durch eine schwächer oder stärker angedeutete den Vorderrand parallele Furche in einen äussern und innern Theil getrennt. Diese Furche entspricht der Grenze des Kopfschlages und findet sich bei allen unseren Exemplaren, während sie der Hauptform meist fehlen, da sie aber bei mehreren Arten vorkommt, lege ich kein besonderes Gewicht auf sie. An der Berührung der erwähnten Furche mit der Dorsalfurche sieht man keine Falte wie bei *A. latus* Pand.

Der Kopf stimmt in den Dimensionen mit der Hauptform überein. Er ist halbmondförmig bis stumpf dreieckig, etwa noch einmal so breit wie lang, am Vorderrande von einer schmalen erhabenen Linie begrenzt; der Umschlag und das Hypostoma bieten nichts Charakteristisches.

Der Thorax entspricht dem der Hauptform, die Rhachisglieder sind gewölbt und mit Terrassenlinien versehen.

Das *Pygidium* ist flach und breit gerundet bis stumpf-dreieckig. Die Rhachis lässt bis zwölf Glieder unterscheiden, die in der Mitte unterbrochen sind wie bei der Hauptform. An den Pleuren sind an unserm besten Exemplar c. 5 schwach angedeutete Rippen zu erkennen, die nicht bis zum Rande reichen. Zwischen ihnen und ausserhalb erkennt man kurze scharfe schräg gestellte Terrassenlinien wie bei der Hauptform.

Maasse in mm.		
Ganze Länge	67 mm.	54 mm.
Länge des Kopfes	21 —	17 —
Breite	43 —	32 —
Breite	23 —	19 —
Länge des <i>Pygidiums</i>	37	27 —

Da sich Uebergangsformen finden, sehe ich von der Aufstellung einer besondern Art ab.

Vorkommen. Das beste Exemplar ist von Dr. G. Holm in der obern Linsenschicht C_{1a} bei Malla in Estland gefunden. Ausserdem liegen mir noch zwei ganz entsprechende Stücke aus demselben Niveau von Chudleigh vor, die allerdings Uebergänge zur Hauptform bilden und noch ein Stück ebenfalls aus dem gleichen Niveau C_{1a} von Welsy am Wolchow oberhalb Dubowiki, das vollständig mit dem Mallaschen Exemplar übereinstimmt, aber weniger vollständig ist.

Asaphus Kowalewskii Lawrow.

Taf. II. Fig. 11—17. Taf. XII Fig. 16—18.

1856. *Asaphus Kowalewskii* Lawrow in Verhandl. der Mineralog. Gesellsch. p. 239 Fig. 5.
 1859. » » Nieszk. Zusätze Monogr. d. Trilob. p. 22.
 1874. » *expansus* Steinhardt preuss. Trilob. p. 19 (ex pt.) Taf. 2, Fig. 1.
 1890. » *oculosus* Pompecki, Ost- und Westpreuss. Trilob. p. 75 (ex pt.) Taf. 4,
 Fig. 1, 2, 4.
 1898. *Asaphus Kowalewskii* F. Schmidt, Rev. Ostbalt. sil. Trilob. Abth. 1, Lief. 1, p. 21.

Nachdem ich in der Einleitung zu gegenwärtiger Lieferung S. 2 meine fälschliche Identificirung mit *A. cornigerus* Schloth. zurückgenommen, können wir direkt zur Beschreibung der Art übergehen.

Von dieser bei uns sehr verbreiteten Art liegt uns namentlich in der schönen Plautin'schen Sammlung ein recht reiches Material vor, so dass die Beschreibung den Anforderungen entsprechen kann. Es ist eine durchaus eigenthümliche Form, bei der ich weder zu vorhergehenden noch zu nachfolgenden Arten genetische Beziehungen erkennen kann.

Der Kopf ist halbmondförmig, zweimal so breit wie lang, mässig gewölbt, breit gerundet oder fast dreieckig, am Vorderrande von einer feinen erhabenen Linie begrenzt, die Hinterecken spitz.

Die Glabella mässig gewölbt, in den Vorderrand allmählig übergehend oder einen schwach abgesetzten Rand zeigend, breit birnförmig, auf dem Rücken einen schwachen Kiel zeigend, zwischen den Augen verengt und mit schwacher Querfurche versehen, an deren Seite undeutliche Gruben zu erkennen sind, die bei Exemplaren ohne Schaaale deutlicher werden. Die Fortsetzung nach der Nackenfurche zu stielförmig, fast rechteckig, nach hinten schwach ansteigend und hier mit einem feinen Tuberkel versehen. Die Glabellafurchen münden vertikal in die Nackenfurche. Die Dorsalfurchen schneiden den Nackenring und lassen sich auf dem geneigten Abhang der festen Wangen nur bis kurz vor den Augengruben verfolgen. Die Basalloben auch undeutlich nach aussen begrenzt. Von den Augengruben begleiten die Glabellarfurchen die Glabella bis in die Nähe des Vorderrandes und lassen vorn, an der Greuze des Umschlages bisweilen auch noch eine schwache Grube erkennen. Die Ausdehnung des Umschlages lässt sich auf der ganzen Vorderseite des Kopfes erkennen. Auf

der Glabella bildet seine Grenze einen dem Vorderrande parallelen Bogen, der besonders deutlich auf Steinkernen hervortritt (Taf. XII Fig. 16). Die Nackenfurche ist schmal und tief und lässt sich gleichmässig längs dem Hinterrand bis wie gewöhnlich in die Nähe der Hinterecken verfolgen, ihr entsprechend ist auch der Nackenring gleichmässig hoch gewölbt und schmal. Die Augen sind für die Art besonders bezeichnend. Die Basis steigt von den Wangen allmählig, von der Augengrube steiler an, nach der Nackenfurche bildet der Abhang ein steiles dreieckiges Feld ohne Wölbung dazwischen, das gegen die Wangenfläche durch einen stumpfen geradlinigen Kamm begrenzt wird, der sich gegen das Ende der Nackenfurche zu verliert. Von der erwähnten Anschwellung steigen die dünnen Angenstiele, welche der Länge des Kopfschildes gleichkommen oder sie etwas übertreffen, etwas divergirend an und enden kolbenförmig, indem sie sich im Grunde der Cornea etwas erweitern. Die Augendeckel sind von gewöhnlicher halbkreisförmiger Form und steil ansteigend. Der hintere Zweig der Gesichtslinien geht vertical an den Stielen abwärts und an deren Grunde schräg nach hinten geneigt, fast geradlinig bis zum Nackenringe, den er fast vertical, etwas nach aussen gewandt, schneidet. Der vordere Zweig geht ebenfalls längs des Stiels abwärts und von dessen Grunde wenig nach aussen gewandt fast geradlinig bis nahe zum Vorderrande etwas auswärts von der Vorderecke der Glabella, wo er sich steil, fast unter rechtem Winkel, umbiegt, um sich am Rande selbst mit dem gegenüberliegenden Zweige unter stumpfem Winkel zu verbinden. Die ganze Oberfläche ist dicht mit feinen etwas gewellten und besonders auf den Wangen untereinander anastomatisirenden Terrassenlinien bedeckt. Auf dem Nackenringe wie auf den Rhachisgliedern des Thorax bilden sie feine nach hinten offene Bogen wie bei *A. expansus*. Die Angenstiele erscheinen durch gewellte Linien fein quergestreift.

Der **Umschlag** zeigt einen schmalen Wulst, in der Mitte eine abgeflachte etwas ausgeschweifte Partie zur Aufnahme des Hypostoma, die Seitentheile steigen wie gewöhnlich an und nähern sich der Oberschale. Das **Hypostoma** hat die gewöhnliche Form, doch erscheint der Mittelkörper sehr breit, in seinem Grunde erkennen wir die Maculae in zwei Grübchen, an deren Seiten der Randsaum seinen stärksten Vorsprung zeigt, von wo er in schwachem Bogen nach den Gabelspitzen zu convergirt.

Der **Thorax** zeigt in seiner Ausbildung die grösste Aehnlichkeit mit *A. cornutus* durch die oben flachen, schmalen Rhachisglieder, die durch tiefe Furchen von einander getrennt sind. die Pleuren sind fast $1\frac{1}{2}$ mal so breit wie die Rhachis und enden quer abgeschnitten wie bei voriger Art.

Auch das **Pygidium** zeigt Aehnlichkeit mit der letzteren Art und auch mit *A. expansus*. Es ist mässig gewölbt, etwa reichlich $1\frac{1}{2}$ mal so breit wie lang, breit gerundet, mit konischer wenig erhabener Rhachis, deren grösste Breite am Grunde etwa $1\frac{1}{2}$ mal in der ganzen Länge enthalten ist. Das vorderste Glied geht quer über die Rhachis, die nächsten 3—4 sind nur an den Seiten entwickelt wie bei *A. expansus* und durch kräftige zum Theil unterbrochene Querlinien markirt, die über die Seitentheile bis in die Nähe des Randes

sich fortsetzen. Ausserdem sind an den Aussentheilen besonders nach hinten noch kurze kräftige schräg verlaufende Terrassenlinien zu erkennen. Der Umschlag zeigt von oben gegesehn einen flachen Randsaum, der ebenso wie sein innerer ansteigender Theil mit kräftigen (Taf. XII Fig. 18) Terrassenlinien bedeckt ist.

Maasse in mm.				
Gesamtlänge	65	58	—	—
Länge des Kopfes . . .	20	18	18,5	13
Breite	40	36	33	25
Länge des Pygidiums	25	20	20	—
Breite	38	37	31	—

Es kommen namentlich unter den älteren Stücken auch grössere Exemplare vor, unter deren eines die Länge des Kopfschildes mit 24 mm zeigt.

Beziehungen zu andern Arten. Wir haben oben gesagt, dass die Art sehr isolirt dasteht, doch sind manche verwandtschaftliche Beziehungen namentlich zu *A. expansus* nicht zu verkennen. Am Kopf finden wir als Unterschiede nur ausser den gestielten Augen die fast gerade nach vorn verlaufenden Gesichtslinien, die deutliche Sculptur und das dreieckige zum Nackenring abfallende Feld am Grunde der Augen. Am Pygidium ausser der mehr conischen Rhachis nur die flache Ausbreitung am Umschlag. Obgleich keine Uebergänge da sind, könnten wir unsre Art doch nur mit der genannten in genetische Beziehung bringen.

Vorkommen. Sehr bezeichnend für die tieferen Schichten des Echinospaeritenkalks, die namentlich in Estland die obere Linsenschicht C_{1a} bilden. Reichlich gefunden am Wolchow bei Dubowiki. Seltener in Pawlosk. Wiederum reichlich bei Ropscha und Gostilizy von Lawrow, dem Autor der Art, und General Plautin ausgebeutet, bei Koporje von mir selbst gefunden. In Estland, im O. seltener, so bei Peuthof, bei Malla, an der Eisenbahn Kunda-Wesenberg von Hrn. Lamanski gefunden. Reichlich in Reval und Baltischport in der obern Linsenschicht gefunden. Ausser C_{1a} kommt unsre Art auch in den obersten Schichten von B_3 über dem eigentlichen Orthocerenkalk vor, so bei Obuchowo am Wolchow und bei Hirro unweit Reval, von wo namentlich das unvollständige grösste Exemplar stammt, das ich oben erwähnt. In Scandinavien fehlt die Art, doch ist sie nicht selten in ostpreussischen Geschieben, wie die oben citirten Angaben von Steinhardt und Pompecki beweisen.

Asaphus platyurus Ang.

T. III Fig. 1--7, Taf. XII, Fig. 19.

- 1854 u. 78. *Asaphus platyurus* Ang. Palaeont. Scandinav. p. 54, Taf. 30, Fig. 1.
 1857. » *latisegmentatus* Nieszk. Vers. einer Monogr. d. Trilobiten der Ostsee-
 prov. pag. 39, Taf. 2, Fig. 1—3.
 1858. *Asaphus latisegmentatus* F. Schmidt, Untersuch. Sil. Formen Estlands p. 186.
 1860. *Asaphus platyurus* Eichw. Leth. ross. anc. per. p. 1459.
 1886. » » Törnq. Siljan. områd. Trilob. p. 57, Taf. 2, Fig. 12.
 1890. » » Pomp. Trilob. Ost- und Westpreuss. Diluvialgesch. pag. 82
 Taf. 6, Fig. 8.
 1890. *Asaphus devexus* Pomp. ibid. p. 82, Taf. 6, Fig. 9.

Bei uns wurde diese Art als neu von Nieszkowski und mir unterschieden. Erst Dr. Holm hat bei seiner Anwesenheit in Estland die Identität der zahlreich bei Chudleigh vorkommenden Exemplare mit dem des Oelandischen *A. platyurus* erkannt, von dem bloß die Pygidien beschrieben waren. Eichwald hat, wie aus seiner Sammlung hervorgeht, ganz selbstständig von ihm bei Pulkowo gefundene Pygidien als *A. platyurus* richtig erkannt ohne den Zusammenhang mit *A. latisegmentatus* zu ahnen, den er zu *A. angustifrons* bringt. Die oben citirten von Pompecki abgebildeten Pygidien gehören beide hierher, namentlich stellt das als *devexus* bestimmte Stück die am gewöhnlichsten bei uns vorkommende Form des *platyurus* dar. Die Form des ganzen Thiers ist länglich oval, reichlich $1\frac{1}{2}$ mal so lang wie breit. Der Kopf dreiseitig, vorn in einer stumpfen Spitze ausgehend oder abgerundet, an den Seiten in spitze längere oder kürzere Hörner ausgezogen. Der Hinterrand concav, der Nackenring in der Mitte ganz flach, kaum angedeutet, die seitliche Fortsetzung von der Dorsalfurche an kräftiger ausgeprägt, aber auch nur flach gewölbt; sie verliert sich jenseits des Durchschnitts der Gesichtslinien. Dem entsprechend ist auch die Nackenfurche in der Mitte kaum angedeutet, an den Seiten stärker, die Glabella flach gewölbt, birnförmig, vorn zum Vorderrand allmählig abfallend, zwischen den Augen zusammengeschnürt; hier lässt sich jederseits eine schwache Grube, besonders an Steinkernen, constatiren, vor ihr bisweilen auch vordere Hülfeindrücke deutlich (Taf. XII Fig. 19 und Textfig. 8). Zwischen den Augengruben eine flache kaum erkennbare Furche und hinter ihr, vor der Nackenfurche der ganz schwache Nackentuberkel. Basalloben lassen sich im Grunde der Glabella kaum constatiren, doch erkennt man an guten Exemplaren, namentlich auch an Steinkernen, die Fortsetzung der Dorsalfurchen des Thorax, die den Nackenring schneidend in convexem Bogen den Abhang des Augendeckels passirend, die Glabellarfurchen am Vorderrande der Augengruben erreichen (Taf. XII Fig. 19). Die Augen sind ziemlich niedrig, mit gewölbter Cornea, die über die kleinen etwas ansteigenden Augendeckel hervortritt. Die Länge der Augen kommt ihrer Entfernung vom Vorderrande gleich. Zum Hinterrande liegen sie viel näher. Sie werden vom Nackenringe durch eine niedrige Falte getrennt, die an

Breite dem letzteren fast gleichkommt. Die Gesichtslinien laufen vom Auge zuerst horizontal nach aussen, dann schräg abwärts zum Nackenringe, den sie in fast verticalem convexen Bogen schneiden. Der vordere Zweig divergiert zuerst etwas nach vorn und wendet sich dann im Bogen zum Rande, dem er in einer etwas vorgezogenen dreieckigen Spitze (en ogive) erreicht, indem er sich mit dem gegenüberliegenden Zweige verbindet. Die Seitenhörner gehen in feine langgezogene Spitzen aus, sie divergieren entweder (Taf. III Fig. 1) oder sie lehnen sich an den Thorax an und erreichen das 4—6-te Leibesglied (Taf. III Fig. 4). Die Oberfläche ist meist ganz glatt oder vielmehr ganz fein chagriniert und mit zerstreuten eingestochenen feinen Punkten versehen, nur selten erkennt man an der Glabella einige ganz feine zerstreute Terrassenlinien.

Der **Umschlag** zeigt keine Eigenthümlichkeiten. Er ist in der Mitte flach, mit flachbogigem Ausschnitt für das Hypostoma, an den Seiten schmal gewölbt und dann aufwärts gebogen; durchweg von Terrassenlinien bedeckt. Keinerlei Ausschnitt an den Seiten zur Einfügung der Pleuralenden des Thorax oder des Pygidiums beim Zusammenrollen vorhanden. Auch das **Hypostoma** (Taf. III Fig. 7) zeigt keine bemerkenswerthen Eigenthümlichkeiten.

Der **Thorax** zeigt mässig vertiefte Dorsalfurchen und sehr flache Rhachisglieder, bei denen auch die Gelenkfurche nur ganz seicht ist. Daher auch der Name *A. laticsegmentatus* Nieszk. Bei ausgestreckten Exemplaren berühren sich die Rhachisglieder untereinander ohne Furchen zwischen sich zu lassen; sie zeigen meist keinerlei Terrassenlinien, wohl aber namentlich bei jüngern Exemplaren die beiden Knötchen auf ihrer Oberfläche. Die Pleuren sind meist ein wenig breiter als die Rhachis, an ihren Enden quer abgeschnitten.

Das **Pygidium** ist $1\frac{1}{2}$ bis 2 mal so breit wie lang, hinten breit gerundet, gleichmässig flach gewölbt. Bei erhaltener Schaale die Dorsalfurchen schwach und die Rhachis wenig hervortretend; die dann nur Andeutungen von Gliederung zeigt und bisweilen über die vorderen Glieder hinübergende Linien, die sich wohl auch etwas über die Dorsalfurchen hinaus fortsetzen. (Taf. III Fig. 3). Bei fehlender Schaale tritt die dreieckige reichlich $1\frac{1}{2}$ mal so lange wie breite Rhachis deutlich hervor, man kann bis 12 Glieder an ihr unterscheiden (Taf. III Fig. 2), von denen nur die vordersten deutlich und durchgehend sind, auch Spuren von Pleuren lassen sich bisweilen erkennen (Taf. III Fig. 3, 6). Die Oberfläche ist bis auf die feinen Punkte ganz glatt.

Der Umschlag zeigt die nämliche Wölbung wie die Oberschaale und ist von kräftigen groben Terrassenlinien bedeckt, deren ich etwa 20—25 zähle.

Variationen. Es lassen sich zwei Formen unterscheiden, eine breitere (der Kopf 2 mal so lang wie breit) und eine längere, von denen die erstere (Taf. III Fig. 5, 6) zugleich vorzugsweise in tieferem Niveau auftritt; bei ihr pflegen auch die Wagenhörner kürzer zu sein. Ich nenne sie var. *laticauda*. Die längere Form ist die ursprünglich beschriebene Hauptform.

Längere Form.

Maasse in mm.								
Ganze Länge	127	98	88	54?	—	—	—	—
Länge des Kopfes . .	38	31	31	18	—	—	—	—
Breite	82?	63?	64?	24	—	—	—	—
Länge des Thorax . .	45	—	31	29	—	—	—	—
Breite	79	—	49	34	—	—	—	—
Länge des Pygidiums	46	35	30	—	54	46	39	57
Breite	46	56	59	—	87	79	69	95

Breitere Form.

Maasse in mm.			
Ganze Länge	66	—	—
Länge des Kopfes . . .	22	25	—
Breite	50	55	—
Länge des Pygidiums.	22	25	20
Breite	44	48	37

Vorkommen. Die breitere Form (var. *laticauda*) findet sich bereits in den obersten Schichten des Vaginatenkalks B₃ bei Reval, Hirro, Palms, Malla, geht aber auch schon dort (bei Malla) in die tieferen Lagen C_{1a}, des Echinospaeritenkalks über, in denen sie auch bei Pawlowsk (Volborth's Sammlung) vorkommt. Die längere Form ist am reichlichsten und vollständigsten gefunden in der Stufe C_{1a} in Estland, in den Brüchen am Glint bei Chudleigh und Peuthof. Nach dortigen Stücken hat Holm auch die Identität erkannt mit der schwedischen Form, aber auch bei Isenhof, Korküll bei Kook und Kunda, wo die Art bei uns zuerst entdeckt wurde, kommt sie vor. Im Petersburger Gouvernement sind vorzugsweise isolirte Pygidien und Glabellen gefunden, ebenfalls in C_{1a} bei Dubowiki und Archangelskoje am Wolchow, Pawlowsk, Pulkowo, Lapuchinka, Koporje. Auswärts zuerst im rothen Orthocerenkalk von Oeland von Angelin aufgestellt, später wiederholt gefunden, aber immer nur in isolirten Pygidien. In dem gleichen Niveau von Törnquist auch in Dalarne nachgewiesen, von wo er auch das Mittelschild des Kopfes genau beschreibt. In norddeutschen Geschieben aus der Umgebung von Königsberg durch Pompecki nachgewiesen.

Asaphus laevissimus n. sp.

Taf. V. Fig. 1—11, 13, Taf. XII. Fig. 22, 23.

1830. *Asaphus cornigerus* Pand. Beitr. ex p. Taf. IV, Fig. 2; Taf. VI, Fig. 3—7; Taf. VII Fig. 4.

1860. *Asaphus Weissii* Eichwald Leth. ross. anc. pr. p. 1452 ex pt.

1898. » *laevissimus* F. Schmidt, Revis. d. ostbalt. sil. Trilob. V Abth., Lief. 1, p. 24.

Es ist dieses die häufigste der von Pander zu *A. cornigerus* gezogenen Formen, die Eichwald, wie aus seinen Citaten zu ersehn, zu *Weissii* bringt. Sie findet sich auch in mehreren Exemplaren unter diesem Namen in seiner Sammlung vor. Bevor ich sie einem genauen Studium unterworfen, hatte ich mich schon gewöhnt sie auch als *A. Weissii* zu bezeichnen und daher kommen die so bestimmten Stücke der Königsberger und Berliner Sammlung, auf welche Pompecki l. c. p. und Kiesow, sil. Gesch. Westpreuss. p. 81 hinweisen. Ich bin jetzt in diesen Fällen ungewiss ob die vorliegende Art oder *A. Eichwaldi* von mir gemeint wurde.

Wie schon bei *A. Eichwaldi* bemerkt, ist auch die vorliegende Art sehr schwer scharf von dieser zu trennen, da sich mancherlei Zwischenformen und zwar gleichzeitige finden. Immerhin ist aber der typische *A. laevissimus* m. eine so auffallende Form, dass sie einen besondern Namen verdient und besonders beschrieben werden muss. Die Abweichungen und Übergänge werden dann besonders besprochen.

Der Kopf ist stumpf dreieckig, etwa noch einmal so breit wie lang, die Hinterecken meist scharf zugespitzt mit scharf concavem oder geradem Hinterrand; die Glabella birnförmig, ringsherum deutlich begrenzt, wenig über die Wangen erhaben, auch nach vorn allmählig abfallend und hier von einem schmalen flachen Saum begrenzt. Zuweilen ist der Vorderrand seitlich etwas ausgeschweift (Taf. V, Fig. 3, 4). Auf Taf. V sind verschiedene Variationen der Kopfform angegeben. Längs dem ganzen Vorderrande lässt sich eine schwache erhabene Linie erkennen. Die Glabellarfurchen sind anfangs deutlich bis zu den zwischen den Augen gelegenen schwachen Gruben. Diese sind durch eine schwache Depression oder Querfurchen verbunden. Dahinter sind die Glabellarfurchen nur sehr schwach ausgeprägt und divergieren etwas. Vor den Gruben sind bisweilen jederseits noch zwei schwache durchscheinende quer etwas nach hinten gewandte Flecke zu erkennen. (Taf. V, Fig. 1, 4, 5, 8). Die Basalloben sind sehr schwach oder garnicht ausgebildet; ihre Stelle vertritt oft eine Depression, die mit den echten den Nackenring schneidenden Dorsalfurchen zusammenhängt, so dass diese direkt mit den Glabellarfurchen zusammenhängen. Die Nackenfurchen ist schwach, vor ihr in der Mitte des Grundes der Glabella ein feines Knötchen. Die seitliche Fortsetzung der Nackenfurchen ist tiefer und reicht etwas über den Durchschnitt der Gesichtslinie hinaus, wie bei allen verwandten Arten. Der Nackenring ist mässig gewölbt und zeigt meist zwei deutliche Knötchen, die sich auf den Rhachisingen des Thorax wiederholen.

Die **Augen** sind verhältnissmässig gross und niedrig; sie entspringen aus flacher Basis, die nach aussen bisweilen eine kleine Anschwellung trägt, nach Analogie des *A. cornutus*. Die Sehfläche ist etwa halb so hoch wie die Länge des Auges. Die Länge kommt noch nicht dem Abstände vom Vorderrande gleich und übertrifft merklich die Entfernung vom Hinterrande. Die Augendeckel steigen anfangs mässig an um dann nachher eine ziemlich horizontale Lage einzunehmen, wodurch sie sich wesentlich von *A. Eichwaldi* unterscheiden. Der hintere Zweig der Gesichtsnaht nähert sich ganz allmählich der Nackenfurche und durchschneidet diese in etwas stärker geneigter schräger Richtung, um dann den Nackenring, wie gewöhnlich, vertikal zu schneiden. Der vordere Zweig geht von den Augen schräg nach aussen und vorn bis in die Nähe des Vorderrandes und biegt sich dann in steilem Bogen oder fast in scharfem Winkel (Taf. V Fig. 1) um, um in gerader oder etwas concav geschwungener Linie mit der entsprechenden Naht der andern Seite auf dem schmalen Saum der Glabella in vorspringender Spitze zusammenzutreffen.

Die **Oberfläche** des Kopfschildes ist gewöhnlich vollkommen glatt und zeigt blos deutlich sichtbare eingestochene feine Punkte. Bisweilen aber sind auch schwach ausgeprägte feine Terrassenlinien auf dem vordern Theil der Glabella (aber nie an andern Stellen) erkennbar.

Der **Umschlag** ist ziemlich scharf (Taf. XII, Fig. 22), er zeigt keine besonders auffallenden Charaktere. In der Mitte ist er flach, etwas ausgehöhlt, mit einem bogenförmigen Ausschnitt für das Hypostoma; an den Seiten verläuft er ganz gleichmässig bis zu den Hinterecken, ohne irgend einen Eindruck für die Pleurenenden. An den Seiten reicht der Umschlag fast parallel der Oberschaale bis an die Augen ohne dass hier gewöhnlich eine deutliche Andeutung davon auf dieser Oberschaale zu sehen ist. Die ganze Oberfläche des Umschlages ist mit kräftigen Terrassenlinien bedeckt. Das **Hypostoma** hat sich bei unsrer Art wiederholt sehr schön herauspräpariren lassen, so dass sowohl seine Einfügung in den Umschlag als seine Innenseite gut sichtbar wurden (Taf. V, Fig. 11, 13). Spezifische Charaktere sind schwer anzugeben. Es wiederholt sich der Typus von *A. expansus*. Nur der Seitenrand hinter dem Vorderflügel scheint bei unsrer Art tiefer ausgebuchtet als bei der vorgenannten.

Der **Thorax** zeigt gewölbte, auf dem Rücken abgeplattete Rhachisglieder, die vom vordern Gelnekfortsatz durch eine tiefe Furche getrennt sind und auf dem Rücken meist deutlich zwei Knötchen (Taf. V Fig. 4) tragen. Meist sind diese Rhachisglieder ganz glatt, bisweilen erscheinen aber schwache Spuren von Terrassenlinien wie auf der Glabella. Die Rhachis ist meist von gleicher Breite mit den Pleuren; die letztern enden breit quer abgeschnitten.

Das **Pygidium** stimmt in seiner Form mit dem von *A. Eichwaldi* überein. Es ist breit abgerundet bis stumpf dreieckig, mässig gewölbt, mit schwach erhabener Rhachis, die etwa noch einmal so lang wie breit (am Grunde) ist und die Andeutungen von 5—8 Gliedern zeigt, die bei gut erhaltenen Stücken seitwärts stärker markirt sind als in der Mitte

(an Steinkernen gehen die Grenzfurchen durch) und ausserdem längs den Gliedern durchgehende Linien zeigen, die zuweilen noch etwas auf die Pleuren hinüberraagen und in der Mitte nicht nach vorn ausgebogen sind, wie bei verwandten Arten (Taf. V Fig. 9). Die Seitentheile zeigen bisweilen schwache Andeutungen von Pleuren (Taf. V, Fig. 7a) und fast nie Spuren von Terrassenlinien. Sie sind ganz glatt bis auf die feinen eingestochenen Punkte und eine ganz feine Chagriniung. Der Umschlag zeigt kräftige Terrassenlinien, etwa 18 auf eine Breite von 14 mm.

Maasse. Ausschliesslich an zusammengerollten Exemplaren genommen, da ausgestreckte vollkommen fehlen.

Maasse in mm.				
Länge des Kopfes. . .	21	19	17	16,7 mm.
Breite	39	38	34	32
Länge des Pygidiums.	21	22	16	15
Breite	37	36	30	28

Beziehungen zu verwandten Arten. Wie die vorige so muss auch die zuletzt behandelte Art zur Formenreihe des *A. expansus* gehören, von dem sie sich wesentlich durch den fast völligen Mangel der Terrassenlinien, durch die flacheren Gruben zwischen den Augen und den Verlauf des vordern Zweiges der Gesichtslinien unterscheidet. Von *A. Eichwaldi* konnte Pander unsre Art noch nicht unterscheiden. Nach Untersuchung zahlreicher Stücke beider Arten muss ich doch constatiren, dass die hohen Augen von *A. Eichwaldi* verbunden mit der stärkern Wölbung der Glabella und der weniger vorgezogenen Spitze der Gesichtslinien nebst den stumpfen Hinterecken sichere Merkmale bilden, wenn auch die stärkere Entwicklung der Terrassenlinien bei letzterer Art nur einen graduellen Unterschied bildet. Immerhin scheint diese stärkere Entwicklung mit den höhern Augen und der höhern Glabella zusammenzufallen.

Schwierig bleibt noch die Unterscheidung von der nächsten Art *A. latus* Pander, die unten zu behandeln sein wird.

Vorkommen. In den tiefern Lagen des Echinospaeritenkalks, C_{1a}, besonders im Gouvernement St. Petersburg, von wo wir aus Dubowiki und Archangelskoje am Wolchow, von Katlino und Popowa bei Pawlowsk, von Gostilizy und Koporje zahlreiche Exemplare haben. Aus Estland besitzen wir nur vereinzelte Stücke aus dem gleichen Niveau von Peuthof, Asserien, Malla, Palms und vom Joafall bei Jegelecht. Bei Reval und westlich davon fehlt die Art bisher vollständig.

A. laevissimus var. laticauda m.

Taf. V Fig. 10, a, b.

1830. *A. cornigerus* Pand. Beitr. Taf. 7, Fig. 4.1898. » var. *laticauda* F. Schmidt l. c. p. 18, 24.

Eine sehr breite Form, die doch durch einige Übergänge mit der vorigen zusammenhängt. Der Kopf ist wenigstens noch einmal so breit wie lang, halbmondförmig, kaum dreieckig. Die Hinterecken spitz, aber beiderseitig convex. Die Glabella kaum birnförmig, eher urnenförmig, da die concaven Glabellarfurchen nach hinten schwächer convergiren als bei der Hauptform. Sie setzen sich kaum jenseits der nur sehr schwach angedeuteten Gruben zwischen den Augen fort. Die verbindende Furche und die Nackenfurche nur schwach angedeutet. Die vordern Zweige der Gesichtsnaht bilden keinen vorspringenden Winkel sondern nur eine starke Krümmung nahe am Vorderrande und vereinen sich vor der Glabella, die keinen flachen Saum am Vorderrand zeigt, unter stumpfem nicht vorspringendem Winkel.

Die Rhachisglieder des Thorax sind fast immer schmaler als die Pleuren, flach, meist mit 2 Knötchen versehen, die vordere Gelenkfurche nur schwach. Das Pygidium breit gerundet oder stumpf dreieckig, meist reichlich doppelt so breit wie lang, die Rhachis bei erhaltener Schale meist ohne deutliche Gliederung. An keinem Theil der Körperoberfläche Terrassenlinien zu erkennen.

Von der nächsten Art *A. latus* Pand. unterscheidet sich die vorliegende durch den Mangel der Terrassenlinien, die nicht bis zur Nackenfurche durchgehenden Glabellarfurchen, die länger ausgezogenen spitzen Hinterecken, sowie das Vorhandensein der Knötchen auf den Rhachisgliedern des Thorax, die meist schmaler sind als die Pleuren. Das Pygidium ist meist viel breiter.

Maasse in Millimetern.			
Länge des Kopfes	23	21	20
Breite	53	45	45
Länge des Pygidiums .	25	21	20
Breite	50	42	42

Vorkommen. Mit der vorigen zusammen in den tiefern Stufen des Echinospaeritenkalks C₁ im Petersburger Gouvernement, bei Dubowiki und Archangelskoje am Wolchow, an der Popowka und bei Katlino in der Gegend von Pawlowsk, weiter im Westen bei Gostilizy, Lapuchinka und Koporje nicht selten. In Estland nicht gefunden.

Asaphus latus Pand.

Taf. VI, Fig. 4, 5, Taf. XII, Fig. 24.

1830. *Asaphus latus* Pand. Beitr. p. 136 Taf. IV Fig. 1.

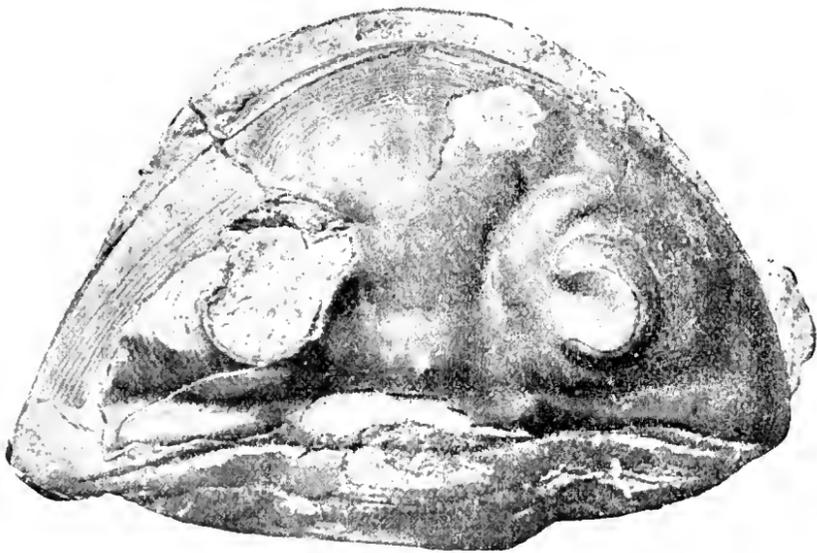
1860. » » Eichw. Leth. ross. anc. per. pag. 1458.

1898. » » F. Schmidt l. c. p. 24.

Pander hatte in seinem Werk den *A. latus* von den vielgestaltigen übrigen *Asaphus*-formen der Umgegend von Pawlowsk, die er alle unter *A. cornigerus* oder *expansus* vereinigte, getrennt und besonders durch seine breite Rhachis und die niedrigen Augen charakterisirt. Nachdem uns jetzt diese Form in zahlreichen Exemplaren vorliegt, entschliessen wir uns allerdings die Pander'sche Art beizubehalten, verschweigen uns aber nicht, dass auch bei ihr die Beziehungen zu verwandten Arten, namentlich zu der vorhergehenden, so mannigfaltig sind, dass wir von einer scharfen Scheidung kaum reden können, zumal wir auch hier gezwungen sind die Art in zwei verschiedene Formen zu theilen, den echten *A. latus* Pand. und die var. *Plautini* m.

Auch Eichwald ist mit dem *A. latus* nicht ganz in's Klare gekommen. In seiner Sammlung liegen neben dem echten *latus* Pand. aus der Gegend von Tosna zwei Stücke des *A. laevissimus* var. *laticauda* von Duderhof und Ropscha, die sich sofort durch die schmälere Rhachis des Thorax und die glatte Glabella unterscheiden. Er erwähnt noch ein kleines Exemplar von Pulkowa, aus dessen Beschreibung wir garnicht klug werden können, zumal auch das Exemplar selbst in der Sammlung fehlt.

Der Kopf ist breit halbmondförmig, etwa 2—2½ mal so breit wie lang, vorn kaum in eine stumpfe Spitze ausgehend, flach gewölbt. Die Wangen mit scharfer Spitze. Die

Fig. 36. *Asaphus latus* Pand. von Dubowiki.

Glabella wenig vortretend, urnenförmig, nach hinten stark verschmälert. Nach vorn fällt sie allmählig ab ohne einen freien Randsaum übrig zu lassen. Die Glabellarfurchen in gleicher Stärke bis zur schwachen Nackenfurche verlaufend vor der ein kleiner spitzer Nackentuberkel zu erkennen ist. Keine Spur von Gruben zwischen den Augen. Die Basalloben meist auch nicht zu erkennen, bei einzelnen wohlerhaltenen Exemplaren erschienen sie aber als vertiefte dreiseitige Flecke, die innen von den Glabellar- und aussen von den echten Dorsalfurchen begränzt werden, die zwischen den Augen in die erstern münden. (Siehe Textfigur 10 und 36). Die Augen gross, niedrig, um ihre eigene Länge vom Vorderrande abstehend; der Abstand vom Hinterrande kommt nur ihrer halben Länge gleich. Die Gesichtslinien in ihrem vordern Zweige

von den Augen nach vorn und aussen gewandt, verlaufen in gleichem Abstand von der Glabella bis zu ihrer steilen Umbiegungsstelle und vereinen sich dann in stumpfem Winkel am Vorderrande. Der hintere Zweig geht zuerst auf eine kurze Strecke parallel dem Hinterrande und alsdann schräg zum flachen Nackenringe, den er vertical schneidet. Am Aussenrande der Glabellarfurchen gleich vor den Augen sieht man eine kleine Falte, die dem Umschlag des Kopfschildes entspricht, der in einem breiten Streifen sich auf der Oberfläche markirt. In dieser nie fehlenden Falte sehn wir ein besonders charakteristisches Kennzeichen unsrer Art, das leider auf der Tafel nicht gut hervortritt. (Siehe Textfigur 36 und Fig. 10 auf S. 7).

Die **Oberfläche** zeigt ausser eingestochenen feinen Punkten deutliche Terrassenlinien auf der Glabella, den festen und freien Wangen, die sich auf die ganze Oberfläche derselben verbreiten.

Der **Umschlag** zeigt keine eigenthümlichen Charaktere. Er ist wie bei den verwandten Arten in der Mitte flach, an den Seiten schmal gerundet und mit kräftigen Terrassenlinien bedeckt. Er zeigt keinerlei Eindrücke zur Einfügung der Pleurenenden.

Ebenso ist auch das **Hypostoma** ausser durch wenig vorspringende Seitenränder durch nichts ausgezeichnet.

Der **Thorax** zeigt eine breite Rhachis mit flachen Gliedern ohne jede Verzierung, die im ausgestreckten Zustand einander berühren und ganz flache vordere Gelenkfurchen haben. Die Pleuren sind seitlich nur schwach schräge geneigt und nicht steil abfallend, sie kommen an Breite der Rhachis gleich und zeigen querabgeschnittene Enden.

Das **Pygidium** ist flach gewölbt, stumpf dreieckig, etwa $1\frac{1}{2}$ mal so breit wie lang, mit nach hinten stark verschmälerter schwach hervortretender Rhachis. Ihre Länge beträgt das Doppelte der Breite am Grunde. Bei erhaltener Schaale sind nur schwache Spuren einer Gliederung zu sehn, an Steinkernen erkennt man deutlich 6—8 durchgehende Glieder. Die Seitenlappen zeigen schwache Andeutungen von Rippen und sind mit feinen unterbrochenen schräg gestellten Terrassenlinien bedeckt. Der Umschlag lässt von oben gesehn bei Steinkernen einen flachen Randsaum erkennen und zeigt auf eine Breite von 9 mm. c. 18 grobe Terrassenlinien.

Gewöhnlich findet man ausgestreckte Exemplare. Die Einrollung ist nie vollständig, da die Länge des Pygidiums die des Kopfes bedeutend übertrifft.

Maasse in mm.				
Länge des Kopfes . . .	25	30	22	19
Breite	62	65	53	48
Länge des Thorax . .	42	35	33	—
Breite	61	57	51	—
Länge des Pygidiums	34	37	30	24
Breite	58	57	45	40

Die Unterschiede sind bei der vorigen Art *A. laevissimus* var. *laticauda* besprochen. Nach den Textfiguren 3 und 10 auf S. 7 scheint der Bau der Glabella von *A. latus* dem von *cornutus* ähnlich, aber die Glabella von *latus* ist in allen ihren Theilen viel flacher und auch die Furchen weniger tief.

Vorkommen. In den tiefern Lagen des Echinospaeritenkalks C_{1a} , durch das ganze Gebiet. So besonders bei Dubowiki am Wolchow, bei Pawlowsk, häufig bei Ropscha, Gostilizy und Lopuchinka. Endlich in der obern Linsenschicht C_{1a} im westlichen Estland bei Reval und Baltischport. Auswärtig nicht bekannt, auch nicht in Geschieben.

Asaphus latus Pand. var. **Plautini** m.

Taf. VI. Fig. 1—3.

Diese Form wurde von General Plautin in einer grössern Zahl von Exemplaren bei Gostilizy eingesammelt und von mir anfangs für eine besondere Art gehalten, da sie sich aber in verschiedenen wesentlichen Kennzeichen an den *A. latus* Pand. anschliesst und in ihn übergeht, so ziehe ich es gegenwärtig vor sie als besondere Varietät desselben zu behandeln. Die Form der Glabella stimmt vollkommen überein bis auf die am Grunde divergirenden Glabellarfurchen, oder eigentlich Dorsalfurchen, die sich hier von den schwachen Glabellarfurchen nicht so unterscheiden lassen wie in Textfig. 36. Sie ist flach, vorn breit queroval und geht nach hinten in einen breiten Stiel über, der bis zur flachen Nackenfurche



Fig. 37. *A. latus* var. *Plautini*, von Gostilizy; doppelte Grösse.

reicht. Ebenso stimmen auch die grossen Augen mit flachem Augendeckel, der Verlauf der Gesichtslinien, die Sculptur der Glabella und die Andeutung des Umschlags auf der Oberschaale mit der kleinen Falte an den Glabellarfurchen vor den Augen, sowie der flache Nackenring und die spitzen Hinterecken überein. Abweichend ist der schmälere Umriss des Kopfes, dessen Breite nur reichlich $1\frac{1}{2}$ mal die Länge übertrifft: die Form kann breit parabolisch oder stumpf dreieckig genannt werden. Der hintere Zweig der Gesichtslinie ist stärker nach hinten geneigt; ausserhalb des Auges sieht man bisweilen einen runden Tuberkel, ähnlich wie bei *Asaphus cornutus*. (Siehe Textfigur 37). Die Terrassenlinien gehn von der Glabella nicht auf die Wangen hinüber.

Der Thorax erscheint schmaler, weil die Aussentheile der Pleuren stärker abwärts geneigt sind, im übrigen stimmt er ganz mit der Hauptform.

Das *Pygidium* ist etwa $1\frac{1}{2}$ mal so breit wie lang und meist von parabolischer Form, hinten abgerundet, seltener stumpf dreieckig, in seiner Sculptur mit der Hauptform übereinstimmend.

Maasse in mm.				
Ganze Länge	92	—	—	—
Länge des Kopfes . . .	27	18	16	23
Breite	46	30	29	42
Länge des Thorax . .	34	—	—	—
Breite	47	—	—	—
Länge des Pygidiums	31	21	17	24
Breite	45	26	26	36

Vorkommen. Wie die vorige in den tiefern Lagen des Echinospaeritenkalks C_1 , aber ausschliesslich im Petersburger Gouvernement, bei Dubowiki und Archangelskoje am Wolchow, und besonders bei Gostilzy im W. von St. Petersburg.

Asaphus devexus Eichw.

Taf. VII. Fig. 1—7.

1840. *Asaphus devexus* Eichw. Sil. Schichtensystem in Estland, pag. 79.
 1858. » » F. Schmidt, Untersuchungen sil. Form. Estl., Nord-Livl. u. Oesel pag. 187.
 1860. *Asaphus devexus* Eichw. Leth. ross. anc. per. p. 1458, Taf. 53, Fig. 1.
 1898. » » F. Schmidt l. c. pag. 25.

Es ist dieses wohl die am besten begründete von den zahlreichen von Eichwald aufgestellten und beschriebenen *Asaphus*-Arten, an der von vorn herein nichts auszusetzen gewesen ist. Dafür ist es auch eine ganz ausgezeichnete und schwer zu verwechselnde Art, die nur mit der Oeländischen *Ptychopyge rimulosa* Aug. (*Asaphus brachyrhachis* Remelé) einige Aehnlichkeit zeigt. Nach der Beschaffenheit des Pygidiums und namentlich dessen Umschlags erscheinen aber doch beide Arten als deutlich verschieden, da *Asaphus devexus* darnach ein echter *Asaphus* ist, nach der Begrenzung von Angelin, und die andere genannte Art, deren Kopf noch nicht sicher bekannt ist, bestimmt zu *Ptychopyge* gerechnet werden muss.

A. devexus unterscheidet sich schon dadurch von den nächsten unserer *Asaphiden*, dass seine einzelnen Theile so leicht auseinanderfallen, namentlich trennen sich die freien Wangen so leicht ab, dass wir bei aller Häufigkeit der Art an gewissen Localitäten, bisher kein einziges vollständiges Kopfschild haben erlangen können, während doch schon einige

Exemplare vorliegen, an denen der Thorax mit dem Pygidium und dem Mittelschild des Kopfes zusammenhängt. Von Zusammenkuglung ist an keinem Exemplar eine Spur zu sehen.

Der Kopf ist stumpf dreieckig, etwa noch einmal so breit wie lang, gewölbt, mit kurzen stumpf-spitzigen Hinterecken, und erhabenem schmalen Rande, längs welchem an den Wangen eine breite Hohlkehle verläuft, die aber die Hinterecken nicht erreicht. Die Glabella mässig gewölbt, rings umgrenzt, birnförmig, vorn mit einem schmalen flachen Saum versehen. Die Glabellarfurchen enden zwischen den Augen in ganz flachen undeutlichen Gruben und setzen sich kaum zur flachen Nackenfurche fort, vor der sich ein deutliches Knötchen erhebt; Basalloben kaum (Textfig. 9 p. 7) vorhanden, nur an Steinkernen erkennt man eine schwache Furche, die von den Dorsalfurchen an ihrer Kreuzung des Nackenrings ausgeht und in die Glabellarfurchen kurz vor den Gruben mündet. Die Occipitalfurchen als Fortsetzung der Nackenfurchen tief und breit, reicht bis in die Nähe der Hinterecken. Der Nackenring flach gewölbt, an den Seiten jenseits der Dorsalfurchen verschmälert, hoch gewölbt.

Die Augen hoch, mit steil ansteigenden Augendeckeln, mässig gross, ihre Entfernung vom Vorderrande etwas grösser als ihre Länge, der Abstand vom Hinterrande kommt ihrer Länge gleich. Die Gesichtslinien gehen vom Auge nach hinten in abwärts gerichteter schräger Linie, die auch den Nackenring schräg nach aussen schneidet; der vordere Zweig wendet sich nach vorn und aussen bis in die Nähe des Randes und wendet sich dann in steilem Bogen nach vorn und innen um sich unter stumpfem Winkel auf dem Randsaum vor der Glabella mit dem gegenüberliegenden Zweige zu vereinen. Der Abstand des vordern Zweiges von der Glabella bleibt gleichmässig, vor der Umbiegungsstelle sehen wir in der Glabellarfurchen eine stärkere Vertiefung, die der Grenze des Umschlags entspricht, der übrigens auf der Oberfläche nicht markiert ist. Die Oberfläche zeigt nur auf der Glabella Terrassenlinien, die Punktierung der Schale ist äusserst fein, kaum sichtbar.

Der **Umschlag** (Fig. 4) hat eine scharfe Kante; er ist in der Mitte eben, an den Seiten gewölbt, entsprechend der Hohlkehle auf der Oberseite, und scheint nicht weit hinauf zu gehen. Das **Hypostoma** erscheint sehr breit, weil die Vorderflügel nicht steil aufwärts gerichtet sind wie bei den früher behandelten Arten, sondern ganz mässig nach aussen schräg ansteigen (Fig. 5). Am Grunde des Mittelkörpers erscheinen die **Maculae** nur als Eindrücke, nicht als Tuberkel. Die Gabelspitzen divergieren stark.

Der **Thorax** zeigt stark gewölbte Rhachisglieder die im ausgestreckten Zustand durch tiefe Gelenkfurchen von einander getrennt sind. Sie erscheinen von hinten nach vorn abwärts geneigt und zeigen, wenn wohl erhalten, feine schräg gestellte Terrassenlinien. Die Dorsalfurchen sind ziemlich tief. Die Pleuren sind vom Fulcrum an abwärts geneigt, haben die gleiche Breite wie die Rhachis und enden quer abgeschnitten. Die Pleurfurche ist tief, der hintere Abschnitt stark gewölbt, der vordere flacher; die Gleitfläche abwärts geneigt.

Das *Pygidium* parabolisch gerundet, etwa $1\frac{1}{4}$ mal so breit wie lang, an den Seiten abwärts geneigt und am Rande von einer breiten flachen Hohlkehle umgeben. Die mittlere Partie ziemlich eben, mit schwachen Dorsalfurchen. Die Rhachis reicht bis zum Ende der Mittelpartie, ist noch einmal so lang wie die Breite am Grunde und zeigt an Steinkernen Andeutungen von 6—8 Gliedern, die bei erhaltener Schale nicht vorhanden zu sein scheinen. Der Abstand des Rhachisendes vom Hinterrande beträgt etwa die Hälfte der Rhachislänge. Die Oberfläche, die an unsern Stücken nur selten zu sehn ist, ist mit feinen dichten kurzen Terrassenlinien bedeckt. Der Umschlag verläuft parallel der Oberfläche und nimmt den für echte *Asaphi* gewöhnlichen Raum ein, indem er zu beiden Seiten der Rhachis ein Stück frei lässt. Seine Terrassenlinien sind mässig stark, nicht dicht und zählen auf eine Breite von 15 mm. etwa 18.

Die Charaktere der Art scheinen recht constant, nur bei einem grossen *Pygidium* vom Wolchow (Fig. 7) finde ich die Neigung der Seitentheile des *Pygidiums* schwächer und die Hohlkehle weniger scharf ausgesprochen; auch läuft die Rhachis spitzer zu. Ich nenne sie var. *applanata*.

Maasse in mm.			
Gesamtlänge	155	—	—
Länge des Kopfes . . .	44	—	—
Länge des <i>Pygidiums</i>	56	57	65
Breite	78	72	75

Bei der var. *applanata* vom Wolchow beträgt die Länge 77, die Breite 100 mm. (Es ist wohl mit unsre grösste *Asaphus*art.)

Verwandtschaft. Beziehungen zu andern Arten sind wie schon oben gesagt kaum vorhanden. Pompecki (Ost- und Westpreuss. Trilob. Gesch. p. 82, Taf. 6, Fig. 9) hat ein Geschiebe von *A. platyrurus* Ang. als *devevus* bestimmt. Das ist aber mehr der bisherigen unvollständigen Darstellung beider Arten und dem Mangel an Vergleichsmaterial zuzuschreiben als wirklicher Verwandtschaft.

Die Aehnlichkeit mit *Ptychopyge rimulosa* (*Asaphus brachyrhachis* Remele), an die ich namentlich bei der var. *applanata* gedacht hatte, ist, wie schon oben erwähnt, nur eine scheinbare, da wir es mit einem echten *Asaphus* zu thun haben.

Vorkommen. Die var. *applanata* ist in einem einzigen Stück in der tiefern Abtheilung des Echinospaeritenkalks C_{1a} , oberhalb Dubowiki am Wolchow gefunden. Die Hauptform bildet ein charakteristisches Fossil des obern Echinospaeritenkalks in Estland und kommt stellenweise in grossen Mengen von zusammengeläuften *Pygidien* und Stücken des Kopfes vor, so auf Odensholm, von wo Eichwald sie zuerst beschrieb, dann bei Baltischport und Reval und weiter im Osten bei Kostifer, Erras und N. Isenhof (Dorf Purz). Im Petersburger Gouvernement fehlt die Hauptform. Auswärts ist *A. devevus* mir nur in einem Geschiebe

des Pygidiums bekannt geworden, das Dr. G. Holm auf den Alandinseln gefunden hat, von wo auch andre Geschiebe unsres Echinospaeritenkalks, ganz entsprechend den obern Gesteinen von Odensholm und Baltischport, gefunden sind.

Asaphus ornatus Pomp.

Taf. VI, Fig. 6—13, Taf. XII, Fig. 25, 26.

1890. *Asaphus ornatus* Pomp. Trilobitenfauna der Ost- und Westpreussischen Diluvialgeschiebe p. 80, Taf. VI, Fig. 3—7.

1898. *Asaphus ornatus* F. Schmidt loc. cit. p. 25.

Vergl. 1886. *A. praetextus* Törnq. Siljan områd. Trilob. p. 73, Taf. III, Fig. 6, 7.

Es liegt mir eine ziemliche Anzahl (gegen 30) recht wohlerhaltener Stücke aus unsrem Gebiet vor, die eine vollständige Beschreibung der Art gestatten. Nach wiederholter Ansicht der im Königsberger Museum vorliegenden Originalstücke, die unterdessen, seit Pompecki's Publication, noch vermehrt sind, habe ich keinen Zweifel, dass wir es mit dem wirklichen *A. ornatus* Pomp. zu thun haben, wenn auch die Knötchen an den Rhachisgliedern, die den Namen veranlasst haben, auch bei andern Arten vorkommen. Es stimmen eben alle Theile, auch das Pygidium, und das Hypostoma Fig. 7 bei Pompecki gehört auch hierher.

In den allermeisten Stücken stimmt auch der gleichaltrige *A. praetextus* Törnq. Die geringen Abweichungen möchte ich nur als lokale Variationen ansehen, ebenso wie bei der nächsten Art *A. ludibundus* Törnq.

Ich behalte aber doch einstweilen den Namen *A. ornatus* Pomp., weil eben die Uebereinstimmung eine vollkommene ist und die ostpreussischen Geschiebe, nach denen die Art aufgestellt ist, augenscheinlich aus unsrem Gebiet stammen.

Es ergibt sich, dass unsre Art schon seit lange in die Hände deutscher Palaeontologen gerathen ist. Wie ich schon in der Einleitung zu vorliegender Arbeit S. 2 (am Ende) hervorhebe, muss nach eingehender erneuter Untersuchung auch das wahrscheinliche Original des *A. cornigerus* Schloth., das ja aus Reval stammt, hierher gerechnet werden und unter den Stücken, nach denen F. Römer den *A. expansus* aus den Sadewitzer Geschieben angeführt und Prof. F. Frech mir freundlichst zugesandt hat, findet sich neben *A. cornutus* Pand. auch unsre Art.

Der ganze Trilobit länglich elliptisch, fast noch einmal so lang wie breit. Das Kopfschild dreieckig, vorn gerundet, von einem fadenförmigen erhöhten Rande umgeben, fast noch einmal so breit wie lang, mit spitzen Hinterecken, die vorn convex, hinten concav erscheinen. Die Glabella flach gewölbt, birnförmig, nach vorn stärker abfallend, nach hinten ganz allmählig; sie erreicht nicht ganz den Vorderrand, wo sie einen schmalen Streifen übrig lässt. Ihrer ganzen Länge nach zeigt sie einen schwachen Rückenkiel. Die Glabellar-

furchen umschreiben die Glabella deutlich bis zu den flachen Augengruben, die meist nur an Steinkernen deutlich sind; an diesen erkennt man vor den Augengruben zuweilen jederseits noch zwei Eindrücke an der Glabella (S. Pompecki l. c. Taf. VI, Fig. 4 und Andeutungen auf unsrer Fig. 6a auf Taf. VI). Vorn vor den Augen sieht man in den Glabellarfurchen eine stärkere Vertiefung in der Begrenzungsstelle des Kopfschlags (Taf. VI, Fig. 11), der sich bisweilen auch auf der Wangenfläche kenntlich macht (s. Textfig. 38). Die hintere Partie der Glabella erscheint ganz flach, nur durch die Nackenfurche undeutlich quergetheilt, von der sich der ganz feine Nackentuberkel erhebt. Vom vordern gewölbten Theil der Glabella sieht man bisweilen (Textfig. 38) als Fortsetzung des Kiels eine feine Rippe zum Nackentuberkel gehn, ähnlich wie bei *Asaphus ludibundus* (Taf. VIII Fig. 3). Bei einer ältern Form unsrer Art (Taf. VI, Fig. 13) fehlt diese Rippe und an ihrer Stelle erkennen wir eine schwache Querrfurche zwischen den Augen. Am flachen hintern Theil der Glabella setzen sich die Glabellarfurchen hinter den Augengruben nur sehr schwach, dabei etwas divergirend nach hinten fast bis zur schwachen Nackenfurche fort, die wie gewöhnlich seitlich stärker werdend sich in die Occipitalfurche fortsetzt. Die eigentlichen Dorsalfurchen schneiden wie gewöhnlich den flachen Nackenring und gehn dann ganz schwach angedeutet am innern Abhang der Augen bis zur Einmündung in die Glabellarfurchen kurz vor der Augengrube (Taf. XII, Fig. 25). Sie schneiden hier ein schmales längliches Stück ab, das als Basallobus gelten kann. Die Augen sind hoch, abgestumpft konisch. Ihre Höhe wird durch die Augenbasis bedingt, die mit der Sehfläche gleiche Höhe hat und sich aus ebener Grundlage erhebt. Die Augendeckel steigen steil an; der Abstand der Augen vom Vorderrande beträgt etwas mehr als ihre Länge. Vom Hinterrande sind sie kaum um ihre halbe Länge entfernt, da ihr hinteres Ende fast hart an die Occipitalfurche stösst. Die Gesichtslinien zeigen keinen besonders charakteristischen Verlauf. Der hintere Zweig geht znerst parallel der Occipitalfurche, die er schräg nach hinten und dann den Occipitalring fast vertikal schneidet. Der vordere Zweig biegt sich nach aussen und vorn bis in die Nähe des Vorderrandes, immer in gleicher Entfernung von der Glabella, die nur an der Umbiegungsstelle etwas grösser wird, biegt sich dann in steilem Bogen um und verläuft längs dem Vorderrande, um sich in einer kurzen vorspringenden Spitze mit dem



Fig. 38. *Asaphus ornatus*, vergrössert.
 Das nämliche Stück wie Taf. XII, Fig. 25, 26.



Fig. 39. *A. ornatus*, vergr. Von Reval.

gegenüberliegenden Zweige zu verbinden. Vor der Glabella verlieren sich die festen Wangen fast ganz. Die **Oberfläche** zeigt feine Terrassenlinien am vordern Theil der Glabella und zuweilen Querlinien an den Wangenecken, zumal in deren hinterem Theil. Am innern Theil der freien Wangen sieht man bisweilen einige schwach ausgesprochene Strahlen (Textfigur 39), zwischen dem Auge und der Andeutung des Umschlages, die ähnlich auch bei *A. praetextus* Törnq. vorkommen.

Im übrigen ist die Oberfläche sowohl auf der Glabella als auf den Wangen mit verhältnissmässig grossen zerstreut stehenden eingedrückten Punkten bedeckt.

Der **Umschlag** ist ziemlich scharf, in der Mitte flach, an den Seiten ansteigend mit kräftigen Terrassenlinien bedeckt. Das **Hypostoma** im Ganzen von gewöhnlicher Form, die Vorderflügel nur schwach ansteigend, der Seitenrand nur in flachem Bogen vorspringend, die Gabelspitzen erscheinen daher sehr schlank (S. Textfig. 40, auch Pompecki l. c. Taf. 6, Fig. 7) und unterscheiden sich dadurch von allen übrigen Arten. Die Oberfläche mit concentrischen Terrassenlinien bedeckt. Die Maculae kaum erhaben.



Fig. 40. Hypostoma von *A. ornatus* vergrössert, von Odensholm.

Der **Thorax** mit flach gewölbten Rhachisgliedern, die den nach aussen steilabfallenden und am Ende querabgeschnittenen Pleuren an Breite gleichkommen; sie sind durch tiefe Gelenkfurchen von einander getrennt. Ihre Oberfläche zeigt bogenförmige feine unterbrochene Terrassenlinien und häufig kleine Knötchen, die entweder paarig mehr in der Mitte (Taf. VI, Fig. 8) oder auch an den Seiten auftreten; bisweilen kann man (Taf. VI, Fig. 7) auch zwei Paare erkennen. Wie oben gesagt, fehlen sie aber auch häufig vollständig und kommen auch bei andern Arten vor und können daher nur Hilfskennzeichen für unsere Art abgeben.

Das **Pygidium** ist breit abgerundet oder hinten abgestutzt, etwa $1\frac{1}{2}$ mal so breit wie lang, die Rhachis hebt sich deutlich hervor, endet stumpf und ist etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 mal so lang wie die Breite am Grunde. Sie zeigt etwa 6 mehr oder weniger deutliche Glieder, die auch bisweilen in der Oberfläche durch feine Querlinien markirt werden, die besonders an den Seiten deutlich sind. Die Seitentheile zeigen 5—6 Pleuren, die bei guter Erhaltung doppelt erscheinen. Der vordere Theil (Textfig. 41, 42) bildet eine gerade scharfe Linie, der hintere besteht aus einer flach gewölbten breitem Rippe und trägt eine Reihe schräg gestellter scharf markirter Terrassenlinien, die ausserdem auf der ganzen Fläche der Seitentheile und längs dem Rande häufig sind. Häufig sind auch die Pleuren nicht zu erkennen und man sieht nur zu den Seiten der Rhachis zahlreiche kurze schräg gestellte Terrassenlinien. Der

Umschlag des Pygidiums zeigt ziemlich feine Linien, davon 20—25 auf eine Breite von 8 mm. kommen. Bisweilen erscheint an Steinkernen des Pygidiums die Andeutung eines flachen Randsaums.

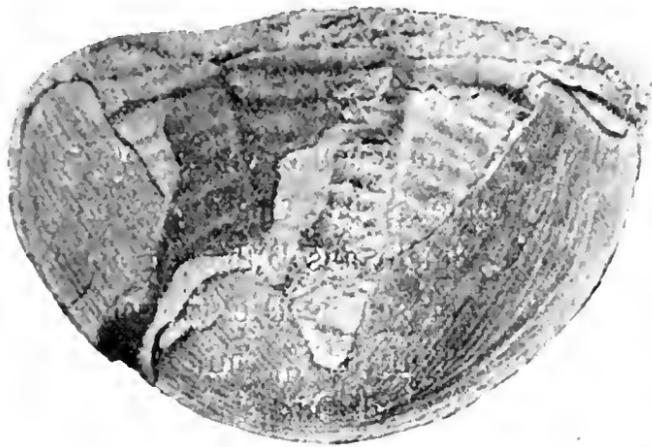


Fig. 41. Pygidium von *A. ornatus* Pomp. von Fig. 6 auf Taf. VI wiederholt. Vergrößert.

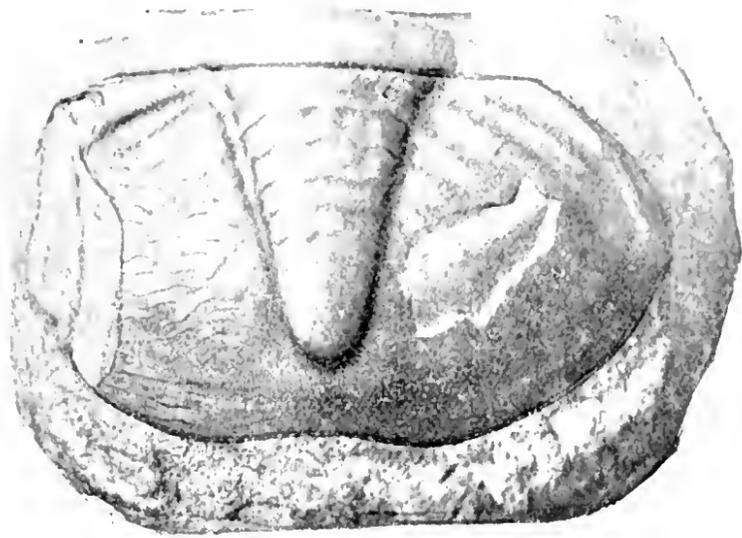


Fig. 42. *Asaphus ornatus* Pomp. Vergrößert. Von Reval.

Die Art ist recht constant in ihren Merkmalen, die nur, wie gesagt, nicht immer deutlich hervortreten. Mir liegt nur ein Exemplar aus der obern Linsenschicht C_{1a} von Gostilzy vor, aus der Plautin'schen Sammlung, das vielleicht zu einer Varietät gehört, die sich durch eine Quersfurche durch den hintern Theil der Glabella zwischen den Augen auszeichnet und daher den Kiel nur auf dem vordern Theil derselben zeigt. Das Stück ist Taf. VI Fig. 13 abgebildet. Es zeigt zugleich keine Knötchen auf den Thoraxgliedern und keine Pleuren auf dem Pygidium.

Maasse in mm.			
Gesamtlänge	73	—	—
Länge des Kopfes	25	18	20
Breite	42	34	37
Länge des Pygidiums	25	19	—
Breite	40	30	—

Beziehungen zu andern Arten. Von unsern einheimischen Arten ist sie bei fehlenden Augen leicht mit dem gleichzeitigen *A. ludibundus* zu verwechseln. Hier helfen dann die grossen eingedrückten Punkte auf dem Kopfschild und das verschiedene Hypostoma. Am nächsten verwandt ist unsre Art mit dem gleichzeitigen schwedischen *A. praetextus* Törnq., wie wir schon oben erwähnt haben. Der Kopf stimmt ziemlich genau überein, nur fehlt bei unsern Exemplaren, die feine Querstreifung in der schmalen Randfurche hinter der erhabenen Randlinie. Die Rhachisglieder des Thorax gleichen denen unsrer Art vollkommen, es sind

auch Andeutungen von Knötchen da, die Törnquist nicht erwähnt. Am meisten Unterschiede finden sich noch im Pygidium, doch dürfen wir nicht vergessen, dass *A. praetextus* bisher auf ein einziges Exemplar gegründet ist. Die Form stimmt ganz gut, auch die stumpfwinklige Form der Facette. Die Rhachisglieder lassen sich in grösserer Zahl (etwa 10—12) unterscheiden, als bei *A. ornatus* und an den Seitentheilen kann ich nur den hintern gewölbten Zweig der Pleuren mit seiner charakteristischen Zeichnung erkennen, der vordere scharf geradlinige scheint zu fehlen. Spätere Funde werden alle Zweifel heben.

Vorkommen. In einzelnen etwas abweichenden Stücken (s. die oben erwähnte Varietät), schon in der obern Linsenschicht des Petersburger Gouvernements bei Gostilizy und dem nahe gelegenen Saborodje. Auch einige Stücke der gleichen Schicht aus Dubowiki am Wolchow und dem gegenüberliegenden Archangelskoje nähern sich schon. Die typische Form findet sich ausschliesslich in Estland im obern Echinospaeritenkalk C_{1b} mit der vorigen und der nächsten Art bei Reval, Baltischport sowie auf Rogö und Odensholm, östlich bis Palms, immer ziemlich vereinzelt. Bei uns werden meist ganze zusammenhängende Exemplare gefunden, die ich aber nie vollständig eingerollt gesehn habe. Auswärts ist unsre Art anstehend nicht gefunden, wenn man von dem aus Dalarne stammende *A. praetextus* vorläufig absehn will, aber ziemlich zahlreich in allerdings meist unvollständigen aber sicher zu identificirenden (auch die charakteristische Zweitheilung der Pleuren des Pygidiums hat Pompecki schon bemerkt) Geschiebeexemplaren in Ostpreussen, wo sich ihrer eine ganze Zahl in den Königsberger Museen findet.

***Asaphus ludibundus* Törnq.**

Taf. VII Fig. 1—11.

1857. *Asaphus acuminatus* Nieszk. (non Boeck) Monogr. der Trilobiten der Ostseeprovinz. in Archiv für Naturk. Liv-, Est- u. Kurlands Ser. I, Bd. 1, p. 55).
 1858. *Asaphus acuminatus* F. Schmidt, Archiv etc. Ser. I, Bd. II, p. 186 (ex pt.)
 1859. » » Nieszk. Zusätze zur Monogr. d. Trilob. Archiv. etc. Ser. I, Bd. II, p. 363, Taf. I, Fig. 6.
 1885. *Asaphus ludibundus* Törnq. Siljan områdets Trilobitfauna p. 71, Taf. 3, Fig. 4, 5.
 1898. » *Nieszkowskii* F. Schmidt Revis. d. Ostbaltischen silur. Trilob. Abth. 5, Lief. 1, p. 26.

Wir haben schon oben S. 20 und in der 1-sten Lieferung S. 18 und 26 von den Schwierigkeiten gesprochen, die uns diese neueste *Asaphus*-Art unsres Gebiets gemacht hat, die uns in wenigen vollständigen Exemplaren, dagegen in zahlreichen Bruchstücken vorliegt. Sie lässt sich in verschiedenen Mutationen der obersten Stufen des Echinospaeritenkalks C_1 durch die Kuckersche (C_2) Itfersche (C_3) und Jewesche (D_1) Schicht bis in die Kegel-sche Schicht D_2 verfolgen, wo sie plötzlich abbricht um der Gattung *Isotelus* in der Wesen-

berger Schicht E Platz zu machen. Als ich in den 50er Jahren zugleich mit Nieszkowski mich mit unsern Trilobiten zu beschäftigen begann, hatten wir, gestützt auf ungefähre Aehnlichkeit der Figur, unsre Art mit *A. acuminatus* Boeck in Verbindung gebracht. Später war ich geneigt eine besondere Art anzunehmen, oder mehrere Arten, wie ich denn auch zu Anfang der 80er Jahre im Königsberger Museum einige Stücke als *A. Jewensis* vorläufig bezeichnete. Nach Erscheinen der Arbeit von Törnquist über die Siljans-tractens Trilobiten wurde ich natürlich bald auf seinen *Asaphus ludibundus* aufmerksam, der in gleichem Niveau mit unsrer Art auftritt, ich konnte mich aber noch nicht zu einer Identificirung entschliessen, zumal auch Törnquist selbst, dem ich einige unsrer Stücke vorlegte, auf den Unterschied hinwies, der darin besteht, dass die Verbreiterung der festen Wangen an der vordern Ausbuchtung der Gesichtslinien nie so gross wird wie bei den schwedischen Originalformen (hier wird sie noch einmal so gross als die Breite der festen Wangen hart vor den Augen). Ich begnügte mich daher damit auf die nahe Verwandtschaft hinzuweisen: und gründete in der ersten Lieferung der vorliegenden Arbeit eine neue Art *A. Nieszkowskii*, die in der Kuckerschen Schicht (C_2) verbreitet ist und schon in der Stufe C_{1b} beginnt, mit mehreren Mutationen nach dem Vorkommen in den nächst höhern Stufen: mut. *Itferensis* in C_3 . *Jewensis* in D_1 und *Kegelensis* in D_2 . Seitdem habe ich nun mehr Exemplare des *A. ludibundus* aus Dalarne gesehn und mich überzeugt, dass das oben angegebene Unterscheidungsmerkmal kein ganz durchgehendes ist. Entscheidend für die Vereinigung der östlichen und westlichen Form unsrer Art ist mir aber das Hypostoma geworden, das mir mit Hilfe unsres Präparators O. Knyrko gelungen ist auch aus schwedischen von Törnquist gesandten Exemplaren herauszupräpariren. Es stimmt vollkommen zu dem unsrer ostbaltischen Form wie es schon von 1859 von Nieszkowski publicirt worden ist s. Textfig. 43, 44, 45.

Im Nachstehenden beschreibe ich nun zunächst unsre Hauptform, die ich früher (Lief. 1 p. 26) als Typus von *A. Nieszkowskii* angenommen habe und lasse ihr dann die übrigen Mutationen folgen.

Es liegen uns aus C_2 , von wo Nieszkowski seinem *A. acuminatus* ursprünglich beschrieb, zahlreiche einzelne Theile des Kopfes, Mittel- und Wangenschilder, das Hypostoma, ausserdem viele wohlerhaltene Pygidien vor. Ausserdem von den Uebergangslagern von C_1 zu C_2 noch einige ziemlich vollständige Exemplare, die besonders nahe zum echten *A. ludibundus* stehen.

Der Kopf ist halbmondförmig bis stumpf dreieckig, mässig gewölbt, etwa noch einmal so breit wie lang, am Vorderende mit einem fadenförmigen erhabenen Rande versehen, die Hinterecken stumpfspitzig, beiderseits convex, am Vorderrande etwas steil nach hinten gewandt, so dass sie einen Winkel von etwa 60 Gr. bilden. Die Glabella mässig gewölbt, birnförmig, bis zum Vorderrand reichend, mit ganz schwachem Längskiel, vor den Augen bisweilen schwach eingebuchtet. Die convergirenden Glabellarfurchen verlaufen deutlich bis zum erkennbaren Eindruck zwischen den Augen, der die Stelle einer hintern Seitenfurche

vertritt; vor ihm sind an Steinkernen noch jederseits zwei schwache Eindrücke zu bemerken. Hinter den Augengruben, die durch eine schwache Querfurche verbunden sind, bis zu welcher die Wölbung der Glabella erkennbar ist, verlaufen die Glabellarfurchen viel schwächer werdend parallel bis zu der kaum angedeuteten Nackenfurche, vor der sich ein feiner Tuberkel erhebt, der bisweilen (Fig. 3) durch eine Leiste mit der Glabella verbunden erscheint. Die ächten Dorsalfurchen sind bei wohlhaltener Schale nicht zu erkennen, lassen sich aber an manchen Steinkernen als feiner Eindruck am innern Abhang der Augen verfolgen. Die Occipitalfurche als seitliche Fortsetzung der Nackenfurche ist deutlich wie gewöhnlich und lässt sich bis in die Mitte des Abstandes von der Dorsalfurche bis zur Hinterecke verfolgen. Die Augen sind niedrig mit ganz niedrigem Basalring, ihre Höhe macht etwa die Hälfte ihrer Länge aus, der Augendeckel steigt zuerst mässig an und liegt dann horizontal. Die Entfernung der Augen vom Vorderrand ist je nach der Form des Kopfes etwas grösser oder kleiner als die ihrer eigenen Länge, die aber die Entfernung vom Hinterende bedeutend, fast bis das Doppelte dieser Entfernung übertrifft. Der hintere Zweig der Gesichtslinien geht entweder zuerst auf eine kleine Strecke horizontal und biegt sich dann unter stumpfem Winkel zur Nackenfurche, um den Nackenring in auswärts gewandtem steilem Bogen zu unterscheiden, oder er nimmt gleich von Anfang die schräg nach hinten gewandte Richtung an. Letzteres ist vorzüglich der Fall bei der Form aus C_2 , während die ältern Stücke aus dem Zwischengebiet von C_1 und C_2 meist anfangs zuerst einen horizontalen Verlauf erkennen lassen, doch ist dieser Unterschied durchaus nicht streng durchzuführen, da wir auch Stücke aus C_2 haben, die sich ganz ebenso wie die aus der Uebergangsschicht verhalten. Der vordere Zweig wendet sich wie gewöhnlich nach aussen und vorn um in der Nähe des Randes sich unter steilem Bogen umzubiegen und sich vor der Glabella mit dem gegenüberliegenden Zweige unter stumpfem wenig vorspringenden Winkel zu verbinden. Die Entfernung der äussersten Krümmungspunkte kommt der Länge des Kopfes gleich oder ist etwas geringer. Die Naht schneidet von den festen Wangen einen schmalen Streifen ab, der meist gleichmässig breit ist und sich an der Umbiegungsstelle nur sehr mässig erweitert (zuweilen allerdings wie in Fig. 2 fast bis zur doppelten Breite, gegenüber der anfänglichen vor den Augen). Auf der Oberfläche der Wangen ist die Spur des Umschlags nicht zu erkennen.

Die Schaalenoberfläche des Kopfes zeigt eine ganz feine Punktirung, ausserdem leichte bei jungen Exemplaren nicht immer erkennbare Terrassenlinien auf der Glabella. Die Wangen zeigen gleichfalls feine zuweilen etwas anastomosirende Terrassenlinien (Fig. 1a) auf ihrer Fläche (auch nicht immer zu bemerken) und gegen die Spitze eine feine Querstreifung, die vom Hinterrande ausgehend schräge nach vorn und aussen läuft: diese lässt sich auch bisweilen auf schwedischen Exemplaren erkennen.

Der Umschlag ist wie gewöhnlich in der Mitte flach oder etwas ausgehöhlt, an den Seiten von der scharfen Randkante ausgehend schmal gerundet und dann aufwärts gebogen, entsprechend der Oberseite. Kräftige Terrassenlinien bedecken die Fläche des Umschlags.

Das **Hypostoma**, das bereits Nieszkowski vorgelegen hat, zeigt mässig ansteigende Vorderflügel und einen durch stark vorspringenden stumpfen Winkel charakteristischen Seitenrand. Der Seitenvorsprung springt fast gleich weit vor wie der Vorderflügel und es erscheint eine tiefe Bucht zwischen beiden. Der gerundete Mittelkörper tritt deutlich hervor; er zeigt am Hinterrande eine flache Querfurche und deutlich als Tuberkel ausgeprägte Maculae. Die Gabelspitzen sind dreieckig und verhältnissmässig kurz; die Entfernung vom Seitenvorsprung bis zum Ende der Gabelspitzen ist kleiner als die Entfernung des Vorderrandes des Hypostoma von der Bucht zwischen den Gabelspitzen. In Fig. 7 auf Taf. 6 der Brögger'schen Arbeit über das Hypostoma der Asaphiden erscheinen die Gabelspitzen viel länger, das Stück ist aber nicht vollständig und in der Zeichnung verjüngt. Es stammt aus Geschieben des Chasmopskalkes von Jämtland und ist zwar als *A. ludibundus* bestimmt, diese Bestimmung wird aber zweifelhaft, wenn man die bestehenden Textfiguren vergleicht. Die eine (Fig. 43) gehört zu einem echten *A. ludibundus*,



Fig. 43. Hypostoma des *Asaphus ludibundus* aus Dalarne.

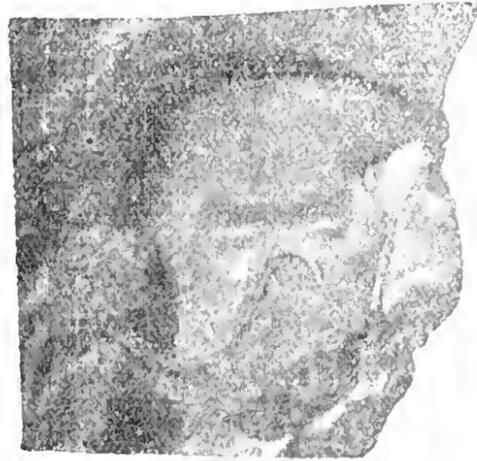


Fig. 44. Hypostoma des *Asaphus ludibundus* von Tolks in Estland.

den mir Prof. Törnquist geschickt hat (s. oben S. 73), das andre (Fig. 44) ist das Original-exemplar von Nieszkowski aus unsrer Kuckerschen Schicht, das dritte Fig. 45 ein Exemplar von Odensholm aus der Übergangsschicht $C_1 - C_2$. Augenscheinlich stimmen beide Stücke, was die Länge der Gabelspitzen betrifft, gut zusammen. Der Seitenvorsprung ist allerdings bei unsrem Stück noch schärfer ausgeprägt.

Der **Thorax** zeigt eine mässig erhabene Rhachis, die den von ihrem Aussentheile steil abwärts gewandten Pleuren an Breite gleichkommt. Die vordern Pleuren sind etwas nach vorn gebogen und an den Enden mehr abgerundet als die quer abgeschnittenen hintern. Die Rhachisglieder sind flach, decken sich dachziegelförmig und zeigen am Vorderrande eine flache Gelenkfurche, die bei Steinkernen stark vertieft erscheint. Grössere Exemplare zeigen deutliche feine bogenförmige Terrassenlinien. Kleinere Exemplare erscheinen wie am Kopf ganz glatt.

Das Pygidium ist halbkreisförmig bis stumpf-dreieckig am Ende abgerundet oder selten etwas gestutzt, etwa $1\frac{1}{2}$ mal so breit wie lang; die Rhachis ragt mässig über die Pleuren hervor, endet stumpf und nimmt etwa $\frac{3}{4}$ der ganzen Länge des Pygidiumsein Ihre. Breite im



Fig. 45. *Asaphus ludibundus* von Odensholm.

Grunde beträgt $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ der Länge; sie erhebt sich wenig über die Fläche des Pygidiums und ist von deutlichen Dorsalfurchen begrenzt, die bei fehlender Oberschaale merklich vertieft erscheinen. Bei erhaltener Oberschaale ist keine Gliederung der Rhachis zu erkennen, man sieht nur den Gliederungen entsprechende feine Horizontallinien quer über die Rhachis verlaufen (Fig. 10a) die in der Mitte in einem Bogen vorspringen und auf eine ganz kurze Strecke auf die Pleuren übergehen. Bei Steinkernen sind die vordern Glieder der Rhachis deutlich und gehen quer durch, die hintern (6—8 an Zahl) sind nur an den Seiten erhalten (wie bei *A. expansus*), die Pleuren zeigen meist keine Spur von Rippen, nur bisweilen schwache Andeutungen davon an ganz jungen Exemplaren, ebenso ist es an Steinkernen der Fall. Die Oberfläche zeigt in Fig. 10a zahlreiche feine kurze Terrassenlinien, die mit blossem Auge kaum erkennbar sind. Der Umschlag zeigt ziemlich dichte und feine Terrassenlinien.

Die ältern Formen aus der Uebergangsschicht C_1 bis C_2 unterscheiden sich von der jüngern Form in C_2 meist durch etwas breitere Köpfe und durch etwas kürzere Glabellen mit geradlinigen Seiten, während die letzteren oft eine seitliche Einbuchtung zeigt, ohne dass diese Verschiedenheit als vollkommen constant anzusehn wäre.

Maasse in mm.	Bei der ältern Form.			Bei der jüngern aus C_2 .					Abweichende grosse Exemplaren aus C_2 .	
Länge des Kopfes..	16	20	19	26	8	—	—	—	18	—
Breite	34	36	38	—	16	—	—	—	54	—
Länge des Pygidiums	19	21	—	39	12	13	17	6	28	40
Breite	31	30	—	48	17	20	25	10	49	—

Die zuletzt angeführten Stücke ziehe ich nur mit Zweifel hierher. Das erste derselben ist ein vollständiges eingerolltes Exemplar mit sehr breitem Pygidium und leider mit mangelhaft erhaltener Glabella und ohne Augen. Es ist der einzige einigermaßen vollständige grössere *Asaphus* (Taf. VIII Fig. 11) aus Kuckers und wurde im Jahr 1876 von Fräulein v. Toll jetziger Frau Prof. Dames gefunden. Immerhin ist die Grösse dabei nicht maassgebend, da das grosse Exemplar von Kawast (92 mm. lang), das erste in der zweiten Gruppe, noch grössere Dimensionen aufweist und doch im übrigen den kleinen Stücken von Kuckers gut entspricht.

Von unsern einheimischen Arten könnten wir an eine Vergleichung mit *A. latus* Pand. denken, der übrigens einer ältern Schicht angehört. Er unterscheidet sich deutlich durch etwas stärker ansteigende Augendeckel und einen höhern Basalring der Augen, der fast die Höhe der niedrigen Sehfläche erreicht. Ausserdem durch die immer erkennbare Spur des Umschlags auf der Oberfläche des Kopfes.

In den höhern Stufen von C_1 kommt namentlich auf Odensholm unsre Art, besonders als Geschiebe, zusammen mit *A. ornatus* Pomp. vor, der bei mangelhaft erhaltenen Exemplaren ohne Augen leicht zu verwechseln ist. Hier giebt das Hypostoma gute Unterschiede. Das Pygidium des *ornatus* hat viel stärker hervortretende Terrassenlinien und Seitenrippen auf dem Pygidium, die aber nur bei guten Exemplaren deutlich zu erkennen sind.

Vorkommen. Bei uns bisher nur in Estland. In der gelben Uebergangsschicht von C_1 zu C_2 bei Reval, Hark, Neu Isenhof, Erras. Ausserdem als Geschiebe aus den obersten Kalken von Odensholm. Von diesen Localitäten liegen ziemlich vollständige, wenn auch nicht ganz wohlerhaltene Exemplare vor. Die jüngere Form aus C_2 kommt fast nur in einzelnen Theilen, Glabellen, Wangen, Pygidien — in der Kuckerschen Schicht C_2 bei Kuckers, Wannamois bei Tolks, Kawast ein fast vollständiges grosses Exemplar, Wrangelstein oberhalb Isenhof, Salla bei Erras, Kokka bei Baltischport, und als Geschiebe bei Spitham vor. Die Art scheint ganz typisch auch nach C_3 vorzugehen, da entsprechende Stücke bei Itfer gefunden sind. Auswärts ist die Art aus dem gleichaltrigen Cystideenkalk von Dalarne, von Friberga in Oestergotland, und aus dem Chasmopskalk von Jämtland bekannt. Aus Norwegen und norddeutschem Geschiebe noch nicht mit Sicherheit.

***Asaphus ludibundus* mut. *Itferensis* m.**

Taf. VIII, Fig. 12—14. Taf. XII, Fig. 27.

Es liegen mir 2 ziemlich vollständige Stücke, und mehrere Pygidien, alle aus dem nämlichen typischen Fundort von C_3 , nämlich Itfer, vor, die eine besondere Besprechung verdienen. Während kleine Stücke ganz wohl der typischen Form des *A. ludibundus* entsprechen, zeigen die beiden ganzen Exemplare und die grösseren Pygidien Unterschiede, die mich zur Aufstellung einer besondern Varietät veranlassen. Des Hauptcharakter besteht darin, dass alle Theile mehr abgeflacht sind, namentlich geht die viel weniger gewölbte Glabella nach hinten ganz allmählig, ohne Absatz, in die obere Partie zwischen den Augen über. Die übrigen Kennzeichen des Kopfes entsprechen dabei vollkommen der Hauptform; die Augen sind niedrig mit flachem Augendeckel, der hintere Zweig der Gesichtsnaht geht zuerst ziemlich horizontal nach aussen um sich dann unter stumpfem Winkel nach aussen und hinten zu biegen. Ebenso entspricht die Form der Hinterecken wie die Oberflächenzeichnung der Hauptform. Es finden sich die nämlichen quer über die Hinterecken nach aussen und vorn verlaufenden Terrassenlinien auf den Wangen.

Der Thorax zeigt eine flache etwas breitere Rhachis und seichtere Dorsalfurchen. Die Rhachisglieder sind flach, berühren einander, haben vorn eine schwache Gelenkfurche und sind durch feine bogenförmige Terrassenlinien geziert. Am Umschlag der Pleuren waren bei einem Exemplar (Taf. XII, Fig. 27) die Pander'schen Organe besonders deutlich zu sehen.

Das Pygidium ist flach gewölbt über einen Halbkreis vorgezogen, am Ende breit gerundet etwa $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ mal so breit wie lang. Die Rhachis hebt sich wenig über die Fläche des Pygidiums, ist im Grunde etwas mehr als halb so breit wie lang; sie lässt an Steinkernen etwa 6—8 ziemlich vollständig durchgehende Glieder erkennen, die nur in der Mitte etwas unterbrochen sind. Die Pleuren zeigen am Steinkern schwache Spuren von Rippen. Die Oberfläche mit feinen Terrassenlinien bedeckt. Der Umschlag zeigt 25 Terrassenlinien auf eine Breite von 11 mm.

Maasse in mm.		
Länge des Kopfes	—	—
Breite	51	—
Länge des Pygidiums	33	29
Breite	48	40

Vorkommen. Ausschliesslich in der Stufe C_3 in Estland bei Itfer.

Asaphus ludibundus mut. **jewensis** m.

Taf. VIII, Fig. 15—19.

1859. *Asaphus acuminatus* Nieszk. Zusätze zu einer Monogr. d. Trilob. d. Ostseeprovinzen in Archiv etc. Ser. I, Bd. II, p. 363 (ex pt.) S. 1, Fig. 3—5.
1890. *Asaphus jewensis* F. Schmidt in Pompecki, Trilobitenfauna d. Ost- und Westpreussischen Diluvialgesch. p. 78, Taf. 4, Fig. 5, 6.
1890. *Asaphus Branconis* Pomp. l. c., p. 78, Taf. 5, Fig. 3.
1898. » *Nieszkowskii* mut. *jewensis* F. Schmidt, Revision d. ostbalt. Trilob. Abth. 5, Lief. 1 p. 26.

In der Jeweschen Schicht kommen verschiedene *Asaphus* formen vor, die aber alle zum Typus des *A. ludibundus* gehören und nicht scharf von einander geschieden werden können. Zunächst eine stumpf dreieckige Form (Taf. VIII, Fig. 15), die der typischen Art am ähnlichsten ist und sich nur durch ein stärker gewölbttes Pygidium mit durchgehenden (im Steinkern) Rhachisgliedern unterscheidet. Dann eine Form mit stark vorgewölbter gekielter Glabella (Fig. 16), zu der wohl auch die von Pompecki abgebildeten Königsberger Stücke gehören. Weiter eine vorn breit gerundete Form, zu der das von Nieszkowski (s. oben) abgebildete Stück von Uchten gehört. Der von Pompecki beschriebene *A. Branconis*

(s. oben) liegt mir durch die Güte des Herrn Prof. Schellwien gegenwärtig vor; er gehört jedenfalls auch hierher und dürfte etwa in der Mitte zwischen dem Stück Fig. 15 von A. Mathias und dem Nieszkowski'schen Stück stehn.

Endlich ziehe ich hierher noch das Stück von Kawast (Taf. VIII, Fig. 19 und Textfigur 46), das sich ausserdem durch das Vorhandensein eines Eindrucks am Kopfschlag auszeichnet, der sonst bei unsrer Art nicht vorkommt. Bei Uebereinstimmung der übrigen Kennzeichen stehe ich davon ab, hierauf eine neue Art zu gründen. Im Uebrigen lassen sich die Jeweschen Formen, wie folgt, im Zusammenhang beschreiben.



Fig. 46. *A. ludibundus* var. *jewensis* von Kawast.

Der Umriss des **Kopfes** ist also breit abgerundet bis stumpf dreieckig etwa noch einmal so breit wie lang, vorn von einer feinen erhabenen Linie umgeben, die Hinterecken stumpf spitzig, die Schenkel beiderseits vorn verbreitert oder etwas vorspringend convex. Die Glabella mässig gewölbt, birnförmig, vorn steiler abfallend, nach hinten allmählig in die flache Partie zwischen den Augen übergehend, in der Mitte mit einem deutlichen Längskiel versehen. Die Augengruben nur ganz schwach oder gar nicht angedeutet. Die Gesichtslinien im hintern Zweige wie bei der Hauptform, zuerst horizontal, dann schräge nach hinten über die Nackenfurche und den Nackenring ebenfalls schräge schneidend, oder (bei der breiten Form von Kawast) die Naht verläuft von Anfang an schräge und zum Theil auf dem breiten Nackenring. Der vordere Zweig geht schräg nach aussen und vorn, wendet sich dann ganz in der Nähe des Vorderrandes nach innen und verbindet sich unter stumpfem Winkel mit der entsprechenden Naht der andern Seite. Die Augen sehr niedrig mit wenig ansteigendem oben flachen Deckel vom Vorderrande um ihre eigene Länge, vom Hinterrande um die Hälfte oder bei dem Kawastschen Stück nur um $\frac{1}{4}$ dieser Länge entfernt. Die Oberfläche zeigt bei allen Stücken feine Terrassenlinien auf der Glabella, bei dem Kawastschen sieht man ausserdem die quer nach aussen verlaufenden vom Hinterrande ausgehenden und die Wangenecke kreuzenden Linien deutlich ausgebildet.

Der **Umschlag** erscheint wie gewöhnlich in der Mitte flach, an den Seiten mehr oder weniger gewölbt (besonders stark bei dem Kawastschen Stück) und dann aufwärts gebogen, entsprechend der Oberschaale. Bei dem Kawastschen Stück erkennt man am Ende des Umschlags (Taf. VIII, Fig. 19a) kurz vor der Wangenecke noch eine schmalelliptische seichte Grube zur Aufnahme der Endglieder der Thoraxpleuren. Es ist das einzige Stück aus dem ganzen Formenkreis der Art, an dem diese Grube bemerkt wurde, aber bei keinem andern war auch der Umschlag bis zum Ende so gut zu verfolgen.

Das *Hypostoma* liegt uns in einem einzigen kleinen aber wohlerhaltenen Exemplar (Fig. 17) vor. Es hat den allgemeinen Typus der Hauptform unsrer Art durch die stark vorspringenden Ecken des Seitenrandes. Der Abstand der beiden Ecken kommt der ganzen Länge des *Hypostoma* gleich. Der Mittelkörper tritt deutlich hervor, er ist quer oval, etwas breiter als lang, hinter ihm eine deutliche seichte Quersfurche und die beiden deutlichen Seitentuberkel. Die Bucht zwischen den beiden kurzen dreieckigen Gabelvorsprüngen breit, fast geradlinig, die Oberfläche mit sehr feinen concentrischen Terrassenlinien versehen.

Der *Thorax* zeigt eine flach gewölbte Rhachis von gleicher Breite wie die nach aussen steil abfallenden Pleuren, deren vorderste etwas nach vorn gebogen sind; sie enden quer abgestutzt. Die Rhachisglieder sind flach mit seichter Gelenkfurche, berühren einander in ausgestrecktem Zustande und zeigen feine bogenförmige Terrassenlinien.

Das *Pygidium* ist stark gewölbt, etwas über einen Halbkreis vorgezogen, $1\frac{1}{2}$ mal so breit wie lang; breit gerundet bis stumpf dreieckig.

Die Rhachis erhebt sich mässig über die Pleuren und zeigt seichte Dorsalfurchen, sie ist nicht voll zwei mal so lang wie die Breite im Grunde und endet stumpf. An Steinkernen zeigt sie deutlich circa 6 Glieder, die durch durchgehende Furchen getrennt und nicht in der Mitte unterbrochen sind. Die Pleuren zeigen nur auf dem Steinkern Spuren von Seitenrippen. Die Oberfläche zeigt feine Terrassenlinien.

Der Umschlag ist sehr fein gestreift. Ich zähle 30 derselben unabhängig von der Breite des Umschlages. Hängen die Formen mit breiterem und spitzerem Kopf wie sie zusammen am Hauptfundorte bei St. Mathias vorkommen, durch Uebergänge vielfach zusammen, so ist das Stück von Kawast, dessen Vorderrand leider nicht ganz vollständig erhalten ist, in manchen Stücken abweichend, namentlich durch die besonders flache Glabella ohne Längskiel, den eigenthümlichen Verlauf des hintern Zweiges der Gesichtslinie und den breiter gerundeten Umschlag mit der Endgrube. Es ist aber nur einziges nicht ganz vollständiges Stück und ich wage es daher nicht es jetzt schon als besondere Art oder Varietät abzutrennen.

Maasse in mm.					
Länge des Kopfes . . .	12	16	10	—	—
Breite	24	34	19	—	—
Länge des Pygidiums.	13	—	10	18	16
Breite	20	—	17,5	26	25

Die abweichenden Dimensionen des Kopfes bei dem an zweiter Stelle vermessenen Stück gehören dem Exemplar von Kawast an.

Vorkommen. In der Jeweschen Schicht D_1 Estlands. Besonders reichlich ausgebeutet bei der Stufe von St. Mathias. Ausserdem das Nieszkowski'sche Exemplar vom Flussufer beim Sillakrüge unter Uchten, das abweichende Exemplar von Kawast, ein paar ziemlich gute

Geschiebe von Wesenberg und einzelne Theile von Kuckers (Glabella der breiten Form), Nömmis bei Kappel an der Bahn (Pygidium) und Spitham (schlechtes ganzes Geschiebeexemplar, dem von Uchten ähnlich. Unsre Varietät geht wie es scheint auch in die Kegelsche Schicht D_2 über, aus der manche Stücke von Paesküll, Kegel und Ristinna in Estland kaum zu unterscheiden sind (alle von der breitem Form). Auswärts als Geschiebe bei Königsberg gefunden.

Asaphus ludibundus mut. **Kegelensis.**

Taf. IX Fig. 1—6.

Es liegen uns eine grosse Menge Pygidien und Glabellen vor und einige wenigen vollständigerer Kopfschilder. Während die Glabellen kaum einen Unterschied von der vorigen Art zeigen, lassen sich die meisten Pygidien sehr wohl unterscheiden, und ebenso finden sich an den Wangenschildern und am Hypostoma, das wir hierher rechnen müssen, charakteristische Unterschiede.

Das Material ist trotz zahlreicher einzelner Stücke so unvollständig, dass wir keine vollständige Beschreibung geben können. Es findet sich ebenso wie bei voriger Art eine breitere und eine spitzere Form des Kopfschildes vor, wie man namentlich aus der Form der Glabellen schliessen kann, die im übrigen flacher sind als bei voriger Art und weniger steil nach vorn abfallen. Ihr vorderer Theil ist mit deutlichen Terrassenlinien bedeckt. Die Eindrücke in den Dorsalfurchen sind kaum bemerkbar. Die Wangen sind viel spitzer als bei voriger Art, ihre Seiten vereinigen sich unter einem Winkel von 45 Grad und sind kaum convex, quer über die Wangen verlaufen Terrassenlinien wie bei voriger Varietät. Die Augen sind ebenfalls niedrig; bei fehlender Oberschale ist ihr Grund meist von einem vertieften Ringe umgeben. Das *Hypostoma*, das nur in zwei Stücken vorliegt, die kaum einer andern Art angehören können (Fig. 5), zeigt schon einen gewissen Uebergang zu *Isotelus*; indem das Mittelstück hier nicht hervortritt.

Das mir sehr zahlreich isolirt vorliegende *Pygidium* lässt sich meist von dem der vorigen Form unterscheiden durch seine etwas flachere und meist etwas dreieckig-gerundete Form und namentlich durch die stärker nach hinten convergirenden Dorsalfurchen S. Textfig. 47, die der Rhachis eine kurz dreieckige Form geben, bei der die Breite am Grunde etwa $\frac{2}{3}$ der Länge erreicht. Die übrigen Charaktere stimmen mit denen der vorigen Art überein: die wenig hervortretende Rhachis, die durchgehende Gliederung derselben auf dem Steinkern, die kaum angedeuteten Pleuren auf den Seitentheilen, und die feinen Terrassenlinien auf der Oberfläche (hier bei kleinen Exemplaren kaum vorhanden) und am Umchlag.

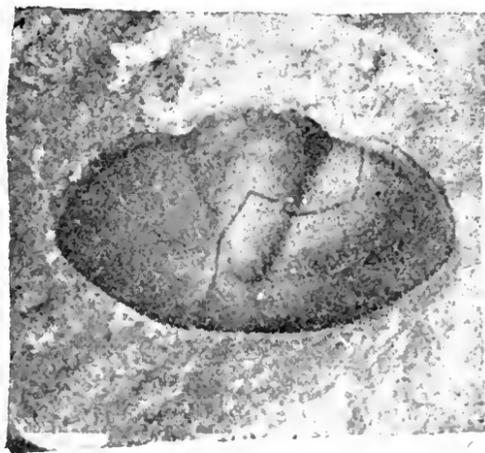


Fig. 47. *A. ludibundus* var. *Kegelensis*.
Pygidium von Kegel.

Maasse des Pygidiums.		
Länge desselben	28 mm.	11,5
Breite	40	18
Länge des Rhachis	24	9
Breite am Grunde	14	7

Wie gesagt von der vorigen Form schwer zu unterscheiden und wahrscheinlich aus ihr hervorgegangen, bei der weiten Verbreitung in einer und derselben Schicht war es aber doch wichtig neue Unterschiede hervorzuheben.

Vorkommen. Im ganzen Gebiet der Kegelschen Schicht (D_2). Im Petersburger Gouvernement in der Umgebung der Station Moloskovizy der Baltischen Bahn. In Estland besonders in der Umgebung von Kegel, bei Ristinna, Friedrichshof, Annia, Pasik, Penningby, Kedder, Sommerhusen, Poll am Fluss u. s. w. Wahrscheinlich auch in Preussischen Geschieben.

Subgen. *Onchometopus* m. (S. Liefer. 1, p. 12, 28).

Einzig Art *Onchometopus Volborthi* m. Taf. X, Fig. 9—12.

1898. » » F. Schmidt, Rev. Ostbalt., Trilob. Abth. 5,
Lief. 1, p. 28, Fig. 3, 4.

Mir liegen 30—40 Exemplare vor, die eine ausreichende Beschreibung gestatten. Da ich die meisten und dabei wohlpräparirten Exemplare in Volborth's Sammlung fand, nenne ich die Art ihm zu Ehren.

Das Ganze Thier mässig gross (etwa 45—55 mm. lang) ungefähr noch einmal so lang wie breit, oval, mässig gewölbt, nach hinten etwas verschmälert. Kopfschild stumpf dreieckig, $1\frac{1}{2}$ bis fast 2 mal so breit wie lang, vorn von einer schmalen Randlinie umgeben. Die Wangen dreieckig seitwärts geneigt. Der Vorderrand schwach convex, der Hinterrand geradlinig, an den Ecken etwas nach vorn gebogen. Glabella von gleicher Breite wie die Wangen, nur vorn stärker hervortretend und zum Vorderrand, in geneigter Wölbung abfallend, nach hinten fast flach, von oblonger Form mit fast parallelen Seiten. Die Glabellarfurchen nur vorn vor den Augen etwas vertieft und hier schwach convex, nach hinten

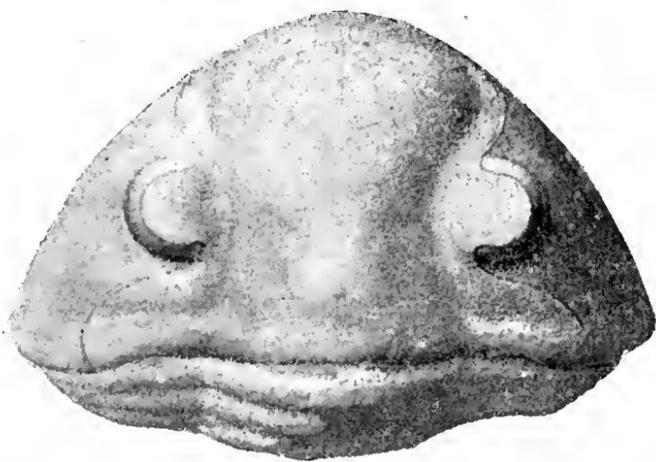


Fig. 48. *Onchometopus Volborthi* F. S. von Isvos.

undeutlich und nicht von den Dorsalfurchen geschieden, die, am Grunde etwas divergirend, die bei erhaltener Schaale kaum angedeutete Nackenfurche und den ebenso schwachen

Nackenring schneiden, der nur am Hinterrande als schwacher Wulst hervortritt: vor ihm der kaum bemerkbare Nackentuberkel (S. Textfig. 48). Die Occipitalfurche deutlich und bis auf die halbe Breite der Wangen zu verfolgen, die Augen klein, stark vorragend mit mässig steil ansteigendem flachen Augendeckel und gewölbter Cornea, deren Höhe der Höhe der Augenbasis gleichkommt. Die Entfernung der Augen vom Hinter- sowie vom Vorder- rande kommt ihrem Längsdurchschnitt gleich. Ihre Entfernung von einander gleicht ihrem Abstand von den Hinterecken. Die Gesichtsnaht steigt von den Augen nach vorn mässig convex an, biegt hart vor dem Rande in steilem Bogen um und verläuft am Rande selbst bis sie sich mit der gegenüberliegenden Naht in stumpfer Spitze vereinigt s. Textfig. 49. Der hintere Zweig verläuft in schwach nach hinten



geneigtem Bogen bis zur Occipitalfurche, die Fig. 49. *Onchometopus Volborthi* m. Kopf von vorn. Iswos. er in steilem fast vertikal gestellten convexen Bogen durchschneidet. Längs den Rändern der vordern Zweige bilden die festen Wangen einen schmalen gleich breiten gekrümmten Saum.

Die **Oberfläche** zeigt bei wohlerhaltenen Exemplaren am Kopf und der Rhachis des Thorax eine äusserst feine bogenförmige (Fig. 6b) z. Th. verästelte Zeichnung (auf 1 mm. kommen c. 10 Streifen). mit zerstreuten feinen eingedrückten Punkten, ähnlich wie bei *Asaph. lepidurus*).

Der für die Gattung besonders charakteristische **Umschlag** zeigt in der Mitte einen dreieckigen Vorsprung (entsprechend der vordern Spitze des Kopfschildes), der sich hakenförmig (daher der Name *Onchometopus*) im rechten Winkel von einer flachen Ausbreitung erhebt, die in der Mitte einen bogenförmigen Ausschnitt zur Aufnahme des Vorderrandes des Hypostoma zeigt und an den Seiten in eine gleichmässig tiefe Rinne verläuft, die bis fast an die Hinterecken reicht und hier blind endet. Am Ende ist sie noch etwas erweitert und entspricht hier vollkommen der Vertiefung am Umschlag bei *Asaphus expansus* und andern Arten, die zur Einfügung der Vorderecken des Pygidiums und der Enden der Thoraxpleuren beim Zusammenrollen dient. Bei der vorliegenden Art kann also der ganze Hinterrand des Pygidiums in die Rinne eingefügt werden. Hinter ihrem Ende sehn wir noch eine kurze blattartige Fortsetzung des Umschlags an der Hinterecke selbst Von der Stirn schlägt sich die Schaaale in der Mitte allmählig, an den Seiten steil nach innen um und bildet ein inneres Blatt das parallel der Oberschaaale verläuft, und bis zu den Augen reicht wie bei allen *Asaphus*arten. In der Mitte des Umschlags erkennt man deutlich eine verticale Naht, ebenfalls wie bei *Asaphus*. An ihrer Seite, an der Stelle der Umbiegung der vordern Gesichtslinien zum Rande, sieht man bei vielen Exemplaren noch überzählige Nähte, (Fig. 11, Textfig. 50), die sich aber bei Vergleichung mehrerer Exemplare durch ihr unregelmässiges Auftreten und ihren ungleichen Verlauf sehr bald als durch Druck entstandene Sprünge zwischen dem Umschlag und den angrenzenden Theilen der Gesichtsnaht ausweisen.

Es ist dies ein ähnliches Verhältniss, wie es Brögger bei *Niobe emarginale* (Etagen 2 und 3, pag. 68, Taf. 12, Fig. 13), beschreibt und Barrande bei *Ogygia desiderata* (Syst. sil. Boh. Suppl., Taf. IV, Fig. 6).

Der ganze Umschlag ist von groben horizontalen Terrassenlinien bedeckt.

Das **Hypostoma** entspricht in seiner Form sehr dem eines echten *Asaphus*. Das vier-eckige Mittelschild ist durch Seitenfurchen deutlich begrenzt, an seinem Grunde sieht man



Fig. 50. *Onchometopus Volborthi*. Umschlag.

streifung auf dem Mittelfeld angegeben werden, die sonst concentrisch angeordnet ist.

Der **Thorax** ist in der Mitte am breitesten, er besteht aus acht Gliedern, die an Breite zuerst etwas zu- dann wieder abnehmen. Die Rhachis ist etwas breiter als die Pleuren,



Fig. 51. *Onchometopus Volborthi*. Seitenansicht von Isvos.

(Textfig. 52), durch eine stumpfe Kante von der Fläche des Pygidiums geschieden. Die Rhachis etwa $1\frac{1}{2}$ mal so lang wie breit, hebt sich nur wenig über die Pleuren empor, ist

jederseits einen kleinen runden scharf markirten Tuberkel (Textfig. 50) der die Macula Lindström's trägt. Der hintere Randsaum ist tief gabelförmig getheilt, so dass die Gabelfortsätze an Länge dem Mittelstück gleichkommen oder es etwas überragen. Der Aussenrand springt in der Höhe der Tuberkel stumpfwinklig vor, und von hier verlaufen die Gabelfortsätze fast parallel und geradlinig, was sonst bei echten *Asaphus*arten kaum vorkommt. Als besonderes Merkmal mag die kräftige Quer-

streifung auf dem Mittelfeld angegeben werden, die sonst concentrisch angeordnet ist. Die Rhachis ist etwas breiter als die Pleuren, schwach gewölbt, die einzelnen Rhachisglieder hoch gewölbt, berühren sich nicht untereinander, sondern sind durch tiefe schmale Furchen getrennt, die den hintern Theil der flachen vordern Gelenkfortsätze der Rhachisglieder bilden. Die Pleuren zeigen einen flachen innern und einen nur wenig breitem abwärts geneigten äussern Theil. Die charakteristische Längsfurche entspricht ganz der von *Asaphus expansus*; sie ist in der Mitte, am Knie, am tiefsten und verliert sich nach beiden Seiten zu. Die Pleurenenden sind ziemlich schmal und durchweg gerundet, dabei am Hinterrande etwas nach vorn gebogen, wieder wie bei *A. expansus*, Textfig. 51. Es ist mir nicht gelungen etwas den Pander'schen Organen Entsprechendes auf der Unterseite der Pleuren zu finden, da entsprechende Präparirversuche nicht gelangen.

Das **Pygidium** ist etwa halbkreisförmig, $1\frac{1}{2}$ —2 mal so breit wie lang, hinten etwas abgestutzt, mässig gewölbt. Die Gleitflächen an den Vorderecken sind abgerundet,

seitlich von schwachen Dorsalfurchen begrenzt und verliert sich allmählig nach dem Hinterende zu. Nur an den Seiten, an den Dorsalfurchen, sind bei guten Exemplaren schwache Hervorragungen (wieder wie bei *A. expansus*) zu erkennen, die den ersten 5 Gliedern entsprechen. Auf gut erhaltener Oberfläche erkennt man zwischen diesen feine bogenförmige Verbindungslinien, die sich auch hinter den Andeutungen der erwähnten 5 ersten Glieder (deren vorderste auf Steinkernen durchgehen) noch einige mal wiederholen, ohne dass die entsprechenden Glieder sonst zu erkennen wären. Die Seitentheile sind $1\frac{1}{2}$ mal so breit als die Rhachis, vollkommen glatt, ohne Spuren von Pleuren und Terrassenlinien. Der Umschlag entspricht wiederum ganz dem von *Asaph. expansus*. Er erreicht die Rhachis nur an ihrem Ende und zeigt kräftige grobe Terrassenlinien, etwa 6 auf 2 mm.

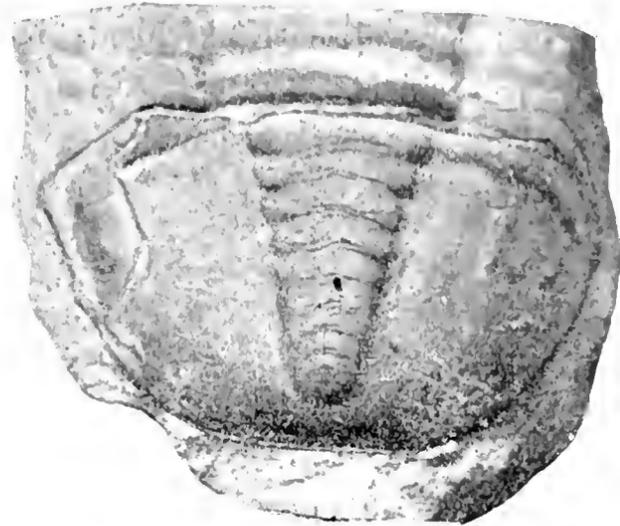


Fig. 52. *Onchometopus Volborthi*. Pygidium von Iswos.

Beziehungen zu verwandten Formen. Wir haben unsern *Onchometopus* als Subgenus bezeichnet. Obgleich der Bau des Kopfumschlages so ganz eigenthümlich ist, so findet sich doch in den übrigen Kennzeichen so viel Uebereinstimmung mit dem echten *Asaphus* namentlich mit *A. expansus*, dass wir es für passender halten unsre Form nur als Untergattung von *Asaphus* zu behandeln. Das Hypostoma und das Pygidium zeigen blos spezifische nicht generische Unterschiede von *Asaphus*. Auf der Oberseite des Kopfes sind die Unterschiede nicht gross. Die Endigungen der Thoraxpleuren erinnern, wie oben gesagt, geradezu an *A. expansus*, nur sind sie bis zum letzten Gliede vollkommen gerundet, und der Umschlag des Pygidiums ist wieder ganz der eines *Asaphus*.

Maasse in mm.					
Ganze Länge	55	53	—	—	—
Länge des Kopfes	21	18,5	25	20	17,5
Breite des Kopfes	37	32	38	29	31
Länge des Thorax	23	23	—	21	—
Breite des Thorax vorn	36	30	—	28	—
» » » von der Mitte	—	32	—	—	—
» » » hinten	32	29	—	27	—
Länge des Pygidiums	18	15	—	16	—
Breite	32	29	—	28	—

Vorkommen. Vorzugsweise im Petersburger Gouvernement in der rothgefleckten Kalkschicht über dem Glauconitkalk mit *Megalaspis planilimbata* (B_{2a}) am Wolchow bei Iswos

und Obuchowo, am Sjas bei Gagarino, an der Lawa bei Wassilkowo und bei Pawlowsk an der Popowka, von wo sich in der Volborth'schen Sammlung eine ganze Anzahl Stücke, z. Th. schön präparirt, befinden. Aber vereinzelt auch in Estland, bei Nömmewesk am Walgejöggi in einer weissen Kalkschicht über dem untersten Glauconitkalk, der der obengenannten rothen Schicht entspricht, ebenso in gleichem Nivean bei Reval schon von Consul Stacy gesammelt. Auswärts bisher weder in Scandinavien noch in norddeutschen Geschieben angetroffen.

Gen. *Isotelus* Dek.

Die Gattung *Isotelus* enthält meist grosse Formen, mit schwach entwickelter Glabella, die gar nicht besonders hervortritt. Ebenso fehlen der Nackenring, die Nackenfurche, die Occipitalfurche und der Nackentuberkel. Die Hinterecken sind stumpf oder zu Spitzen ausgezogen. Die Rhachis des Thorax breit, die Rhachis des Pygidiums meist nur schwach angedeutet und nur bei jungen Exemplaren andeutungsweise segmentirt. Der Umschlag desselben ist verhältnissmässig schmal, rinnenförmig ausgehöhlt und nähert sich dadurch dem bei der Gattung *Megalaspis*. Die Pleuren des Thorax enden quer abgeschnitten. An ihrem Umschlag erkennt man (Textfig. 53) je einem rundlichen Tuberkel, im Abdruck natürlich als Grube erscheinend, der dem Pander'schen Organ bei *Asaphus* entspricht, aber, soviel sich am Abdruck erkennen lässt, durchaus geschlossen ist, jedenfalls ist keine Spalte da. Die Grenzlinie des Umschlags nach innen (S. 13 Textfig. 11, 12) verläuft durchaus vertical, nicht concav wie bei *Asaphus* und lässt nur einen kurzen Vorsprung an der hintern Seite erkennen. Besonders charakteristisch für *Isotelus* ist das Hypostoma. Durch die spitzen gabelförmigen Fortsätze des Hinterrandes, stimmt es mit dem von *Asaphus* überein, aber die Vorderflügel sind ganz kurz, das Mittelstück fast noch einmal so breit wie lang und geht ganz allmählig in den Seitenrand über, ohne ausgesprochene Seitenfurchen. Die dem Ende der Seitenfurchen entsprechenden Gruben sind vorhanden und zeigen bisweilen in ihrem hintern Ende deutlich ausgeprägte Maculae wie bei *Asaphus*. Zwischen ihnen zeigt sich ziemlich in der Mitte des Centralkörpers eine quere elliptische Grube, die bei *Asaphus* fehlt. Das kurze nicht abgetrennte Mittelstück und die stark nach vorn gerückte Mittelfurche, die etwa in der Mitte des Centralkörpers erscheint, geben mit den kurzen Vorderflügeln dem Hypostoma von *Isotelus* einen ganz besondern Habitus, der zusammen mit schmalen Umschlag des Pygidiums wohl berechtigt das Genus *Isotelus* als selbstständige Gattung hinzustellen, die ja ausserdem durch ihr ausschliessliches Vorkommen im höhern Untersilur eine gesonderte Stellung einnimmt.

Im Nachstehenden fassen wir unter dem Gattungsnamen *Isotelus* zwei Gruppen zusammen. Den typischen auf *I. gigas* gestützten *Isotelus* von Dekay und die von Salter (British Trilobites p. 166) 1866 aufgestellte Untergattung *Brachyaspis*, die sich auf *Asaphus rectifrons* Portl. (gleich *Isot. robustus* F. Röm.) und *A. laevigatus* Ang. stützt.

Da nun die erstgenannte jetzt ziemlich vollständig bekannte Art in allen wesentlichen Charakteren, namentlich auch dem Hypostoma und dem Umschlag des Pygidiums mit dem echten *Isotelus* übereinstimmt und sich nur durch Dimensionsverhältnisse des Kopfes und der Glabella unterscheidet, so sehn wir von einer getrennten Behandlung des Subgenus *Brachyaspis* ab, dessen Vorkommen bei uns auf das allerhöchste Untersilur, die Lyckholmer (F_{1b}) und Borkholmer (F_2) Schicht beschränkt ist.

Die echten *Isotelus* sind bei uns in zwei nahe verwandten Arten in den nächst ältern Stufen des höhern Untersilurs vertreten, dem *Isot. remigium* Eichw. in der Wesenberger Schicht (E) und dem *A. platyrhachis* Steinh. Pomp. in der untern Lyckholmer Stufe (F_{1a}). Beide erreichen recht bedeutende Dimensionen von 120—200 mm., doch scheinen sie durchweg mit Wangenhörnern versehen zu sein und entsprechen daher eher den amerikanischen Formen *I. maximus* oder *megistos* Locke und *I. canalis* Whitfield (S. J. Clarke, lower silurian Trilobites of Minnesota p. 701 ff.) als dem echten *I. gigas* Dek. (der namentlich von J. Hall in seiner Palaeontology of New York Vol, I, Taf. 60—63 ausführlich dargestellt ist.

Als Anhang zu den vorstehenden Arten führe ich noch den früher (Asaphiden 1. Lief., pag. 27, 28, Fig. 1, 2) von mir beschriebenen *Asaphus Stacyi* auf, der nach der Beschaffenheit der Glabella und des Pygidiums hierher gehören möchte. Da er aber viel tiefer, in den obersten Schichten des echten Vaginatenkalks (B_{3b}) gefunden ist, so erscheint seine Zugehörigkeit zu *Isotelus* von vorn herein unwahrscheinlich, da dieser bei uns sowohl als in Scandinauven (Norwegen), Grossbritannien (Irland) und Amerika ausschliesslich dem höhern Untersilur angehört. Es fehlt uns auch das wichtige Hypostoma, und bis dieses beschafft ist, werden wir wohl noch im Zweifel über die Stellung unsrer Art bleiben. In der Einleitung zur vorliegenden Arbeit S. 2 habe ich auf die mögliche Verbindung mit *Asaphellus* Call. hingewiesen (s. quart. Journ. geol. soc. vol. 37, Taf. 24, Fig. 1), diese Form gehört aber, wie Brögger (*Asaph. hypost.* p. 62) bemerkt, in die Nähe von Niobe, was bei unsrer Form durchaus nicht der Fall ist.

Im Folgenden gebe ich eine Uebersicht der unterscheidenden Charaktere der oben erwähnten vier Arten.

1. Kopfschild seitlich gerandet, am Umschlag flach, an den Ecken in spitze Hörner ausgezogen. Pygidium vorgezogen parabolisch. Typische *Isotelus*. 2.

Kopfschild ungerandet, mit stumpfen Ecken. Pygidium breit gerundet. 3.

2. Seitenhörner kurz und schmal, kaum über das erste und zweite Thoraxglied hinausreichend, gegen den Hinterrand unter einem deutlichen (etwas über einen rechten) Winkel abgesetzt. Pygidium kürzer, ohne Randsaum. *I. remigium* Eichw. E.

Seitenhörner lang und stark, vom Hinterrande im Bogen vorspringend. Pygidium vorgezogen parabolisch, mit mehr oder weniger deutlichem Randsaum. *I. platyrhachis* Steinh. F_{1a} .

3. Kopfschild kaum $1\frac{1}{2}$ mal so lang wie breit mit ausgezogener Spitze. *I. Stacyi* m. B_{3b}.
 Kopfschild fast dreimal so breit wie lang, Umschlag gewölbt, Mittelschild fast ebenso lang wie breit, vorn fast geradlinig mit kaum bemerkbar vorgezogener Spitze *I. (Brachyaspis) robustus* F. Röm. F_{1b}, F₂.

Isotelus remigium Eichw. sp.

Taf. X, Fig. 17, Taf. XI, Fig. 1—7.

1857. *Asaphus platycephalus* Nieszk. Arch. für Naturk. Liv-, Est- und Kurl. Ser. I, Taf. 1, pag. 551 (ex p.).
 1857. *Megalaspis remigium* Eichw. Bull. d. Mosc. p. 218.
 1860. » » » Leth. ross. anc. per. p. 1461, Taf. 54, Fig. 4.
 1866. *Asaphus canalis* Whitfield. Bull. Amer. Mus. Nat. hist. vol. I, p. 336, Taf. 34, Fig. 1—8, (nicht gesehen).
 1889. *Asaphus canalis* Bull. Amer. Mus. Nat. hist. vol. II, pag. 64, Taf. 11, 12, (nicht gesehen).
 1894. *Isotelus canalis?* Clarke, the Lower silurian Trilobites of Minnesota, from Vol. II of the rep. of Geol. and Nat. hist. Surv. of Minnesota, pag. 707, Fig. 9.
 1898. *Isotelus remigium* F. Schmidt. Rev. d. Ostbalt. Tril. Abth. 5, Lief. 1, pag. 33.

Es liegen uns zwei unvollständige ganze Exemplare, ein unvollständiges Kopfschild und zahlreiche Pygidien vor. Leider ist der Kopf bei allen Stücken so mangelhaft erhalten, dass wir keine einzige Glabella zu unsrer Verfügung haben und daher die Vergleichung mit der nächsten Art nicht vollständig durchführen können.

Der ganze Trilobit ist von elliptischer Form, etwa noch einmal so lang wie breit. Der Kopf von gerundet dreieckiger Form, etwa $1\frac{1}{2}$ mal so breit wie lang, gewölbt, an den Hinterecken in kurze Spitzen auslaufend, die kaum über das erste und zweite Rhachisglied hinausreichen und unter scharfem Winkel gegen den Hinterrand abgesetzt sind. Die Wangen fallen steil zum Rande ab und zeigen einen deutlichen Randsaum (Taf. XI, Fig. 3). Die Dorsalfurchen nur schwach angedeutet; ihre Entfernung von einander grösser als ihr Abstand von den Hinterecken. Der Nackenring ist gegen die Glabella gar nicht abgesetzt. Die Augen mässig gross, um ihre eigne Länge vom Hinterrande abstehend, vom Vorderrande beträgt der Abstand etwas mehr als die doppelte Länge der Augen. Ihr Abstand von einander übertrifft bedeutend die Entfernung vom Seitenrande und kommt dem Abstand vom Vorderrande fast gleich. Die Gesichtsnaht läuft vom Auge in steilem Bogen schräge abwärts zum Hinterrande. Die Entfernung ihrer Einmündung von den Dorsalfurchen ist geringer als der Abstand vom Seitenrande. Der Verlauf der vordern Zweige kann nicht genau angegeben werden.

Der Umschlag ist in drei Exemplaren wohl erhalten. Er bildet mit der Oberschaale eine scharfe Kante und steht anfangs in einem beträchtlichen Winkel von ihr ab, so dass er

auf dem Kopfschilde bei fehlender Oberschaale einen breiten flachen Randsaum bildet, der sich nach hinten erweitert, wo er bis zur geradlinigen Einfügung des Hypostoma reicht. In seinem spätern Verlauf erhebt er sich steil, unter einem Winkel von etwa 60 Gr. und lässt sich bis fast zu den Augen (Taf. 11, Fig. 13) verfolgen, indem er sich hier der Oberschaale wieder nähert. Die verticale Mddiannaht ist auf dem Umschlag deutlich zu sehen. Die Terrassenlinien auf dem Umschlage sind stark und deutlich ausgeprägt. Vorn verlaufen sie in einem Abstand von mehr als einem mm. von einander, an den Seiten rücken sie näher an einander, so dass 3—5 auf 2 mm. kommen.

Das **Hypostoma** ist in mehreren vollständigen isolirten Stücken (Taf. X Fig. 17, Taf. XI Fig. 4) erhalten. Der Vorderrand ist geradlinig, die Vorderflügel ganz kurz. Der Mittelkörper vorn und an den Seiten nicht begrenzt; er hat eine quere Form und ist noch einmal so breit wie lang; hinter ihm sieht man statt der Mittelfurche eine quere Vertiefung, die an den Seiten von je einem schärfer markirten Eindruck begrenzt wird, hinter dem bisweilen eine kleine Anschwellung bemerkt wird, welche die Macula trägt. Die Mittelgrube befindet sich in gleicher Entfernung vom Vorderrande und der hintern Einbucht, von der zu beiden Seiten die dreiseitigen flachen Spitzen ausgehn, von der Form wie bei den echten *Asaphus*-Arten. Durch einen scharf hervortretenden Kiel auf der Innenseite erhalten die Spitzen einen dreiseitigen Durchschnitt (Taf. X, Fig. 17_a); von Hinterflügeln, von denen Brögger (*Asaph. hypost.* pag. 31) spricht, habe ich nichts erkennen können. Die Spitzen erreichen die gleiche Länge wie der Mittelkörper. Die grösste Breite erreicht das Hypostoma etwas vor der hintern Ausbucht; sie kommt fast der grössten Länge gleich. Die Oberfläche ist mit deutlichen feinen Terrassenlinien, die ziemlich weitläufig von einander abstehn und etwa um die mittlere Vertiefung concentrisch angeordnet sind, bedeckt.

Der **Thorax** hat ganz den Typus der echten *Isotelus*-Arten. Er ist flach gewölbt, fast noch einmal so breit wie lang. Die Rhachis ist breiter als die Pleuren, von denen sie durch schwach eingedrückte Dorsalfurchen getrennt ist. Die Pleuren bestehn aus einem

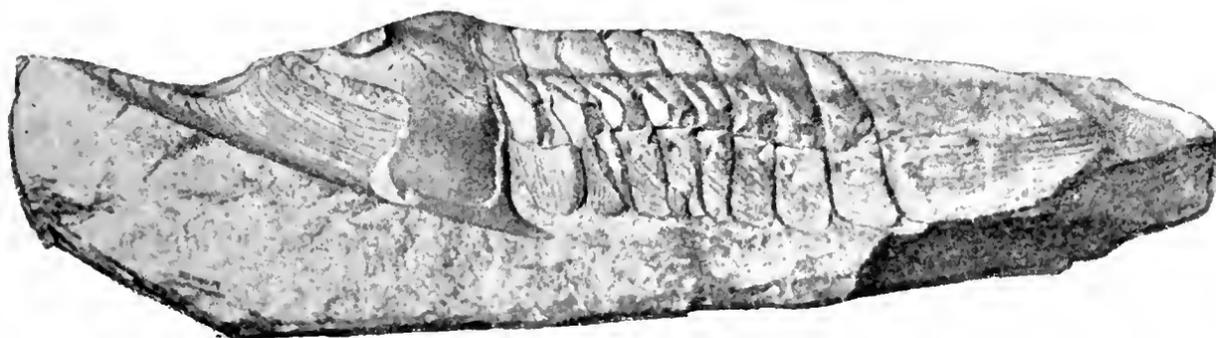


Fig. 53. *Isotelus remigium* Eichw. sp. Original. Seitenansicht.

innern, schmälern, horizontalen Theil und einem breitem, steil abfallenden äussern Theil. Die einzelnen Pleuren zeigen eine deutliche Längsfurche und enden stumpf abgeschnitten bis auf die am Ende abgerundete des ersten Rhachisglieders; den Umschlag haben wir

oben besprochen (p. 86, Textfig. 53). Ihre Oberfläche ist (auf der Gleitfläche) mit feinen Terrassenlinien bedeckt.

Das *Pygidium* ist gewölbt, etwas breiter als lang, von gerundet dreiseitig parabolischer Form, der Oberschaale nur zuweilen mit schwach angedeutetem Randsaum versehen, der aber beim Fehlen derselben auf dem Umschlag scharf hervortritt (Taf. XI Fig. 2, Textfig. 53). Die Rhachis ist nur schwach markirt, nimmt etwa reichlich $\frac{2}{3}$ der Länge des *Pygidiums* ein und reicht bis zum Umschlag, der sich noch auf eine Strecke über den Randsaum hinaus erstreckt und mit starken, etwa 1 mm. von einander abstehenden Terrassenlinien bedeckt ist. Nur selten ist, bei fehlender Oberschaale, auf dem Steinkern eine Andeutung von Rhachisgliedern und Pleuren zu erkennen (Taf. XI, Fig. 2, 6). Die Oberfläche ist bis auf die an den Umschlägen, am Hypostoma, und an den Pleuren des Thorax und des *Pygidiums* auftretenden Terrassenlinien ganz glatt, mit schwachen, schwer erkennbaren zerstreuten eingedrückten Punkten.

Maasse in mm.					
Ganze Länge	108	—	—	—	—
Breite	55	53	—	—	—
Länge des Kopfes	40	—	—	—	—
Breite	58	—	—	—	—
Länge des Thorax	34	33	—	—	—
Breite der Rhachis vorn .	26	24	—	—	—
» » » hinten	25	23	—	—	—
Breite der Pleuren vorn .	22	19	—	—	—
» » » hinten	20	18	—	—	—
Breite des <i>Pygidiums</i> . . .	—	53	38	29	48
Länge	—	38	32	21	36

Unsre Art stimmt recht gut mit der citirten Abbildung des *Isotelus canalis* von Minnesota überein, die Whitfield'schen Abbildungen habe ich leider nicht zu Gesicht bekommen.

Auch die Darstellung des *Isotelus gigas* Dek. in Hall's palaeontology of New-York, Vol. I, pag. 231, Taf. 60—63 stimmt bis auf die Hinterecken recht gut zu unsrer Art, namentlich ist auch der gewölbte Umschlag Taf. 60, Fig. 7, zu erwähnen, doch ist, wie Clarke sagt, auf die Hinterecken, wegen zahlreicher Uebergänge kein grosses Gewicht zu legen. Aehnlich verhält sich unsre Art zu dem Englischen *Isot. gigas* aus dem Caradoc (Salt. loc. c. Taf. 24), der gleichfalls stumpfe Hinterecken hat. Auch scheint bei der englischen Form die Rhachis des *Pygidiums* stärker hervorzutreten. Von unsrer nahe verwandten Art *Is. platyrhachis* Steinh. Pomp. besteht der Unterschied wie oben gesagt nur in den länger und im Bogen ausgezogenen Hinterecken bei letzterer Art und in dem auf der Oberschaale weniger markirten Randsaum am Kopf und *Pygidium*, der zugleich bei unsrer Art etwas

breiter als bei der verwandten ist. Ich hätte diesen Unterschied auch nie für genügend zur Art-Unterscheidung gehalten, wenn er nicht, wie die bisherigen Materialien ergaben, auch zugleich für das bathrologische Verhältniss der beiden Arten maassgebend wäre.

Vorkommen. Bei uns ausschliesslich in der Wesenberger Schicht (E), namentlich bei Wesenberg selbst, aber auch bei Paggar, und Forby südlich von Reval. Ein weiteres kleineres (nur c. 20 mm. langes) Geschiebe von Spitham, das hierher zu gehören scheint, hat längere Seitenhörner, die bis zum 6. Leibesgliede reichen. Die beiden fast ganzen Exemplare sind Geschiebe, das Originalexemplar von (Taf. XI Fig. 1) Eichwald aus der Ungern'schen Sammlung von Worms, jetzt im Revaler Museum, das andere von Nieszkowski benutzte von Hapsal, gegenwärtig im Dorpater Universitätsmuseum. Beide Stücke gehören unverkennbar der Wesenberger Stufe an. In N. Amerika stammen die Formen des *Isot. canalis* Whitf. aus dem tiefern Theil der Trenton-Gruppe (nach Clarke), die ja auch sonst mit der Wesenberger Stufe Aehnlichkeit zeigt, am Besten überein.

Isotelus platyrhachis Steinh. Pomp.

Taf. X, Fig. 13—16. Taf. XI Fig. 8.

1874. *Asaphus platyrhachis* Steinh. Preuss. Trilob. pag. 24, Taf. I, Fig. 10.
 1886. *Isotelus gigas* Brögger, *Asaph. hypost.* pag. 31, Taf. 1, Fig. 18.
 1890. *A. (Isotelus) platyrhachis* Pompecki, Trilob. Diluvialgesch. Preussens pag. 82, Taf. V, Fig. 7.
 1898. *Isotelus platyrhachis* F. Schmidt, Revis. Ostbalt. Trilob., Abth. 5, Lief. 1, p. 33.
 1841. *Isotelus megistos* Locke. Transact. Americ. Assoc. Geol. and Nat. p. 221, pl. 6, (nicht gesehn).
 1863. *Asaphus megistos* Locke in Bill. Geol. of Canada, p. 184, Fig. 182.

Ich habe den obenstehenden Namen gewählt, weil unser einziges vollständiges Exemplar, von Dr. Nötling, bei Neuenhof in Harrien gefunden, nach Königsberg gekommen ist und der vervollständigten Beschreibung von Pompecki des *A. platyrhachis* Steinh. zu Grunde gelegen hat. Das Steinhard'sche Originalstück konnte die Wahl lassen zwischen dieser und der vorigen Art. Die Abbildung des *As. megistos* Locke bei Billings l. c. stimmt recht gut zu unsrer Art, die einem Typus angehört, der für das höhere Untersilur überhaupt bezeichnend ist.

Ausser dem vorgenannten vollständigen Exemplar liegen uns mehrere Pygidien und Mittelschilder des Kopfes, sowie der Abdruck eines Hypostoma vor.

Das einzige vollständige Exemplar ist zusammengerollt, der Kopf halb elliptisch, $1\frac{1}{2}$ mal so breit wie lang, seitlich von einem deutlichen fachen Randsaum umgeben, von dem sich der mittlere Theil in mässiger Wölbung abhebt. Der Umschlag ist am Rande scharf und seine beiden Blätter sind nahezu parallel.

Im zusammengerollten Zustand überragt der Randsaum des Kopfes das Pygidium, so dass kein reiner Anschluss der beiderseitigen Ränder stattfindet wie bei andern Asaphiden. Die Hinterecken sind augenscheinlich in einem längern Stachel vorgezogen wie beim *I. megistos*, obgleich dieser nicht vollständig erhalten ist. Er schliesst sich in einem Bogen an den Hinterrand an. Der Nackenring ist gar nicht abgesetzt. Die Dorsalfurchen nur bis zu den Augen schwach zu verfolgen. Die Glabella hebt sich nur schwach von der Oberfläche ab; sie folgt in einiger Entfernung den Conturen der vordern Zweige der Gesichtsnaht und verengt sich zwischen den Augen. Die Augen sind mässig gross mit vorquellender Cornea und kleinem schräg ansteigendem flachen Augendeckel; sie sind um ihren eignen Durchmesser vom Hinterrande entfernt, während die Entfernung vom Vorderrande das Doppelte desselben beträgt. Die Gesichtslinien verlaufen vom Auge zuerst schräge abwärts nach hinten und biegen sich dann in einem nach aussen convexen Bogen ziemlich vertical zum Hinterrande um. Nach vorn gehn sie zunächst in einem nach aussen convexen Bogen bis in die Nähe des Randes und folgen dann diesem sich ihm immer nähernd bis zur Spitze. Der Umriss des Mittelschildes ist entsprechend dem Verlauf der Nähte bei unsrem ganzen Exemplar nach vorn mehr vorgezogen als bei einzelnen grössern isolirten Mittelschildern, die uns aus dem gleichen Niveau vorliegen. Die grösste Breite desselben beträgt beim Erstgenannten $\frac{3}{4}$ der Länge, während sie bei den andern merklich geringer ist, was auf eine grössere Breite des Kopfschildes überhaupt schliessen lässt, obgleich wir sonst keine unterscheidende Charaktere angeben können.

Der **Umschlag** des Kopfes ist ebenso flach wie bei voriger Art, das **Hypostoma** (Taf. XI, Fig. 8) nach dem einzigen Abdruck, den wir besitzen, von übereinstimmender Form, nur scheint die Mittelgrube noch schärfer markirt zu sein, da sie im Abdruck zu einem scharf markirten Tuberkel sich erhebt.

Der **Thorax** zeigt eine ganz flache gewölbte Rhachis, die um ein Viertel breiter ist als die Pleuren. Auch die einzelnen Rhachisglieder sind flach. Die Dorsalfurchen sind ganz flach und nähern sich nur unbedeutend nach hinten. Die Pleuren zeigen eine deutliche Diagonalfurche, Der kurze innere Theil ist horizontal, der äussere allmählich nach aussen abfallend, nicht so steil wie bei voriger Art.

Das **Pygidium** ist parabolisch, schmaler und kürzer als das Kopfschild, $\frac{3}{4}$ — $\frac{6}{7}$ so lang wie breit, flach gewölbt. Die Rhachis nur am Steinkern deutlich hervortretend, aber in ihrem stumpfem Ende schon auf der Oberschaale markirt, wie schon Pompecki hervorgehoben hat. Die Gliederung der Rhachis und die Pleuren nur auf Steinkernen zu erkennen. Die Länge der Rhachis beträgt über $\frac{2}{3}$ der ganzen Länge. Der breite Randsaum ist schon auf der Oberschaale meist deutlich markirt, der Umschlag bildet von oben gesehn eine deutliche breite Rinne, deren Ränder sich nach innen zu weniger steil erheben als bei voriger Art. Ihre sonstige Beschaffenheit und die Terrassenlinien übereinstimmend mit derselben.

Die **Oberfläche** ist glatt und zeigt wie bei voriger Art ausser den Terrassenlinien am Umschlag, auf dem Hypostoma und am Rande des Pygidiums nur ganz feine eingedrückte Punkte.

Die Unterschiede von voriger Art sind schon bei dieser hervorgehoben. Wie die vorige, so steht auch diese in nächster Beziehung zu den Formen des amerikanischen *Isotelus gigas* und erreicht wie dieser grosse Dimensionen, obgleich wir bei ihr noch keine stumpfen Hinterecken constatirt haben, die uns überhaupt bisher fehlen.

	Maasse in mm.				
Länge des Kopfes	21	37	66	—	—
Breite	28	—	—	—	—
Breite des Mittelstücks zwischen den Gesichtslinien.	15	30	47	—	—
Länge des Pygidiums	18	—	—	91	62
Breite	26	—	—	110	76

Vorkommen. Bei uns ausschliesslich in der Lyckholmer Schicht (Fig. 1), und zwar vorzugsweise in den untern dichten weissgelblichen Kalksteinen derselben, aus denen wir von Neuenhof in Harrien, Kohhat bei Kirna, Oddalem, und Palloküllä-Kapelle auf Dago zahlreiche Stücke, namentlich Pygidien besitzen. Unter den zu der echten obern grauen Lyckholmer Schicht (F_{1b}) gehörenden Stücken von Schwarzen finden sich auch hierher gehörige Stücke von Pygidien und Glabellen. Hierher gehört auch der *Isotelus gigas* von Frognö in Norwegen, dessen Hypostoma Brögger (*Asaphus hypostoma* p. 31, Taf. I, Fig. 18), beschreibt und abbildet. Das betreffende Stück hat mir vorgelegen, ebenso wie die zusammen mit ihm gefundenen Pygidien. In gleicher Weise habe ich Glabellen und Pygidien des *Isotelus gigas* von Cincinnati aus der Sammlung von Ulrich erhalten, die vollkommen mit unsern Stücken übereinstimmen.

Isotelus robustus F. Röm.

Taf. XI, Fig. 9, 10, 11, Taf. XII, Fig. 3, 4.

1843. *Isotelus rectifrons* Portl. l. c. pag. 298, Taf. X, Fig. Ia, 1b.

» *arcuatus* Portl. l. c. pag. 298, Taf. IX, Fig. 2, 3.

1857. *Asaphus platycephalus* Nieszk. im Archiv für Naturk. Liv-, Est- und Kurlands, Ser. I, Bd. I, p. 551, ex pt.

1861. *Isotelus robustus* F. Römer, fossile Fauna von Sadewitz, p. 66, Taf. VIII, Fig. 1.

1866. *Asaphus* (sect. *Brachyaspis*) *rectifrons* Salt. in Palaeontogr. soc. Vol. XVIII, p. 166, Taf. XXV, Fig. 6—10.

1898. *Isotelus robustus* F. Schmidt l. c. p. 34.

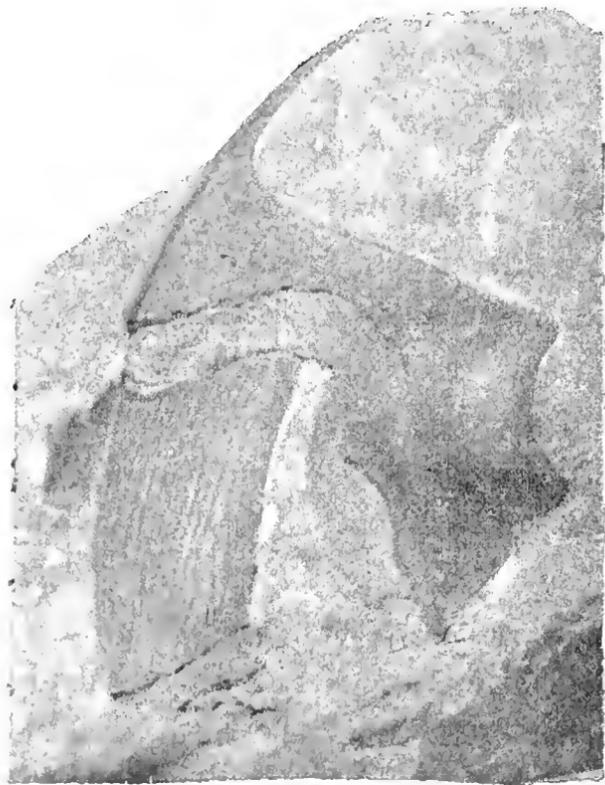
Es liegt uns ein unvollständiges ganzes Exemplar, mit gutem Pygidium, zwei recht wohl erhaltenen Kopfschilder und mehrere isolirte Pygidien vor. Nach den vorhandenen Stücken können wir unsrer Bestimmung ziemlich sicher sein. Wir sehn auch, dass unsre Art in die Salter'sche Section *Brachyaspis* gehört (l. c. p. 148), die sich durch die breite Form des Kopfschildes und die vorn randliche Gesichtsnaht auszeichnet und zu welcher ausser unsrer Art noch der *As. laevigatus* Ang. gehört. Wir haben schon früher gezeigt,

dass diese Gruppe mit *Isotelus* verbunden werden muss. Im Uebrigen zweifle ich durchaus nicht daran, dass unsere Art mit dem *Isotel. rectifrons* Portl. Salt. identisch ist, ich habe nur den Römer'schen Namen gewählt, weil bei ihm die ganze Darstellung vollständiger ist, und daher auch die Bestimmung sicherer, zumal ich durch die Güte von Prof. F. Frech Gypsabgüsse des Originals benutzen konnte. Das der Umschlag des Kopfes (s. Textfig. 55) die



Fig. 54. *Isotelus robustus* F. Röm. Kopfschild von Piersal. Fig. 55. Umschlag des nämlichen Exemplars von Piersal. typische Verticalnaht zeigt, die bei Salter (Taf. 25, Fig. 5) und Portlock (Taf. 8, Fig. 2, 3) nicht angegeben wird, kann ich nach den jetzigen Erfahrungen und bei der sonstigen Uebereinstimmung nur auf die undeutliche Erhaltung der Portlock'schen Stücke schieben.

Der Kopf ist breit halbmondförmig 2—3 mal so breit wie lang, flach gewölbt, mit stumpfspitzigen Ecken ohne Randsaum, von einer aufgeworfenen Randlinie begrenzt. Der Nackenring und die Nackenfurche sind nicht markirt, ebenso wenig wie die Occipitalfurche und die Glabella. Die Augen sind gross, vorgewölbt, um ihren eigenen Durchmesser vom



Hinterrande und um das Doppelte vom Vorder-
rante abstehend, der Augendeckel geht hori-
zontal von der Fläche des Mittelstücks ab.
Die Entfernung der Augen von einander ist
etwa gleich ihrer Entfernung vom Seitenrante.
Von der Fläche zwischen den Augen senkt
sich das Kopfschild, sowohl nach vorn als nach
hinten, die Basis der Augen von einer tiefen
Depression umgeben, die in die geneigten Wan-
gen übergeht. Dorsalfurchen lassen sich nur
in schwacher Andeutung hinter den Augen er-
kennen. Der hintere Zweig der Gesichtsnaht
geht von den Augen schräg abwärts nach aus-
sen und wendet sich nahe am Hinterrande in
einem convexen Bogen direkt nach hinten, die
Mündung am Hinterrande liegt vor der halben

Fig. 56. *Isotelus robustus* F. Röm. Wange von Piersal. Entfernung der Augen von den Wangenecken, der von den Nähten abgeschnittene Zipfel des Mittelschildes erreicht aber in Folge der

grössern Breite des ganzen Kopfschildes eine viel mehr längliche Form als bei den früher beschriebenen Arten. Er ist wenigstens zwei mal so lang wie breit (bei der vorigen wenig über ein mal). Die vordern Zweige der Gesichtsnahit gehn zunächst im Bogen wenig divergirend zum Rande, biegen dann in steilem Bogen unter fast einem rechten Winkel um, um hart am Rande bis zum kaum vorspringenden Vereinigungspunkt zu verlaufen. Die Form des Mittelstücks innerhalb der Augen wird dadurch fast quadratisch. Bei dem Original exemplar des *I. robustus* aus Sadewitz springt der Winkel am Vorderrand etwas mehr vor, das scheint aber auch in unsrer Textfig. 56 stattzufinden. Der Umschlag ist gewölbt, in der Mitte (wo auch der vorn geradlinige Ausschnitt für das Hypostoma) breiter als an den Seiten, wo er sich verschmälert ohne scharf zu werden; nach innen schlägt er sich im Bogen um, nähert sich der Oberschaale und steigt bis in die Nähe der Augen auf.

Das **Hypostoma** ist im Abdruck (Taf. XI Fig. 11) erhalten. Es zeigt dieselbe Form wie die erste Art, nur divergieren die beiden hintern Fortsätze stärker unter einander.

Vom **Rumpf** habe ich nur die Pleuren erhalten, sie entsprechen in ihrer Form denen der erstbeschriebenen Art. Der Innentheil ist kürzer und horizontal, der äussere steil abfallend. Die einzelnen Pleuren enden quer abgeschnitten stumpf mit etwas vorspringendem hintern Ende.

Das **Pygidium** ist reichlich $\frac{2}{3}$ so lang wie breit, gleichmässig gewölbt, ohne Randsaum, der nur auf dem Umschlag (Taf. XI, Fig. 11) als flache Rinne hervortritt. Die Gleitflächen der Vorderecken sind dreieckig mit abgerundetem Aussenwinkel. Die Rhachis ist schon auf Steinkernen kaum zu sehn, obwohl sich Spuren von Gliedern an den Seiten der Dorsalfurchen erkennen lassen und ist daher auf der Oberschaale noch weniger bemerkbar (Textfig. 57). Der Umschlag reicht bis zum Ende der Rhachis und geht von hier aus in schwach convexem Bogen zum Vorderrande. Er ist von Terrassenlinien bedeckt, die etwa $\frac{1}{2}$ mm. von einander abstehn. Ein etwas durch seine geringere Breite (die Länge etwa $\frac{4}{5}$ derselben) abweichendes grösseres Pygidium von Borkholm (Taf. XI Fig. 9) zeigt im Uebrigen in Beschaffenheit des Umschlags dieselben Kennzeichen. Die Darstellung des Pygidiums bei F. Römer l. c. zeigt die Rhachis wohl zu scharf ausgeprägt.

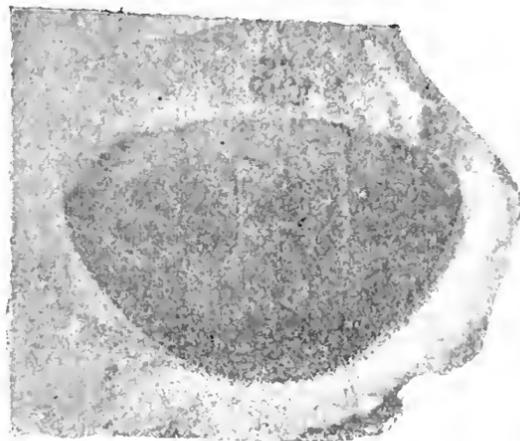


Fig. 57. *Isotelus robustus*, Pygidium von Schwarzen.

Die **Oberfläche** zeigt im Unterschiede von den frühern Arten grössere und dichtere eingedrückte Punkte. Terrassenlinien waren nur an den Umschlägen, am Hypostoma und an den Gleitflächen der Rhachispleuren zu erkennen.

Maasse in mm.					
Länge des Kopfes . . .	55	—	—	—	—
Breite etwa	120	20	—	—	—
Länge des Thorax . . .	—	22	—	—	—
Breite	—	43	—	—	—
Länge des Pygidiums.	—	24	59	18	38
Breite	—	38	14	29	60

Unsre Art unterscheidet sich so vielfach von den vorigen, dass eine Verwechslung unmöglich ist: die nächst verwandte Form ist, wie Salter darauf hingewiesen, der *A. laevigatus* Ang. aus dem schwedischen Trinucleuschiefer, der ein etwas niedrigeres Niveau einnimmt als unsre Art und noch einer genauern Vergleichung bedarf. Der Verlauf der Gesichtslinien scheint ein anderer zu sein.

Von aussereuropäischen Arten nähert sich der unsrigen noch *Isotelus Susae* Whitf. (s. lower silurian Trilobites of Minnesota by John M. Clarke, Geological survey of Minnesota vol. III, 1894 p. 108 Fig. 10, 11), dessen vorderer Zweig der Gesichtsnath nur ein wenig mehr vom Vorderrande sich entfernt als bei unsrer Form. Die Art kommt in der Hudsonrivergruppe in Minnesota vor, also ungefähr in gleichem Niveau wie bei uns.

Vorkommen. Bei uns in der obern grauen typischen Lyckholmer Schicht F_{1b} bei Piersal, bei Rannaküll unter Neuenhof bei Hapsal, und bei Schwarzen (Pahnsch). Das etwas abweichende grössere Pygidium Taf. XI, Fig. 9, fand ich in Borkholm (F_2). Auswärts im Irländischen Caradoc von Portlock nachgewiesen, und in der Etage 5 von Norwegen durch J. Kjær gefunden (bei Vestra Svartö, Ringerike); die Stücke haben mir vorgelegen und stimmen vollkommen. Ausserdem in den Sadewitzer Geschieben nach F. Römer.

Isotelus (?) Stacyi n. sp.

Taf. IX, Fig. 7—10.

1898. *Asaphus Stacyi* F. Schmidt, l. c. pag. 27, Fig. 1, 2.

Uns liegen ein vollständiges Kopfschild, von Hrn. W. Lamanski bei Archangelskoje am Wolchow (B_{8b} — C_{1a}) gefunden und mehrere isolirte Mittelschilder des Kopfes, Wangenschilder und Pygidien vor, grösstentheils aus der Stacy'schen Sammlung in Reval, die augenscheinlich zusammengelören und in manchen Stücken an *Isotelus* erinnern, in der nicht markirten Glabella, ebenso im nicht markirten Nackenringe und der auf der Ober-schaale gar nicht hervortretenden Rhachis des Pygidiums. Es fehlt uns aber der charakteristische Thorax mit der breiten Rhachis und das ebenso charakteristische Hypostoma, so dass wir nur vorläufig unsre Art hier unterbringen in der Erwartung, dass sie bei vollständigerem Material wohl den Typus einer eigenen Uutergattung bilden mag, zumal

auch ihr Niveau, der echte Vaginatenkalk (B_{3b}) durchaus nicht zu *Isotelus* passt, der bisher überall nur in den höchsten Stufen des Unter-Silur gefunden wurde.

Das Kopfschild (Textfig. 58) ist gewölbt, stumpf dreieckig mit stumpfen Hinterecken, rings von einer feinen Linie begrenzt, etwa $1\frac{1}{2}$ mal so breit wie lang. Die Seitenränder verlaufen im Bogen. Das Mittelschild ist gleichmässig schwach gewölbt, ohne Andeutung einer Glabella. Die Breite im Grunde übertrifft etwas die Länge. Nur am Steinkern ist die schwache Andeutung eines Nackenringes zu erkennen. Das Auge klein, mit flachem von der mittlern Wölbung ausgehendem Deckel um das $1\frac{1}{2}$ -fache seines Durchmessers vom Hinterrande und um das Dreifache vom Vorderrande entfernt. Der Abstand der Augen von einander etwas grösser als ihre Entfernung vom Seitenrande. Der Zwischenraum fast eben, von ihm fällt die Wölbung nach vorn, hinten und nach den Seiten ab. Dorsalfurchen nicht oder kaum zu erkennen. Die Gesichtsnaht geht von den Augen in einer nach hinten geneigten Linie nach aussen und dann in einem starken convexen Bogen zum Hinterrande, sie schneidet jederseits einen oblongen Lappen ab, dessen Breite die Länge (von vorn nach hinten) etwas übertrifft. Die Ausmündungsstellen der Naht liegen etwas näher zum Seitenrande als zu; Andeutung der Dorsalfurche (direct hinter den Augen). Nach vorn divergieren die Gesichtsnähte fast geradlinig zum Vorderrande, dann biegen sie unter stumpfem Winkel um und verlaufen im Bogen, dem Vorderrande sich immer mehr nähernd bis zu ihrer Vereinigung in einer kaum bemerkbaren stumpfen Spitze. Die Breite des Mittelstücks an der Umbiegungsstelle der vordern Nähte kommt etwa $\frac{2}{3}$ der ganzen Länge des Mittelstücks gleich und stimmt mit der Entfernung der Augen von der vordern Spitze überein. Die **Wangenschilder** dreieckig in flacher Wölbung seitlich abfallend, ungerandet mit stumpfen Ecken. Der **Umschlag** scharf, auf der Innenseite flach gewölbt mit dichtstehenden (5 auf 2 mm.) Terrassenlinien bedeckt.

Der **Thorax** nicht vorhanden, nach dem Ansatz der Dorsalfurchen am Kopf und Pygidium zu urtheilen muss er breit und flach sein, die Rhachis breiter als die Pleuren und die Dorsalfurchen schwach entwickelt. Im Ganzen also vom gewöhnlichen Charakter des *Isotelus*.

Das **Pygidium** parabolisch, hoch gewölbt, ungerandet, etwas breiter als lang. Die Rhachis nur schwer auf dem Steinkern (auf der Oberschaale gar nicht) zu erkennen, an ihrem Grunde etwa gleich breit (oder etwas breiter) wie die Seitentheile, die nahe dem Rande eine Transversalfurche und eine kleine dreiseitige Gleitfläche zeigen. Bei Stein-

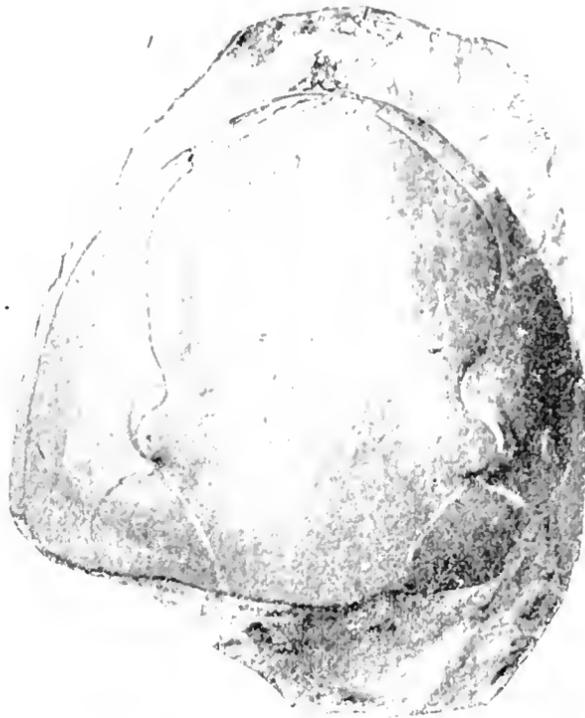


Fig. 58. *Isotelus Staceyi* n. sp. von Archangelskoje am Wolchow, von Lamanski gefunden.

kernen lassen sich auch Glieder an der Rhachis erkennen, die durchgehend sind (Lieferung 1, pag. 17, Fig. 2). Am Grunde der Rhachis erkennt man jederseits eine kleine Bucht am Vorderrand, die als Beginn der Dorsalfurchen des Thorax anzusehn ist. Zwischen den Buchten beginnt die Rhachis (in Fig. 10, auf Taf. IX verzeichnet). Die Spitze der Rhachis reicht bis etwa $\frac{3}{4}$ der Länge des Pygidiums. Bei ihr beginnt der Umschlag, der sich in breitem, nach innen geradlinig begrenztem Bande längs dem Rande hinzieht und ein mittleres breit dreiseitiges Feld freilässt. An den Seiten erscheint der Umschlag in Steinkernen von oben gesehn etwas ausgehöhlt. Er ist mit kräftigen über 1 mm. (bei grossen Exemplaren) von einander abstehenden Terrassenlinien bedeckt.

Die **Oberfläche** ist glatt, mit schwer zu erkennenden feinen eingedrückten Punkten bedeckt.

Maasse in mm.						
Länge des Kopfes	61	—	—	—	—	—
Breite	90	—	—	—	—	—
Länge des Mittelschildes .	59	53	—	—	—	—
Breite am Grunde	63	55	—	—	—	—
Breite vorn	45	40	—	—	—	—
Länge des Pygidiums	—	—	100	64	67	72
Breite	—	—	130	72	85	82

Vorkommen. Bis vor Kurzem fast ausschliesslich in unvollkommenen Stücken im echten Vaginatenkalk (B_{3b}) der Umgebung von Reval. Einzelne Stücke auch am Wolchow, oberhalb Obuchowo und bei Leetz gefunden. Erst ganz neuerdings hat, wie oben gesagt, Herr Lamanski ein ganzes Kopfschild bei Archangelskoje am Wolchow im Grenzgebiet von B_{3b} und C_{1a} gefunden. Auswärts nirgends vorgekommen.

Gen. Niobe Ang.

Die Gattung *Niobe* Angelin Pal. scand. p. 13 ist erst durch Brögger in seiner oft citirten Arbeit über das Hypostoma der *Asaphiden* p. 46—64 genauer festgestellt und begrenzt worden. Von den ursprünglichen Angelin'schen Arten ist die einzige Art mit Wangenhörnern, *N. lata*, nach Vorgang von Linnarsson durch Brögger (l. c. p. 52) von *Niobe* entfernt und zu *Asaphus* gebracht worden. Das abgebildete Hypostoma (l. c. fig. 16) weist augenscheinlich auf die Untergattung *Basilicus* von *Ptychopyge* hin). In Scandinavien sind nach Angelin noch zwei neue Arten *N. insignis* und *obsoleta* von Linnarsson aufgestellt worden, von denen die erste nach Brögger in die nächste Verwandtschaft von *N. emarginula* Ang. gehört und vielleicht mit ihr vereinigt werden muss (Brögger l. c. p. 49),

während die zweite, *N. obsoleta*, nur auf ein Pygidium gestützt ist und in naher Beziehung zu *N. laeviceps* Ang. zu stehen scheint. Von Englischen Arten bringt Brögger l. c. p. 57 (gegen Nowak) die *N. Homfrayi* Salt. (l. c. Taf. 20 Fig. 3—12) hierher, wogegen ich nichts einwenden kann, obgleich namentlich der Bau des Hypostoma noch unsicher erscheint, ferner von Hof die Barrande'schen *Conocephalites*-Arten (neues Jahrbuch 1868 Taf. 6) *C. innotatus* Fig. 30—32, *extremus* Fig. 33 und *discrepans* Fig. 40, und endlich (s. *Euloma*- und *Niobe*-Fauna p. 7, 1896) die *Ogygia Ligniersi* Berger. aus dem Ordovicien von St. Chinian in S-Frankreich (Bullet. soc. geol. de France Ser. 3 tome 23 pl. 5 Fig. 4 1895) was ich vollkommen bestätigen muss.

Von den echten ungehörnten *Niobe*-Arten trennt Brögger (l. c. p. 62) eine gleichzeitige Gruppe von gehörnten Arten ab, zu der die böhmische *Ogygia desiderata* Barr., die von Hicks beschriebenen *Niobe menapiensis* und *solvensis* sowie der *Asaphellus Homphrayi* Call. (*Isotelus? Homphrayi* Salt.), die er alle in der von Callaway aufgestellten Gattung *Asaphellus* (Quart. Journ. geol. soc. vol. 33 p. 663 Taf. 24 Fig. 1, 1877) unterbringt. Die neue Gattung unterscheidet sich von *Niobe* nach Brögger wesentlich durch ihr gehörntes Kopfschild und ein Hypostoma, das sich dem von *Megalaspis* nähert.

Alle echten *Niobe*-Arten sowohl wie die *Asaphellus* gehören dem tiefsten Untersilur an. Sie kommen in Scandinavien in den Ceratopygeschichten, dem Phyllograptusschiefer und dem untersten Orthocerenkalk vor, in England im gleichwerthigen Tremadoc, dem auch die Schichten bei Hof und das Ordovicien von St. Chinian in Langendoc entsprechen. Unsere baltischen drei *Niobe*-Arten finden sich entsprechend dem Scandinavischen Vorkommen ebenfalls in den tiefsten Stufen des unter-silurischen Kalkes, von den *Planilimbata*-Schichten B_{2a} bis zur untern Linsenschicht B_{3a} .

In der ersten Lieferung meiner Beschreibung unsrer *Asaphiden* (Revis. d. ostbalt. silur. Trilobiten Abtheilung V) hatte ich S. 35 nur 2 Arten, *Niobe laeviceps* Dalm. sp. und *frontalis* Dalm. sp. angeführt. Ich schickte die damals fertige Tab. X an Prof. G. Lindström zur Begutachtung nach Stockholm und er wies mir nach, dass die meisten der von mir zu *N. laeviceps* gebrachten Figuren einer andern Art angehören müssten. Diese Stücke, die auch nach ihrem Vorkommen in den gelben Kalken über den *planilimbata*-Schichten, die in Schweden fehlen, einen besondern uns eigenthümlichen Niveau angehören, in dem auch andre uns eigenthümliche Arten, wie *Asaphus Bröggeri* m. vorkommen, bringe ich jetzt zu einer neuen wohlcharakterisirten Art, die ich zum Andenken an meinen verewigten langjährigen Collegen und Freund *Niobe Lindströmi* nenne. Sie steht in nächster Verwandtschaft mit den beiden obengenannten ältern Arten, unterscheidet sich aber von beiden durch die schmälere Glabella und die vor ihr auf dem Randsaum in deutlichem stumpfen Winkel zusammentreffenden vordern Zweige der Gesichtslinien.

Obgleich wir, wie oben gesagt, durch die Brögger'schen Arbeiten manches Nähere über den Bau und die Begrenzung der Gattung *Niobe* erfahren haben, so sind doch viele namentlich der ausserscandinavischen Arten so unvollständig bekannt, dass es schwer fällt

eine genaue Charakteristik der Gattung zu geben. Wir werden uns also hier damit begnügen die Charakteristik einer engern Gruppe zu geben, die von unsern drei Arten gebildet wird, von denen die beiden alten Arten auch in Scandinavien weit verbreitet und gut bekannt sind. Keine der übrigen scandinavischen Arten ist in gleicher Vollständigkeit bekannt, auch *N. insignis* nicht, die ausserdem in manchen Stücken von den oben angeführten enger zusammengehörenden Arten abweicht, wie wir gleich sehen werden.

Der Kopf ist bei diesen gerundet, mit gerundeten Wangenecken, von einem seitlich abgesetzten flachen Rande umgeben, der auf den freien Wangen noch von einem zweiten innern schmalen gewölbten Randwulst begleitet wird, dessen innere Grenze als deutliche Furche vom Vorderrand der Augen bis zum Ende der Occipitalfurche reicht und zugleich als Umschlagsfurche die Grenze des Kopfumschlags markirt, indem sie ebenso den vordern Theil der Glabella vor den Augen umgiebt. Die Verbindung beider Zweige der Umschlagsfurche findet unter scharfem, vor den Augen etwas einspringendem Winkel statt. Die Glabella ist mässig gewölbt, oblong, vor den Augen seitlich etwas vorspringend mit schwachen Spuren von Seiteneindrücken (auf dem Steinkern) vor und hinter den Augen. Ihr vorderer Lappen vor den Augen ist trapezförmig: das Verhältniss seiner Höhe zur Länge der Basis (zwischen den beiderseitigen einspringenden Winkeln) giebt gute Unterscheidungsmerkmale für die verschiedenen Arten. Am Grunde der Glabella sehen wir jederseits einen länglichen deutlich umschriebenen Basallobus, der nicht wie bei *Asaphus* in bestimmter Beziehung zur hintern Seitenfurche steht; er schiebt sich zwischen den Nacken- und den Occipitalring und unterbricht auch die Verbindung der Nacken- und Occipitalfurche, doch reicht er nicht ganz bis zum Hinterrand. Er ist innen und aussen von Zweigen der Dorsalfurchen begrenzt, die als Fortsetzung der Umschlagsfurche anfangs, schwächer werdend, geradlinig und parallel zwischen den Augen verlaufen, darnach geht der innere Zweig in gleicher Richtung fort, schneidet die Nackenfurche ab und begrenzt etwas nach aussen gewandt die Innenseite des Basallobus und den Aussenrand des Nackenringes, an dessen Grunde er sich mit dem äussern Zweige vereinigt, von wo an die vereinigte Dorsalfurche tiefer wird und sich an die Dorsalfurche des Thorax anschliesst. Der äussere Zweig der Dorsalfurche geht im Bogen vom Augenrunde nach aussen, begrenzt die Aussenseite des Basallobus und den Beginn der Occipitalfurche, die merklich gegen die Nackenfurche nach hinten verschoben erscheint. Die Nackenfurche selbst sehr schwach, nur auf dem Steinkern sichtbar, daher auch der Nackenring kaum von der Fläche der Glabella geschieden. Der sehr feine Nackentuberkel in einiger Entfernung von der Nackenfurche gelegen in einer Linie mit dem Hinterende der Augen. Die Occipitalfurche ist wie gesagt durch den Basallobus von der Nackenfurche getrennt, sie ist stärker als diese und begrenzt mit der Umschlagsfurche ein dreieckiges Feld, das auch bei *N. insignis* nachweisbar ist. Die Augen sind gross, um ihre eigene Länge vom Hinterrande entfernt, mit flachem Augendeckel, der in gleicher Höhe mit der Glabella liegt, die Sehfläche ist halbmondförmig vorgewölbt, sehr niedrig und ruht auf einer wulstförmigen Augenbasis, die sie am Grunde umgiebt. Die Gesichtslinien senken sich von

den Augen gleichmässig nach hinten bis zur Occipitalfurehe und schneiden dann den Occipitalring vertical, der vordere Zweig biegt sich auf dem Randsaum nach aussen bis zur Höhe des Vorderrandes der Glabella und dann im steilen Bogen nach innen um sich dabei immer mehr dem Rande nähernd. Nur bei *N. Lindströmi* vereinigt er sich unter deutlichem stumpfem Winkel mit dem gegenüberliegenden Zweige, bei *N. laeviceps* und *frontalis* sowohl als bei *insignis* und *explanata* ist meist hier kein Winkel zu erkennen, die beiden vordern Zweige der Naht gehn in einander in fast gleichmässiger Krümmung über, deren Mitte den Rand selbst erreicht und zum Ausgangspunkt für die Verticalnaht des Umschlags dient. Die festen Wangen verhalten sich ganz verschieden von *Asaphus* und seinen nächsten Verwandten, indem sie keinen zusammenhängenden Streifen längs der Glabella bilden sondern in drei gesonderte Lappen zerfallen, von denen der erste durch die seitliche Ausbreitung des Mittelschildes auf dem Randsaum, der zweite durch die grossen Augendeckel, die in direkter Berührung mit der Glabella stehen, gebildet wird und nur der dritte dem von *Asaphus* vollständig entspricht.

Der Umschlag des Kopfschildes ist scharf, so dass der Randsaum blattartig erscheint, er ist in der Mitte tief ausgebuchtet zur Einfügung des Hypostoma und reicht weit nach innen, bis zur Innenfurehe des Randsaums.

Das Hypostoma ist besonders charakteristisch für die Gattung und besonders auch für unsere engere Gruppe. Es ist im Allgemeinen von viereckiger Form, hinten tief ausgerandet, die Seitenränder gehn in abgerundete mehr oder weniger divergirende Lappen aus. Die Seitenfurchen sind tief, erweitern sich noch ihrem Ende zu und zeigen hier die Maculae eingebettet in kurze vertikal stehende Taschen. Die gleiche Form zeigt auch das Hypostoma von *N. explanata*, das von *N. insignis* weicht aber ab durch den geraden oder gar vorspringenden Hinterrand.

Der Thorax ähnelt sehr dem von *Asaphus*. Er zeigt eine gewölbte Rhachis mit tiefen Dorsalfurchen. Die Pleuren sind etwas breiter als die Rhachis. Der innere Theil bis zum Knie macht etwas weniger als $\frac{1}{3}$ der ganzen Pleuren aus, sie endigen vorn abgerundet, hinten mit vorspringenden Hinterecken, die Furehe hat die gewöhnliche Form. Auf dem Umschlag hat Brögger auch (Etag. 2 und 3 p. 69), die Pander'schen Organe als kreisrunde oder elliptische Durchbohrungen beobachtet.

Das Pygidium ist etwa halbkreisförmig mit breitem flachem Randsaum, der sich blattartig beim Zusammenrollen an den Randsaum des Kopfschildes anlegt. Die Gleit-facette an der Ecke des Vorderrandes ist schmal, nach aussen abgerundet, nach hinten von einer tiefen Furehe begrenzt, die in den Randsaum mündet. Die Rhachis reicht bis zum Randsaum oder endet kurz vor ihm. Die Seitentheile sind entweder ganz glatt oder mit mehr oder weniger deutlichen wurstförmigen Pleuren versehen, die auch bis zum Randsaum reichen. Bei *N. explanata* Ang., wo kein ausgesprochener Randsaum vorhanden, reichen sie bis zum Aussenrande. Der Umschlag ist breit, reicht bis zum Ende der Rhachis und verhält sich ganz wie bei *Asaphus*.

Die Oberfläche zeigt durchweg dichtstehende feine eingedrückte Punkte. Ausserdem sieht man feine Längsstreifen längs dem Randsaum des Kopfes und des Pygidiums, sowie an den Längsseiten der Glabella und feine bogenförmige Terrassenlinien auf der Rhachis des Thorax. Der Umschlag des Kopfes und Pygidiums ist wie sonst mit groben Terrassenlinien versehen.

Die Unterscheidungsmerkmale unserer drei Arten ergeben sich aus folgender Uebersicht. *Niobe frontalis* kann ohne Schwierigkeit von *laeviceps* hergeleitet werden. Die neue Art *Niobe Lindströmi* steht im Alter zwischen den beiden vorgenannten und zeigt dementsprechend auch Uebergänge nach beiden Seiten. Durch die Vereinigung der vordern Gesichtsnähte in deutlichem Winkel und die gestrecktere Form der Glabella weicht sie von beiden ab.

1. Pleuren auf dem Pygidium ganz fehlend oder nur andeutungsweise vorhanden. 2.

Fünf deutliche wurstförmige Pleuren auf dem Pygidium. Die Rhachis reicht bis zum Randsaum. Grösste Breite der Glabella vor den Augen, gleich der Entfernung vom Vorderrande der Glabella bis zur Nackenfurche. Die Gesichtslinien vereinigen sich am Vorderrande des Randsaums in fast oder ganz fortlaufendem Bogen.

N. frontalis Dalm. sp. B_{2b}, B_{3a}.

2. Die Gesichtslinien vereinigen sich auf dem Randsaum unter deutlichem stumpfem Winkel. Glabella etwa $1\frac{1}{4}$ mal so lang wie breit. Ihr Vorderlappen etwa $1\frac{1}{4}$ mal so breit wie hoch. Rhachis des Pygidiums reicht bis zum Beginn des Randsaums.

N. Lindströmi m. B_{2a}—B_{2b}.

Die Gesichtslinien vereinigen sich am Vorderrande des Randsaums in fortlaufendem Bogen. Glabella ebenso lang wie breit. Ihr Vorderlappen bis 3 mal so breit wie hoch. Rhachis des Pygidiums endet vor Beginn des Randsaums.

N. laeviceps Ang. B_{2a}.

Vertikale und horizontale Verbreitung.

	B _{2a}	B _{2b}	B _{3a}	Peters- burger Gouv.	Est- land.	Auswärts.
<i>Niobe laeviceps</i> Dalm.	+	—	—	+	+	Schweden, Norwegen.
— <i>Lindströmi</i> m.	+	+	—	+	—	—
— <i>frontalis</i> Dalm.	—	+	+	+	+	Schweden, Norwegen.

Niobe laeviceps Dalm.

Taf. X, Fig. 5, 6.

1827. *Asaphus laeviceps* Dalm. om Palaead. p. 243 Taf. IV, Fig. 1a—d.
 1837. » » His. Leth. succ. p. 15 Taf. II, Fig. 8 a, b.
 1852. *Niobe laeviceps* Ang. Palaeont. succ. p. 16 Taf. XI, Fig. 1, 1a.
 1882. » » Brögger, silur. Etag. 2 und 3 p. 66.
 1882. » » G. Holm, Bihang vetensk. Akad. handl. Bd. 6 № 9 p. 12.
 1884. » » Törnquist, siljanområd Trilob. p. 83.
 1886. » » Brögger, *Asaphus hypost.* p. 49 Taf. II, Fig. 34.
 1898. » » F. Schmidt. Revision ostbaltisch. silur. Trilob. Abth. V, Lief. 1,
 pag. 34 ex pt.
 1901. *Niobe laeviceps* G. Lindström. Visual organs of Trilobites, p. 63, Taf. V,
 Fig. 22—26.

Niobe laevigata ist bisher bei uns nicht in guten vollständigen Exemplaren gefunden worden.

In meiner oben citirten vorläufigen Arbeit über unsre *Asaphiden* habe ich sie wie früher (s. 99) gesagt mit der neuen Art *Niobe Lindströmi* zusammengeworfen, die unserem Gebiet eigenthümlich ist, während *N. laeviceps* ausserdem in ganz Scandinavien verbreitet ist. Von den in unsrer Taf. X zahlreich mitgetheilten *Niobe*-Figuren hat Lindström nur Fig. 5 als hierher gehörig anerkannt: da Fig. 6 das zum nämlichen Exemplar gehörige Pygidium darstellt, muss es also auch zu *N. laeviceps* gehören, entspricht aber kaum der typischen Form dieser Art, da die Pleuren so stark entwickelt sind und die Rhachis bis zum Randsaum zu reichen scheint. Betrachtet man aber das Stück in verschiedener Beleuchtung, so sieht man dass eigentlich nur die beiden ersten Pleuren schwach angedeutet sind, wie man es zuweilen auch an schwedischen Exemplaren sehen kann. Die Rhachis hört eigentlich auch schon früher auf, von ihrem Ende geht aber eine schwache ungegliederte Fortsetzung bis zur Randfurche, wie es ebenfalls auch an manchen schwedischen Exemplaren von *Niobe laeviceps* zu erkennen ist. Der schwach gekrümmte, fast geradlinige Hinterrand in Fig. 6 stimmt gut zu schwedischen Exemplaren (s. Textfig. 59) und zu unsern Pygidien von Leetz bei Baltischport (Textfig. 60) die in der *Planilimbata*-Schicht B_{2a} nicht selten vorkommen. Bei schwedischen Exemplaren erscheint der Seitenrand der Rhachis oft etwas

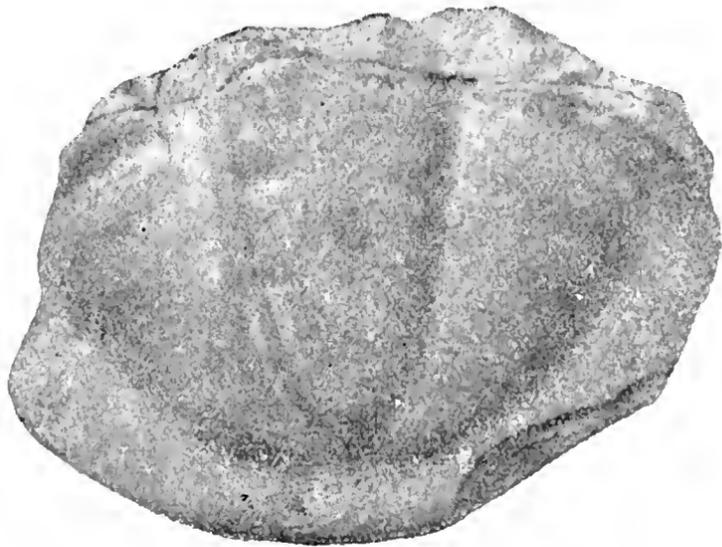


Fig. 59. Pygidium von Oeland, von Dr. Holm gefunden.

convex (s. Textfig. 59) während er bei unsern Stücken mehr geradlinig verläuft wie bei *N. Lindströmi* und *frontalis*. Immerhin kann das in Fig. 5 und 6 abgebildete Exemplar nicht für eine typische *N. laevigata* gelten. Wohlerhaltene Kopfschilder von *N. laevigata* sind bei uns garnicht gefunden. Ausser dem in Fig. 5 dargestellten Exemplar aus der Volborth'schen Sammlung von Pawlowsk liegen uns aus



Fig. 60. Pygidium von *Niobe laeviceps* von Leppiko bei Leetz.

der nämlichen Sammlung noch eine ganze Anzahl mehr oder weniger unvollkommener Stücke vor, von denen keins gut zu den schwedischen Originalen passt. Ebenfalls aus den tiefsten Kalkschichten von Pawlowsk haben wir ein von Plautin gefundenes unvollständiges Exemplar, das sich auch nicht sicher bestimmen lässt. Aus Estland haben wir ein schlecht erhaltenes ganzes Exemplar von Pakerort bei Baltischport, von Dr. F. v. Huene gefunden. Es ist etwa 50 mm.

lang und zeigt deutlich den vordern gerundeten Randsaum des Mittelschildes (nicht im Winkel vorspringend, wie bei *N. Lindströmi*) und die nicht bis zum Randsaum reichende Rhachis des Pygidiums.

Bei unsern Stücken zeigt der Vorderlappen der Glabella einen deutlichen seitlichen Vorsprung, der mit dem Augendeckel und der Umschlagsfurche einen scharfen Winkel bildet. Die Form des Vorderlappens ist weniger deutlich trapezförmig da seine Vorder-ecken stärker abgerundet sind. Seine Breite ist 2—3 mal so gross wie die Höhe. Die Glabella nimmt deutlich nach hinten zu an Breite ab — der Basallobus ist deutlich ausgebildet, von länglicher Form. An seiner Innenseite verläuft der innere Zweig der Dorsalfurche geradlinig bis zum Uebergang der letztern auf dem Thorax; der äussere Zweig bildet einen convexen Bogen bis zur Vereinigung mit dem innern.

Die Rhachisglieder des Thorax sind ziemlich flach mit wenig tiefer Gelenkfurche. Die Pygidien sind schon oben besprochen.

Da alle unsre Exemplare von *N. laevigata* mit Ausnahme der Pygidien, mangelhaft sind, so sehe ich von einer ausführlichen Beschreibung ab und begnüge mich mit den oben mitgetheilten Bemerkungen und einigen Maassen.

Es existirt überhaupt ausser der alten Dalman'schen keine ausführliche Beschreibung unsrer Art. Die Angelin'sche Abbildung giebt im ganzen ein richtiges Bild, nur ist die Naht am Vorderrande zu weit von diesem entfernt gezeichnet; sie muss in der Mitte ihres Verlaufs den Rand selbst erreichen. Die Dalman'sche Abbildung genügt auch nicht. Wir haben also von schwedischer Seite eine neue vervollständigte Darstellung zu erwarten.

Maasse in mm.			
Länge des Kopfes . . .	18	—	—
Breite	31	—	—
Länge des Pygidiums.	16	29	16
Breite	28	46	28
Länge der Rhachis . .	12	21	13
Breite	8	15	8

Das erst gemessene Stück ist das in Fig. 5 und 6 dargestellte, das 2-te ein grosses Pygidium aus Oeland von Aleklinta, das 3-te ein Pygidium von Leppiko bei Leetz.

Vorkommen. In den untersten Kalkschichten bei Pawlowsk, B_{2a} von Plautin u. a. anstehend gefunden, ausserdem vielfach aber schlecht erhalten in Volborth's Sammlung, das Niveau in letztern nicht immer ganz sicher. In Estland wie erwähnt in einzelnen Stücken bisher bei Reval und bei Baltischport, namentlich bei Leppiko, in den untersten Glauconitreichen Schichten B_{2a} mit *Megalaspis planilimbata*, von wo nur ausschliesslich Pygidien kamen. In Schweden kommt die Art im untern rothen Orthocerenkalk von Oeland, im Phyllograptus-Schiefer von Dalarne und Norwegen, aber auch noch im untern grauen Orthocerenkalk von Husbyfjöl vor, von wo mir ein Exemplar vorliegt.

Eichwald führt unsere Art auch aus Tosna im Petersb. Gouv. (Leth. ross. p. 1466) an, das Exemplar gehört aber zu *Megalaspis hyorhina*.

Niobe Lindströmi n. sp.

Taf. IX, Fig. 12. Taf. X, Fig. 1, 2, 3, 4, 7. Taf. XII, Fig. 1, 2.

1898. *Niobe laevigata* F. Schmidt, l. c. Liefer. 1, p. 34 (ex pt.).

Es liegen uns etwa zehn wohlerhaltene typische Stücke aus einem bestimmten Niveau und begränzten Umkreise vor, ausserdem verschiedene meist schlechter erhaltene Stücke aus tiefern und höhern Schichten, die Uebergänge zur vorhergehenden und nachfolgenden Art darstellen.

Der Umriss des Kopfschildes ist vorgezogen halbkreisförmig, mit steilgeneigten Seiten, etwa $1\frac{1}{2}$ mal so breit wie lang, die Glabella oblong, $1\frac{1}{4}$ mal so lang wie breit, nach hinten nur undeutlich vom Nackenring geschieden, der Vorderlappen reichlich $1\frac{2}{3}$ mal so breit wie lang, undeutlich trapezförmig, vorn mit abgerundeten Ecken, die hinten in stumpfem Winkel seitlich vorspringen. Hinter ihnen bilden die vorspringenden losen Wangen mit den flach vorragenden Augendeckeln einen spitzen Winkel, von dessen Grunde in schwacher Andeutung eine vordere Seitenfurche der Glabella abgeht, die in ähnlicher Weise wie bei *Lichas* zuerst nach innen und hinten und dann nach aussen und hinten gerichtet ist, bis sie die schwache Nackenfurche erreicht (s. Taf. XII, Fig. 2, bei andern Exemplaren ist diese Furche nicht zu erkennen). Am hintern Ende des Augendeckels sieht man ebenfalls zu-

weilen die Spur eines Eindrucks an der Seite der Glabella; in der Mitte zwischen beiden Eindrücken erkennt man den schwachen Nackentuberkel, dessen Entfernung vom Nackenring etwas mehr als dessen Höhe beträgt. Die Dorsalfurchen sind ungleichmässig ausgebildet. Den Vorderlappen der Glabella umgibt die kräftige Umschlagsfurche; die flachen Augendeckel werden von innen von einer mässig starken geraden Furche begränzt, die sich als reguläre Dorsalfurche in ihrem Endverlauf etwas nach aussen gewandt bis zum Hinterrande des Kopfschildes verfolgen lässt. Von ihr zweigt sich hinter den Augen eine bogenförmige Furche ab, die mit der vorhergehenden zusammen den elliptischen nach hinten stärker anschwellenden Basallobus begrenzt, der zwischen die Nacken- und die Occipitalfurche hineingeschoben ist und sie von einander trennt. Am Grunde des Basallobus vereinen sich die beiden Zweige wieder und bilden den Anfang der kräftigen Dorsalfurche, die auf den Thorax übergeht. Die Augen haben den oben beschriebenen typischen Bau. Die Augendeckel sind um ihre eigene Länge vom Hinterrand entfernt und um das doppelte derselben von einander abstehend. Die Augenbasis tritt bei wohl erhaltenen Exemplaren immer als schmaler Wulst am Grunde der gewölbten Sehfläche hervor. Die Gesichtslinien zeigen in ihrem hintern Aste den gewöhnlichen Verlauf, im vordern Zweige unterscheiden sie sich von den verwandten Arten dadurch, dass diese Zweige unter deutlichem stumpfen Winkel sich berühren, und nicht einen fortlaufenden Bogen bilden, von dessen Mitte die vertikale Naht auf dem Umschlag ausgeht. Es finden übrigens in dieser Beziehung verschiedene Uebergänge statt. Die Wangen zeigen bei unserer Art keine vom allgemeinen Typus abweichenden Eigenthümlichkeiten. Der Umschlag (Taf. IX Fig. 12) zeigt entsprechend der Form der Glabella und der Umschlagsfurche eine tiefe Ausbuchtung, die von dem Hypostoma eingenommen (ebenda. Fig. 12), das keinen Unterschied von dem der verwandten Arten zeigt. Der Thorax zeigt meist eine etwas schmälere und stärker gewölbte Rhachis, sonst keine Unterscheidungsmerkmale.

Das Pygidium stimmt im Allgemeinen mit dem von *Niobe laeviceps* überein durch die ungerippten Seitentheile, doch liegt mir auch ein Stück von Simonkowa am Wolchow vor, das bei deutlich dem Typus unserer Art entsprechendem Kopfschilde noch ausgebildete Pleuren am Pygidium zeigt wie bei *Niobe frontalis*. Meist erkennt man schwache Andeutungen von Pleuren, wie solche ja auch bei *laeviceps* vorkommen. Der Hinterrand pflegt durchweg regelmässiger gerundet und nicht abgestutzt zu sein wie bei *Niobe laeviceps*. Die Rhachis reicht meist nicht ganz bis zum Randsaum, ebenso wie bei *Niobe laeviceps*, doch berührt sie diesen doch beinahe wie in Fig. 2 auf Taf. X. Bei fehlender Schaale lassen sich bis 8 Glieder auf derselben unterscheiden (Taf. X Fig. 2), die durch einen deutlichen Längsstrang in der Mitte unterbrochen werden. Die Sculptur der Oberfläche ist durchaus die typische, wie sie oben beschrieben wurde.

Maasse in mm.		
Länge des Kopfschildes	17	13
Breite	24	16
Länge der Glabella	12,5	9,5
Länge des Vorderlappens	6	4
Breite	10	7
Länge des Pygidiums	14	11,5
Breite	23	18
Länge der Rhachis	10	9
Breite	5	6

Verwandtschaftliche Beziehungen. *Niobe Lindströmi* zeichnet sich vorzüglich durch ihre schmale Glabella aus, im Uebrigen finden sich Uebergänge sowohl nach *N. laeviceps* als nach *N. frontalis*, zwischen denen sie auch dem Alter nach in der Mitte steht.

Vorkommen. Unsere Art ist ausschliesslich im Petersburger Gouvernement gefunden, in der gelb- und roth gefleckten Schicht, die zwischen dem Niveau der *Megalaspis planilimbata* und dem des *Asaphus expansus*, und *lepidurus* liegt. Es sind im Ganzen, wie schon oben erwähnt, etwa 10 Stücke vorhanden, die meist aus den Putilowschen Brüchen und von der Lawa bei Wassilkowo stammen. Auch in der Volborth'schen Sammlung von der Popowka bei Pawlowsk fanden sich ein Paar Stücke.

Niobe frontalis Dalm. sp.

Taf. IX Fig. 11, 11a. Taf. X Fig. 8.

1827. *Asaphus frontalis* Dalm. om Palaead. p. 542, 275.

1852. *Niobe frontalis* Ang. l. c. p. 14. Taf. XI Fig. 2, Taf. XII Fig. 2.

1882. » *emarginula* Brögg. Etag. 2 und 3 p. 68, Taf. 7 Fig. 7; Taf. 8 Fig. 7, Taf. 12 Fig. 13.

1884. *Niobe frontalis* Törnq. l. c. p. 83.

1886. » » Brögg. *Asaphus hypost.* pag. 51, Taf. 2, Fig. 37.

1898. » » F. Schmidt l. c. pag. 35.

1901. » » Lindström l. c. pag. 63, Taf. 5, Fig. 19—21.

In der ersten Lieferung der vorliegenden Arbeit führe ich nur ein unvollständiges ganzes Exemplar und ein Pygidium als bei uns gefunden auf, die beide auf den Tafeln IX und X abgebildet sind. Seitdem habe ich noch drei vollständige Exemplare von unsrem Sammler O. Knyrko von Iswos am Wolchow erhalten, welche eine vollständige Beschreibung zulassen.

Der Kopf ist breit gerundet, mässig gewölbt etwa $1\frac{1}{2}$ —2 mal so breit wie lang, von einem breiten Randsaum umgeben. Die Hinterecken mit stumpfer Spitze, der Hinterrand

concau, die Seiten steil ansteigend, der Vorderrand nur mässig convex. Die Glabella tritt deutlich hervor. Sie senkt sich allmählich nach vorn und nach den Seiten, nach hinten ist

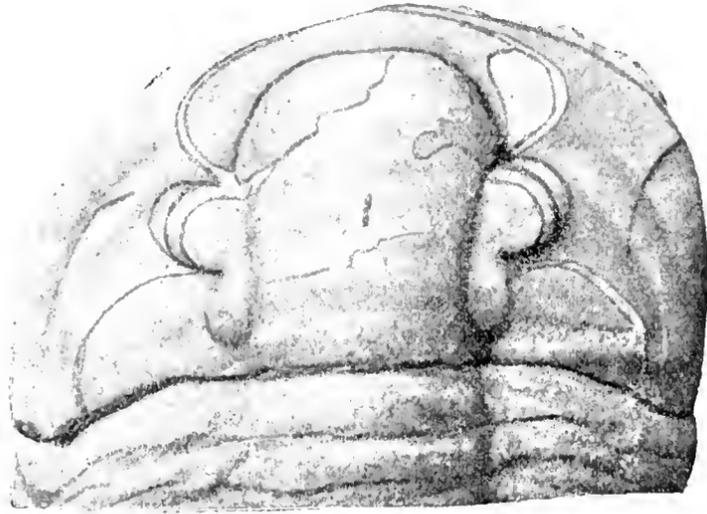


Fig. 61. Kopfschild der *Niobe frontalis* vergrössert, von Iswos.

sie nur durch die sehr schwache Nackenfurche von dem flachen Nackenring geschieden. Sie ist oblong, kaum länger als breit, vorn etwas verschmälert und von einer deutlichen Furche, der Umschlagsfurche umgeben, die vorn und seitlich den Vorderlappen begrenzt; dieser ist trapezförmig, etwa noch einmal so breit als hoch, vorn mit abgerundeten, hinten mit vorspringenden Ecken, die mit dem Augendeckel einen scharfen Winkel bilden. Nach hinten verschmälert sich die Glabella noch etwas. An den Seiten sieht man ganz schwache Eindrücke gegenüber dem Beginn und dem

Ende der flachen Augendeckel, die von der Glabella durch eine schwache Dorsalfurche getrennt werden. Die Entfernung der Augen von einander beträgt das Dreifache ihrer Länge. In der Höhe ihres Hinterrandes bemerkt man auf der Höhe der Glabella den ganz feinen Nackentuberkel. Die Gesichtslinien haben den typischen Verlauf, vorn vereinigen sie sich in einem fortlaufenden Bogen, von dessen Scheitel eine Verticalnaht auf den Umschlag hinübergeht. In der Textfig. 63 sieht man deutlich, dass keine weiteren Nähte auf dem Umschlag

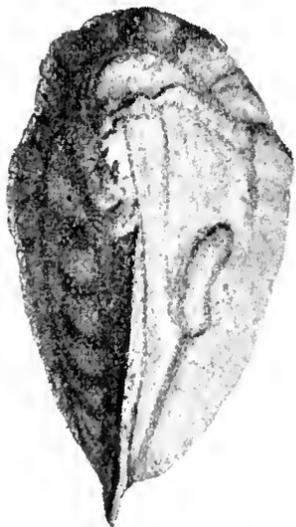


Fig. 62. Kopf von der Seite, das nämliche Exemplar wie Fig. 61.

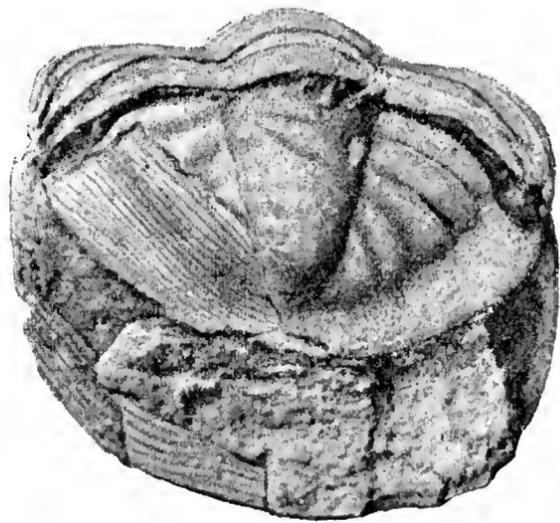


Fig. 63. Pygidium und Kopfumschlag das nämliche Exemplar wie Fig. 61.

vorhanden sind. Angelin giebt in seiner Taf. X Fig. 2 den vordern Verlauf der Gesichtnaht als unter einem stumpfen Winkel gebrochen an, das beruht auf einem Irrthum, in unsrer Textfigur sowie auf Brögger's Fig. 7 auf Taf. VII sieht man deutlich, dass kein Winkel

vorhanden ist. Die Augen sind am Grunde von einer breiten wulstartigen Augenbasis umgeben (Textfig. 61), hinter ihnen sehen wir die Basalloben der Glabella, die in der Textfigur 61 in ihrer Begrenzung deutlich zu sehen sind, ebenso wie der Wangenwulst an der Fortsetzung der Umschlagsfurche und das dreieckige Feld, auf dessen Innenseite die Augen stehen.

Am **Thorax** ist die Rhachis stärker gewölbt als die Pleuren, mit schwach gewölbten Gliedern und deutlichen Gelenkfurchen. Die Dorsalfurchen ziemlich tief. Die Pleuren etwas breiter als die Rhachis, vom Knie mässig abwärts geneigt, die flache Strecke bis zum Knie etwa 3 mal in der ganzen Länge enthalten; die vordern Pleuren enden abgerundet, (Textfig. 62) die hintern quer abgeschnitten mit seitwärts vorspringender hinterer Spitze (Textfigur 64, die hintere Spitze nicht deutlich). Die Quersfurche tief, nimmt über die Hälfte der Pleuren ein, die vordere Gleitfläche deutlich quergestreift. Die Rhachisglieder mit feinen bogenförmigen Terrassenlinien.

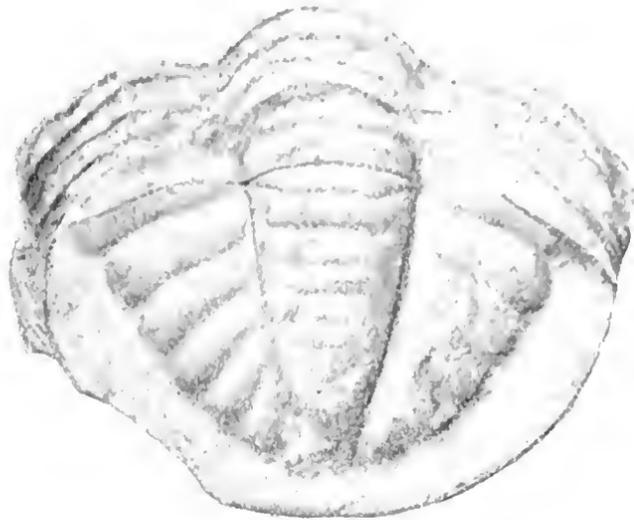


Fig. 64. *Niobe frontalis* von Isvos, vollständiges Pygidium vergrössert.

Das **Pygidium** $1\frac{1}{2}$ bis 2 mal so breit wie lang, mit breitem flachem Randsaum, der sich beim Zusammenrollen direkt an den Randsaum des Kopfes anlegt. Die Rhachis reicht bis zum Randsaum, sie zeigt etwa 6 deutliche Glieder, später lassen sich keine mehr erkennen; ihre Breite beträgt etwas mehr als die Hälfte der Länge, sie kommt der Breite der Seitentheile bis zum Randsaum gleich. Die Seitentheile zeigen 5 ausgeprägte wulstförmig gerundete Pleuren, die bis zum Randsaum reichen. Die Vorderecken abgerundet. Der Umschlag breit, grob quergestreift (Textfig. 63).

Die Art ist die jüngste bei uns und in Scandinavien. Sie zeigt Zwischenformen zur vorhergehenden. Mir liegt wie früher erwähnt ein Stück aus Simonkowa vom Wolchow vor, dessen Kopf noch vollständig den Charakter der *N. Lindströmi* zeigt, während das Pygidium vollkommen dem echten *frontalis* entspricht.

	Maasse in mm.		
Breite des Kopfes	36	38	34
Länge	24	22	20
Länge der Glabella	19	17	14
Breite des Vorderlappens	16	15	14
Länge	9	7	6
Breite des Pygidiums	35	—	30
Länge	21	—	18
Breite der Rhachis	10	—	8
Länge	18	—	14

Vorkommen. In wenigen aber guten Exemplaren, vorzüglich am Wolchow bei Isvos in der Etage des *Asaphus expansus* B_{2b}, an der Popowka bei Pawlowsk von Plantin auch in der untern Linsenschicht B_{3a} gefunden. In Estland eine vermuthlich hierher gehörige Glabella bei Nömmewesk am Walgejöggi im obern Glauconitkalk. In Scandinavien wird die Art sowohl aus Norwegen als aus Schweden angeführt, im erstern Lande aus dem *Expansus*-Schiefer, in Schweden bei Husbyfjöl zusammen mit *Asaphus expansus*, auf Oeland im untern grauen Orthocerenkalk, in Dalarne nach Törnquist sogar im obern rothen Orthocerenkalk.

Eichwald führt in seiner *Lethaea rossica* Anc. per. p. 1465—68 ganze 3 Arten von *Niobe* an, von denen wir keine bestätigen können. Seine *Niobe Lichtensteini* Taf. 53, Fig. 8, deren Original mir vorliegt, ist ein schlechtes Exemplar von *Ptychopyge excavatozonata* Ang. sp. (*Pt. cincta* Br.), von *N. laeviceps* haben wir schon oben gesprochen und *Niobe lata* Ang., von der kein russisches Exemplar vorhanden, ist schon nach Brögger Hypost. *Asaph.*) keine *Niobe* sondern ein echter *Asaphus*.



Druckfehler.

Pag. 42, 43, und 44 lies in der Erklärung der Textfiguren 29, 30, 31 und 32
var. *Knyrkoi* statt *Krynkoii*.

Pag. 84, zeile 1 von oben lies *N. emarginula* statt *emarginale*.

Erklärung der Textfiguren.

- Pag. 6. Fig. 1—10. Schematische Darstellungen des Verlaufs der Furchen und Loben des Kopfschildes.
- Fig. 1. Bei *Asaphus expansus* Dalm.
 Fig. 2. » » *raniceps* Dalm.
 Fig. 3. » » *cornutus* Pand.
 Fig. 4. » » *Bröggeri* m.
 Fig. 5. » » *delphinus* Lawr.
 Fig. 6. » » *laevissimus* var. *laticauda* m.
 Fig. 7. » » *Eichwaldi* m.
 Fig. 8. » » *platyurus* Ang.
 Fig. 9. » » *devexus* Eichw.
 Fig. 10. » » *latus* Pand.
- Pag. 13. Fig. 11. Darstellung der Pander'schen Organe an einem *Asaphus* (vermuthlich *Eichwaldi* m.) nach dem Originalexemplar von Volborth.
 Fig. 12. Ein einzelnes Pander'sches Organ von *Asaphus*, in richtiger Stellung (Fig. 13 auf Taf I verbessert).
- Pag. 23. Fig. 13. Pygidium von *Asaphus Bröggeri* m. mit zahlreichen Rhachisgliedern, die durch eine Längsfurche unterbrochen sind. Aus den Putilow'schen Brüchen.
- Pag. 27. Fig. 14. Seitenansicht des *Asaphus expansus* Dalm. von Iswos um die Endigungen der Thoraxpleuren zu zeigen.
- Pag. 28. Fig. 15, 16. Pygidien des *Asaphus expansus* von Iswos mit verschiedener Anordnung der Streifen auf der Rhachis und den Seitentheilen.
- Pag. 30. Fig. 17. Seitenansicht des *Asaphus lepidurus* Niesz. von Iswos, mit Endigung der Pleuren.
- Pag. 31. Fig. 18, 19. Pygidien des *Asaphus lepidurus* mit verschiedenartiger Zeichnung.
- Pag. 35. Fig. 20. Ganzes Exemplar des *Asaphus raniceps* Dalm. von Iswos.
 Fig. 21. Ganzes Exemplar der var. *Lamanskii* von *Asaphus raniceps*, von Iswos.

- Pag. 37. Fig. 22 und 22a. Abweichendes Exemplar von *A. pachyophthalmus* m. von Bylschtschina am Wolchow. Sammlung des Herrn W. Lamanski.
- Pag. 38. Fig. 23 und 24. Vergrösserte Darstellung der Eindrücke am Kopfschlag. Exemplare von Pawlowsk. Volborth's Sammlung.
- Pag. 39. Fig. 25. Pygidium derselben Art von Pawlowsk, vergröss. Volborth's Sammlung.
- Pag. 40. Fig. 26. *Asaphus pachyophthalmus* var. *major*, von Sapolek am Wolchow, etwas verkleinert. Akademische Sammlung.
- Fig. 27. Umschlag des Kopfes des nämlichen Exemplars vergrössert.
- Pag. 41. Fig. 28a. *Asaphus Eichwaldi* m. Kopfschild von Archangelskoje am Wolchow. Akademische Sammlung.
- Pag. 42. Fig. 28b. Das nämliche Exemplar von unten gesehen.
- Fig. 29. *Asaphus Eichwaldi* var. *Knyrkoi* von Sapolek am Wolchow. Akademische Sammlung.
- Pag. 43. Fig. 30. Seitenansicht der nämlichen Art, ebendaher.
- Pag. 44. Fig. 31 und 32. Pygidien derselben Form, ebendaher. Fig. 31 mit gröbern, F. 32 mit feinern Streifen auf dem Umschlag.
- Pag. 45. Fig. 33. *Asaphus delphinus* Lawr., Kopfschild, von Gostilizy. Plautin'sche Sammlung.
- Pag. 46. Fig. 34. Kopfschlag derselben Art, ebendaher.
- Pag. 48. Fig. 35. Kopfschild von *Asaphus cornutus* Pand. Vergrösserte Darstellung der Fig. 3 auf Taf. IV. Von Chudleigh. Akademische Sammlung.
- Pag. 62. Fig. 36. *Asaphus latus* Pand. von Dubowiki. Akademische Sammlung.
- Pag. 64. Fig. 37. *Asaphus latus* var. *Plautini*, von Gostilizy. Plautin'sche Sammlung.
- Pag. 69. Fig. 38. *Asaphus ornatus* Pomp. von Reval, das nämliche Stück wie Fig. 25 und 26 auf Taf. XII. Akademische Sammlung.
- Fig. 39. *Asaphus ornatus* ebendaher, mit Falten auf den Wangen.
- Pag. 70. Fig. 40. Hypostoma derselben Art, von Odensholm.
- Pag. 71. Fig. 41 und 42. Pygidien derselben Art von Reval. Akademisches Museum.
- Pag. 75. Fig. 43. Hypostoma des *Asaphus ludibundus* Törnq. aus Dalarne in Schweden.
- Fig. 44. Hypostoma derselben Art aus Tolks in Estland. Original von Nieszkowski's *Asaphus acuminatus*. Sammlung des Naturforscherver. in Jurjew.
- Pag. 76. Fig. 45. Hypostoma derselben Art von Odensholm. Akademische Sammlung.
- Pag. 79. Fig. 46. Kopfschild des *Asaphus ludibundus* var. *Jewensis* m. aus Kawast. Akademische Sammlung.
- Pag. 81. Fig. 47. Pygidium des *Asaphus ludibundus* var. *Kegelensis* m. von Kegel. Akademische Sammlung.
- Pag. 82. Fig. 48. Kopf von *Onchometopus Volborthi* m. aus Jswos von oben, mit durchscheinenden Furchen. Akademische Sammlung.
- Pag. 83. Fig. 49. Kopf derselben Art von vorn. Akademische Sammlung.

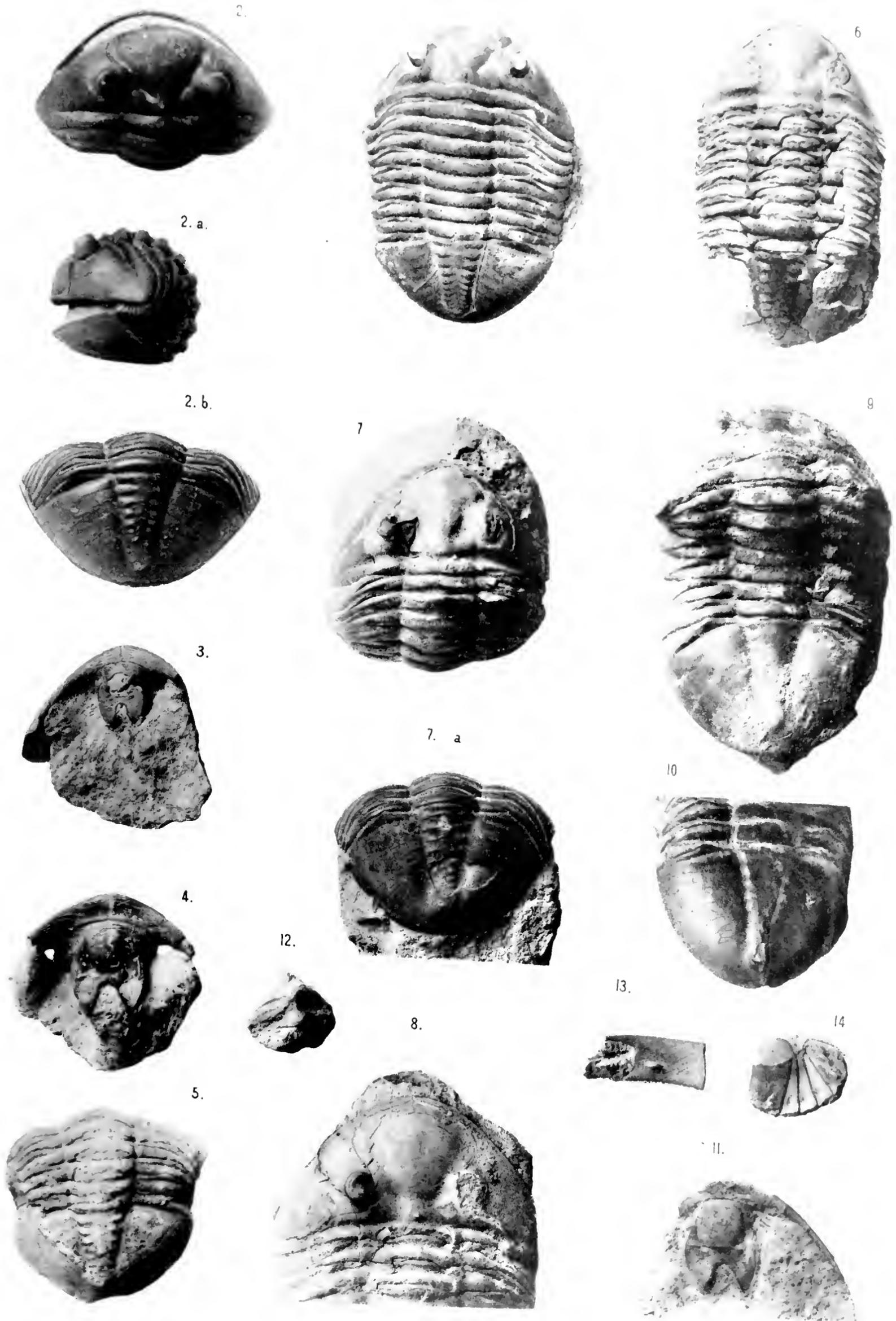
- Pag. 84. Fig. 50. Umschlag des Kopfes von Pawlowsk. Volborth'sche Sammlung der Akademie. Die Fig. 11 auf Taf. X wiederholt.
Fig. 51. Seitenansicht von Thorax und Pygidium derselben Art. Iswos. Akademische Sammlung.
- Pag. 85. Fig. 52. Pygidium derselben Art von Iswos. Akademische Sammlung.
- Pag. 89. Fig. 53. Seitenansicht des *Isotelus remigium* Eichw. mit dem Umschlag der Thoraxpleuren und den Pander'schen Organen. Revalsches Museum. Eichwald's Original.
- Pag. 94. Fig. 54, 55. Kopf und Kopfumschlag des *Isotelus robustus* F. Röm. von Piersal. Akademische Sammlung.
Fig. 56. Wange ebendaher.
- Pag. 95. Fig. 57. Pygidium von Schwarzen in Estland. Akademische Sammlung.
- Pag. 97. Fig. 58. Kopfschild des *Isotelus* (?) *Stacyi* m. von Archangelskoje am Wolchow. Lamanski's Sammlung.
- Pag. 103. Fig. 59. Pygidium der *Niobe laeviceps* von Oeland. Akademische Sammlung.
- Pag. 104. Fig. 60. Pygidium derselben Art von Leppiko bei Leetz. Akademische Samml.
- Pag. 108. Fig. 61. Kopfschild der *Niobe frontalis* Dalm. Von Iswos. Akademische Samml.
Fig. 62. Ansicht des zusammengerollten nämlichen Exemplars von der Seite.
Fig. 63. Pygidium und Kopfumschlag des nämlichen Exemplars.
- Pag. 109. Fig. 64. Pygidium eines andern Stückes, ebendaher.

Erklärung der Tafeln.

Die Originale zu den Figuren befinden sich meist im geologischen Museum der Akademie. Andernfalls wird ihr Aufbewahrungsort ausdrücklich vermerkt.

Tab. I.

- Fig. 1, 2, 3, 5. *Asaphus expansus* Dalm. p. 24 von Iswos am Wolchow. B_{2b}.
F. 1 und 2. Ganze Exemplare.
F. 3. Kopfschlag mit Hypostoma und Seiteneindruck.
F. 5. Pygidium ohne Schaale.
- Fig. 4, 6, 7. *Asaphus lepidurus* Niesz. p. 29. B_{2b}.
F. 4. Umschlag mit Hypostoma von Iswos.
F. 6. Originalexemplar von Nieszkowski von Sackhof aus dem Glauconitkalk des Glinz.
F. 7, 7a. Vollständiges Exemplar aus dem Glauconitkalk von Kolk.
- Fig. 8—11. *Asaphus raniceps* Dalm. p. 32.
F. 8. Von der Insel Rogö aus Kalksandstein B_{3a—b}, entspricht am meisten der typischen schwedischen Form von Husbyfjöl.
F. 9, 10. Exemplare von Iswos, B_{2b}—B_{3a} mit deutlicher feiner Radialstreifung am Pygidium.
F. 11. Hypostoma mit Kopfschlag, ebendaher.
- Fig. 12. *Asaphus Eichwaldi* m. ?. Einzelnes Thoraxglied von der Unterseite um die Gelenkhöcker und Pfannen zu zeigen. Aus der Volborth'schen Sammlung von Pawlowsk.
- Fig. 13. Innerer Theil des Umschlags einer Thoraxpleure mit dem Pander'schen Organ, verkehrt gestellt (in der Textfig. 12 richtig wiederholt). Volborth'sche Sammlung.
- Fig. 14. Mehrere dergleichen Pleuren im Zusammenhang, welche die Bedeutung der Pander'schen Organe beim Einrollen der Glieder zeigen. Volborth'sche Sammlung.
-



Tab. II.

Fig. 1—3. *Asaphus raniceps* Dalm. von Iswos. B_{2b}—B_{3a}. p. 32.

F. 1 entspricht genau dem *Asaphus acuminatus* Boek bei Angelin.

F. 2 ist ähnlich, aber ohne Hülfeindrücke und weniger scharfer Spitze der Glabella.

F. 3. Pygidium ohne Schaale um den Umschlag zu zeigen.

Fig. 4—7. *Asaphus Bröggeri* m. p. 21. B_{2a—b}.

F. 4 von Iswos mit Umschlag des Pygidiums.

F. 5, 6, 6a von Wassilkowo an der Lawa.

F. 7. Hypostoma von Iswos.

Fig. 8—10. *Asaphus pachyophthalmus* m. B_{3b} p. 37.

F. 8, 10 aus der Volborth'schen Sammlung von Pawlowsk.

F. 9, 9a. Ganzes Exemplar anstehend gefunden unter der Brücke über die Popowka bei Pawlowsk.

Fig. 11—18. *Asaphus Kowalewskii* Lawr. B_{3b}—C_{1a}, p. 52.

F. 11. Aus der obern Linsenschicht C_{1a} bei Reval.

F. 12, 13. Ganze Exemplare von Gostilizy (C_{1a}), Plautin'sche Sammlung.

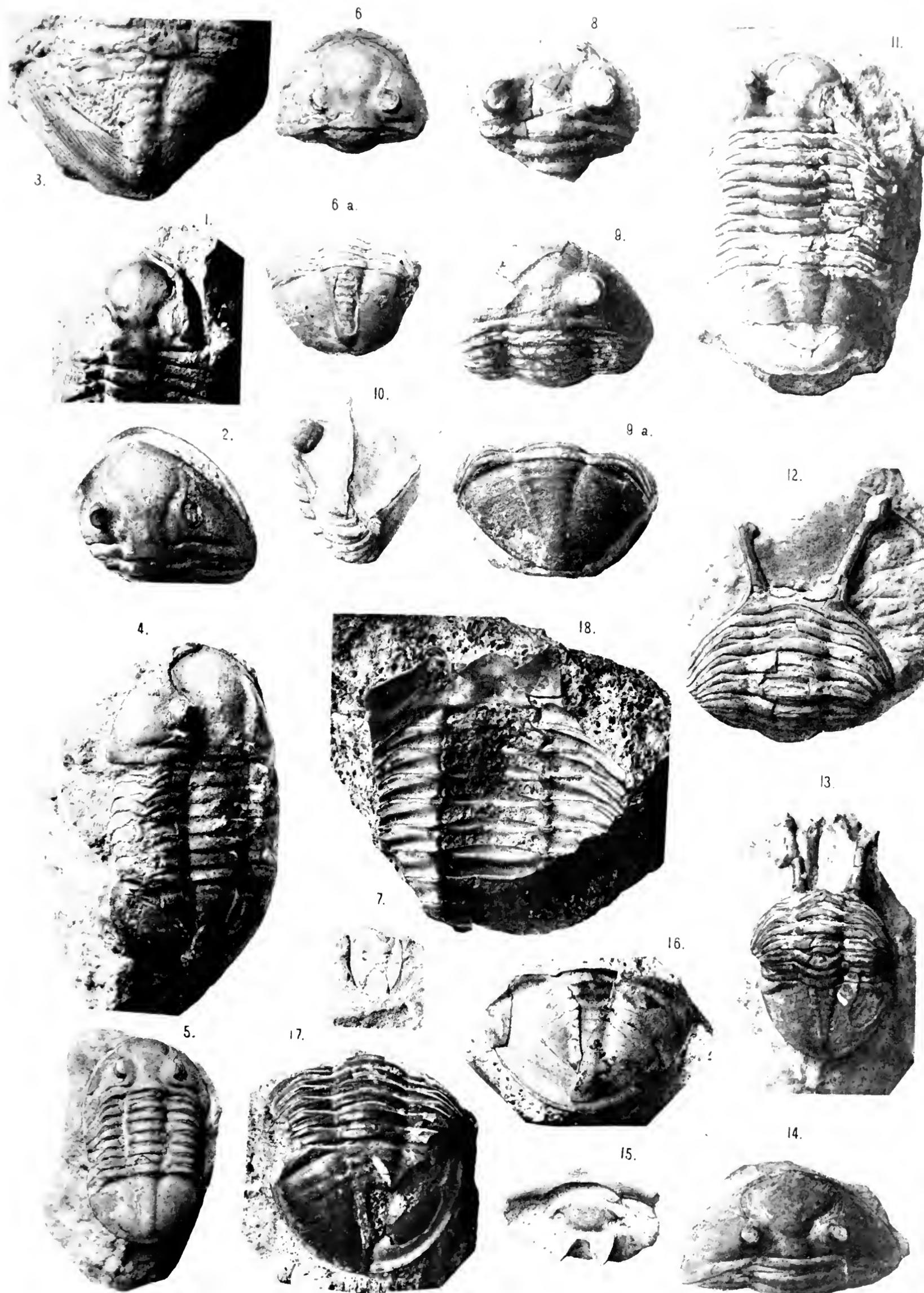
F. 14. Exemplar von Obuchowo am Wolchow. B_{3b}.

F. 15. Hypostoma aus der Volborth'schen Sammlung von Pawlowsk.

F. 16. Obere Linsenschicht bei Reval. Pygidium mit Radialstreifen.

F. 17. Obere Linsenschicht von Malla. Pygidium mit Randsaum am Umschlag.

F. 18. Thorax von innen um die Gelenke der Glieder zu zeigen. Vergrössert.
Baltischport, obere Linsenschicht C_{1a}.





Tab. III.

Fig. 1—7. *Asaphus platyurus* Ang. p. 55. B_{3b}—C_{1a}.

F. 1. Ganzes Exemplar von Chudleigh. C_{1a}.

F. 2. Pygidium ebendaher.

F. 3. Pygidium von Archangelskoje am Wolchow. C_{1a}.

F. 4. Ganzes Exemplar von Peuthof am Glint. C_{1a}.

F. 5 und 6. Var. *laticanda* p. 56 von Hirro bei Reval. B_{3b}.

F. 7. Hypostoma von Chudleigh. C_{1a}.

Fig. 8—12. *Asaphus delphinus* Lawr. C_{1a} p. 45.

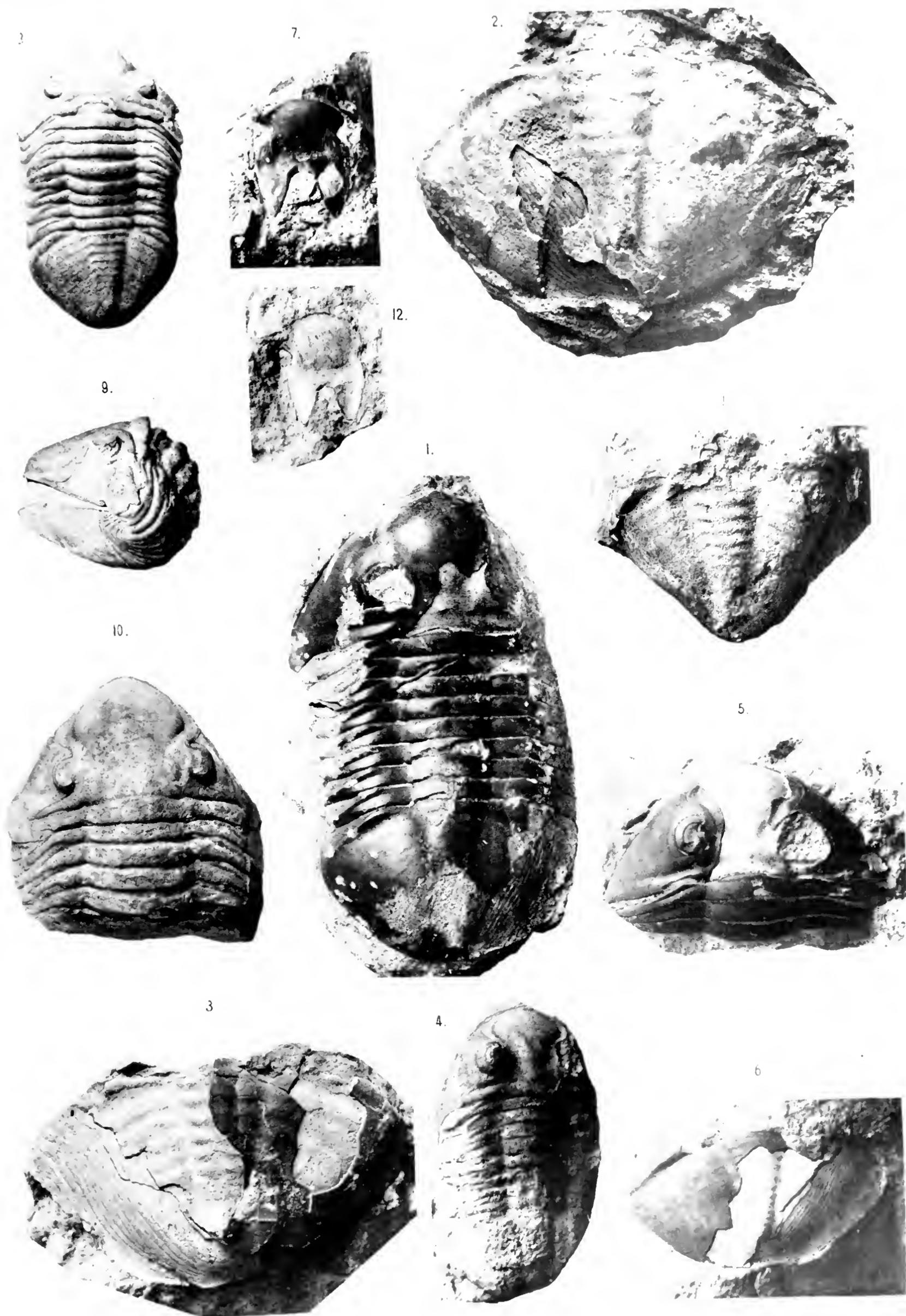
F. 8. Ausgestrecktes ganzes Exemplar von Gostilizy. Plautin'sche Sammlung.

F. 9. Zusammengerolltes Stück mit der Seitenkerbe am Kopf. Ebendaher.

F. 10. Kopf mit Vordertheil des Thorax. Ebendaher.

F. 11. Pygidium ohne Schaale von Dubowiki am Wolchow.

F. 12. Hypostoma von Gostilizy. Plautin's Sammlung.







Tab. IV.

Fig. 1—5, 7. *Asaphus cornutus* Pand. C_{1a} p. 47.

F. 1 von Malla in Estland.

F. 2, 2a. Ebenfalls von Malla, Fig. 2 Pygidium, wiederholt in Taf. XII Fig. 12
2a Seitenansicht des Kopfes.

F. 3. Kopf mit Hülfeindrücken, von Chudleigh, wiederholt in Textfig. 35.

F. 4. Seitenansicht des Kopfes, von Chudleigh.

F. 5. Pygidium ohne Schaale mit Umschlag, von Dubowiki am Wolchow.

F. 7. Kleiner Kopf mit Hülfeindrücken, von Katlino bei Pawlowsk.

Fig. 8, a, b. *Asaphus cornutus* var. *Holmi* m., C_{1a}, von Malla, p. 50.

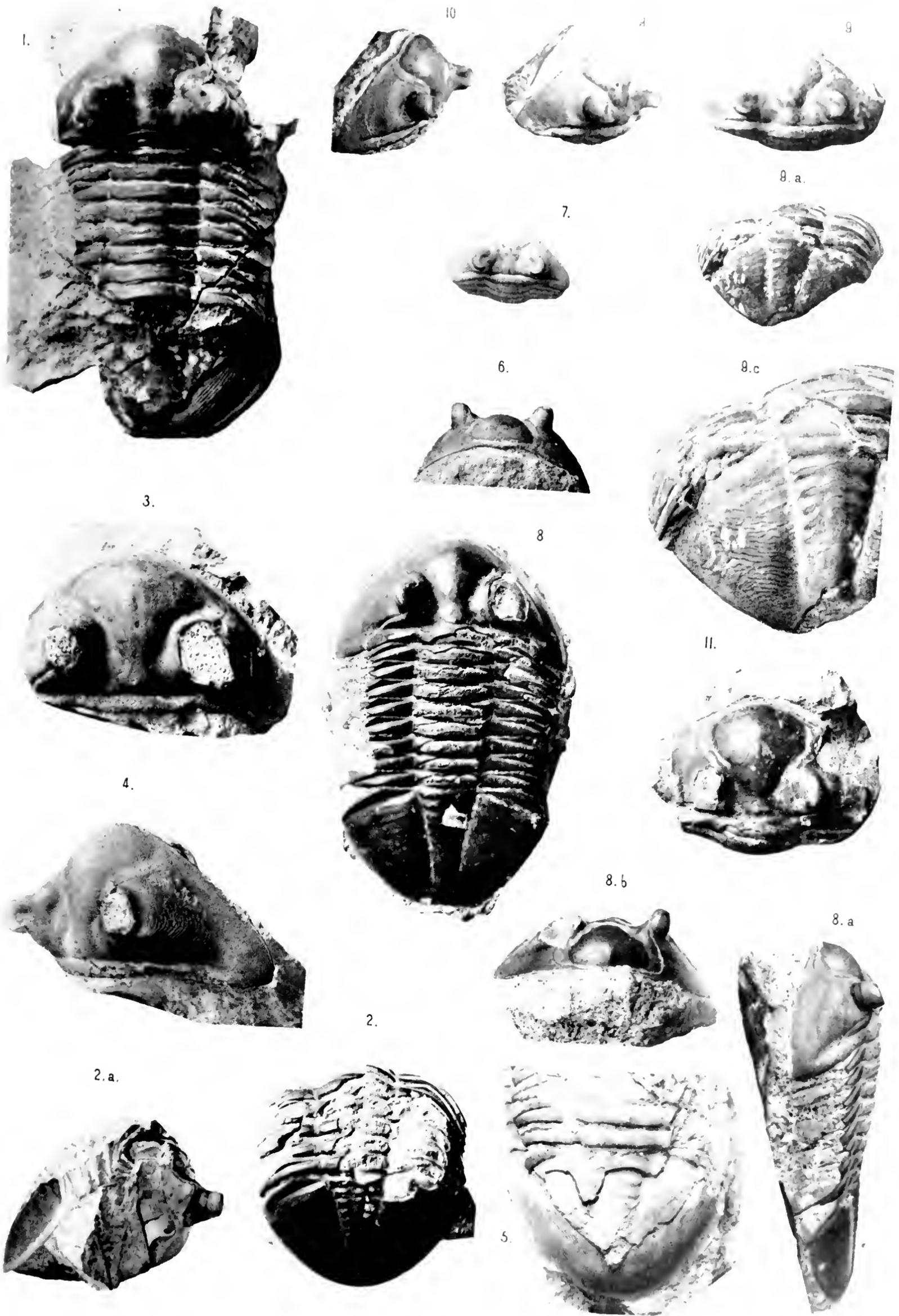
Fig. 6, 9, 10. *Asaphus Eichwaldi* m. B_{3b} — C_{1a} p. 41.

F. 6. Ansicht des Kopfes von vorn, aus der Volborth'schen Sammlung
von Pawlowsk.

F. 9, 9b. Ansicht des Kopfes von oben und von der Seite. F. 9a Pygidium, 9c
vergrössert. Aus der Volborth'schen Sammlung von Pawlowsk. C_{1a}.

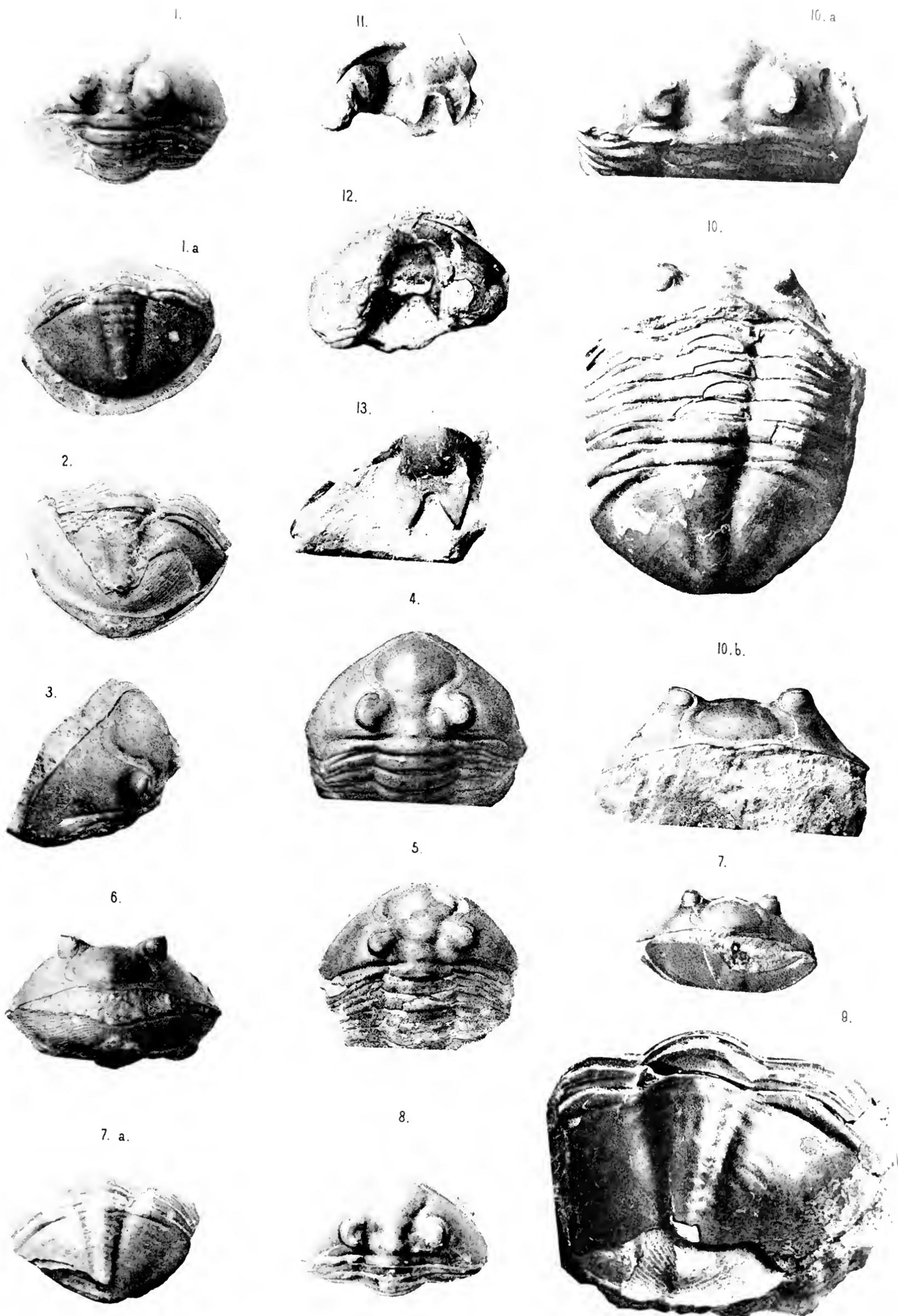
F. 10. Anderes Exemplar ebendaher mit erhaltener Wangenecke.

Fig. 11. *Asaphus Eichwaldi* var. *applanata* p. 44, von der Lawa bei Wassilkowo B_{3b}—C_{1a}.
Aus dem Museum des Berginstituts.



Tab. V.

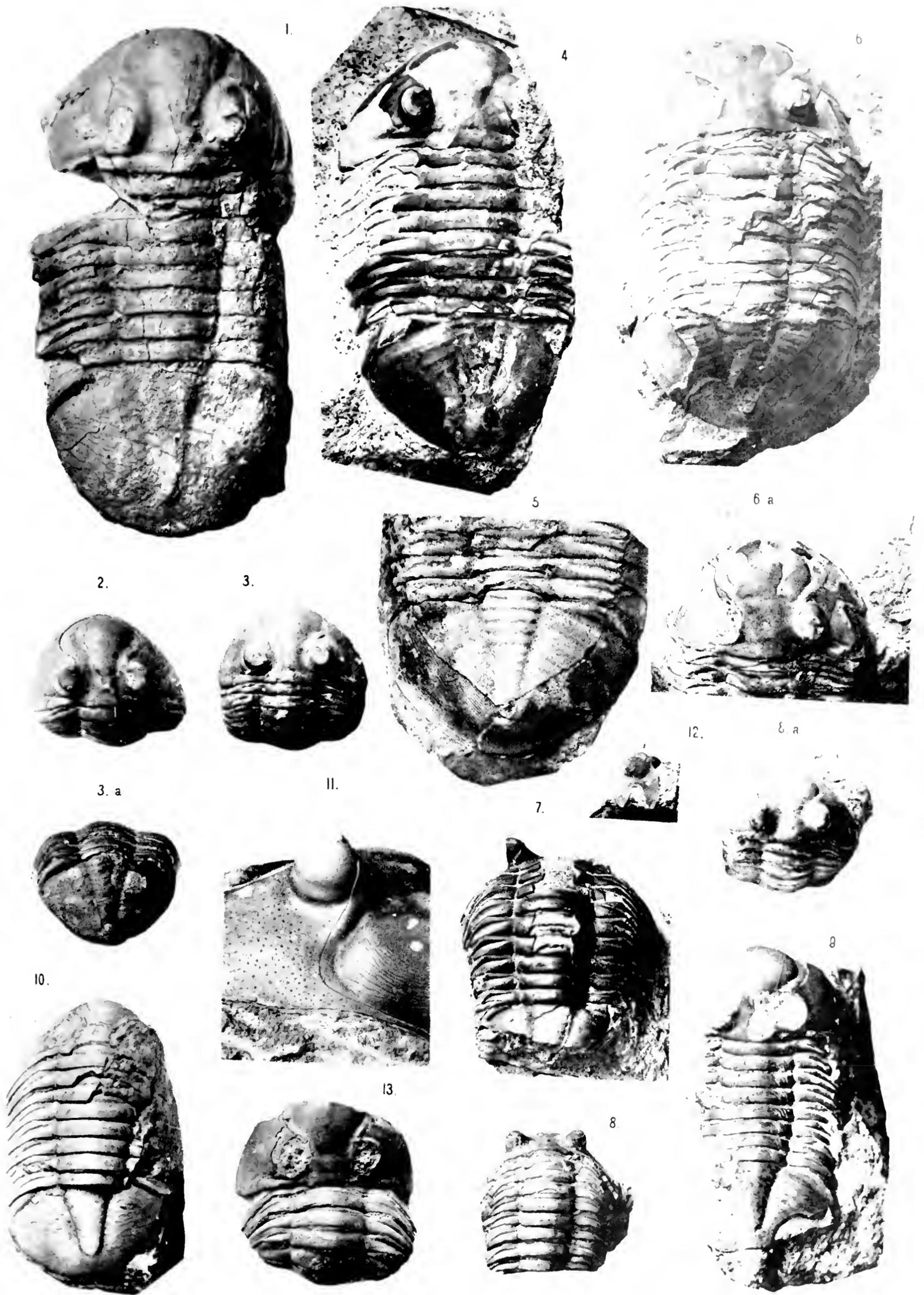
- Fig. 1—9. *Asaphus laevissimus* m. p. 58. Aus der Volborth'schen Sammlung von der Popowka. C_{1a}. — F. 9. Pygidium vergrößert, ebendaher.
- Fig. 10. *Asaphus laevissimus* var. *laticauda* m. p. 61. C_{1a} von Gostilzy, Plautin's Samml.
- Fig. 11, 13. Hypostoma von *Asaphus laevissimus* m., p. 59. Volborth'sche Sammlung von Pawlowsk. C_{1a}.
- Fig. 12. Kopfschlag und Hypostoma von innen von *Pseudasaphus tectandatus* Steinh. Volborth'sche Sammlung von Pawlowsk. Aus Versehen auf diese Tafel gerathen.
-





Tab. VI.

- Fig. 1, 2, 3. *Asaphus latus* Pand. var. *Plautini* m. p. 64. Aus Gostilizy. Plautin'sche Sammlung. C_{1a}.
- Fig. 4, 5. *Asaphus latus* Pand. p. 62. C_{1a}.
- F. 4. Aus der obern Linsenschicht von Baltischport.
- F. 5. Pygidium von Dubowiki am Wolchow.
- Fig. 6—12. *Asaphus ornatus* Pomp. C_{1b}. p. 68.
- F. 6, 6a, 7, 8, 8a, 9, 10. Stücke aus Reval.
- F. 11. Vergrößerung eines Theils des Kopfschildes, ebendaher.
- F. 12. Hypostoma ebendaher.
- F. 13. Etwas abweichendes Stück von Gostilizy. C_{1a}. Aus der Plautin'schen Sammlung.
-



Tab. VII.

Fig. 1—7. *Asaphus devexus* Eichw. C_{1b}. p. 65.

F. 1. Ganzes Exemplar ohne Wangen, von Reval. Plautin's Sammlung.

F. 2. Mittelschild des Kopfes von Reval.

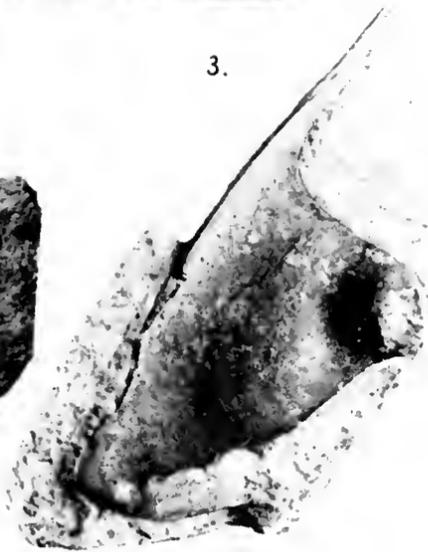
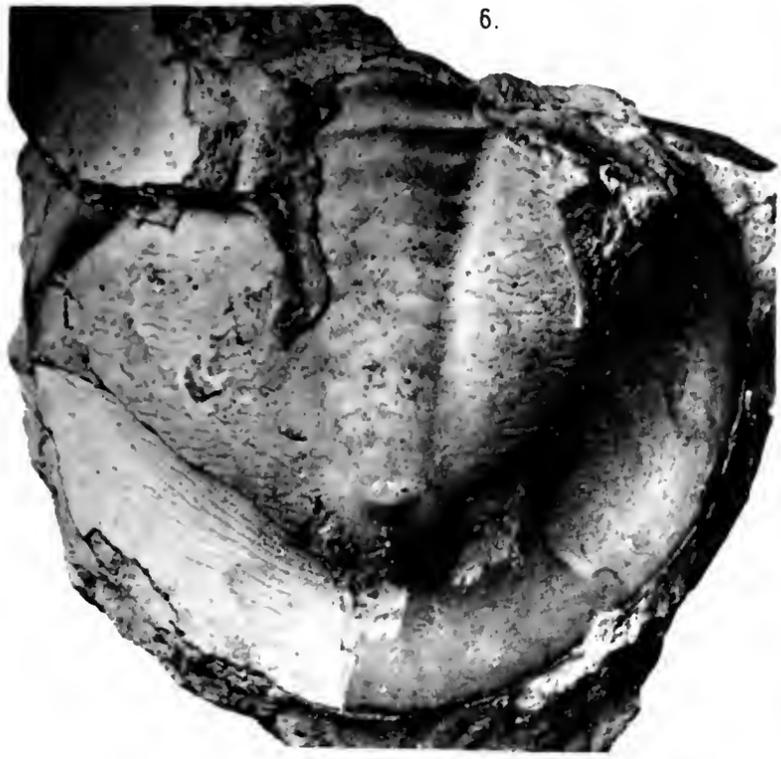
F. 3. Lose Wange von Reval.

F. 4. Kopfschlag von Reval.

F. 5. Hypostoma von Odensholm. Geologisches Kabinet der Universität Jurjew.

F. 6. Pygidium von Reval.

F. 7. Flach gedrückter Pygidium von Welsy am Wolchow, oberhalb Dubowiki. C_{1a-b}.





Tab. VIII.

Fig. 1—11. *Asaphus ludibundus* Törnq. p. 72. C_{1b}—C₂.

F. 1, 1a. Exemplar von Reval. C_{1b}.

F. 2. Von Erras. C_{1b}.

F. 3, 4, 5. Glabellen von Kuckers. C₂.

F. 6, 7. Wangenschilder ebendaher.

F. 8. Hypostoma von Odensholm. C_{1b}—C₂.

F. 9, 10, 10a. Pygidien von Kuckers. C₂. F. 9 u. 10 ohne Schaale, 10a mit Sch.

F. 11. Abweichendes grosses Pygidium von Kuckers. C₂.

Fig. 12, 13, 14. *Asaphus ludibundus* mut. *Itferensis* m. p. 77 C₃. Stücke von *Itferensis*, Kopf, Seitenansicht und Pygidium.

Fig. 15—19. *Asaphus ludibundus* mut. *Jewensis* m. p. 78 D₁.

F. 15a, b. Vollständiges typisches Exemplar von St. Mathias.

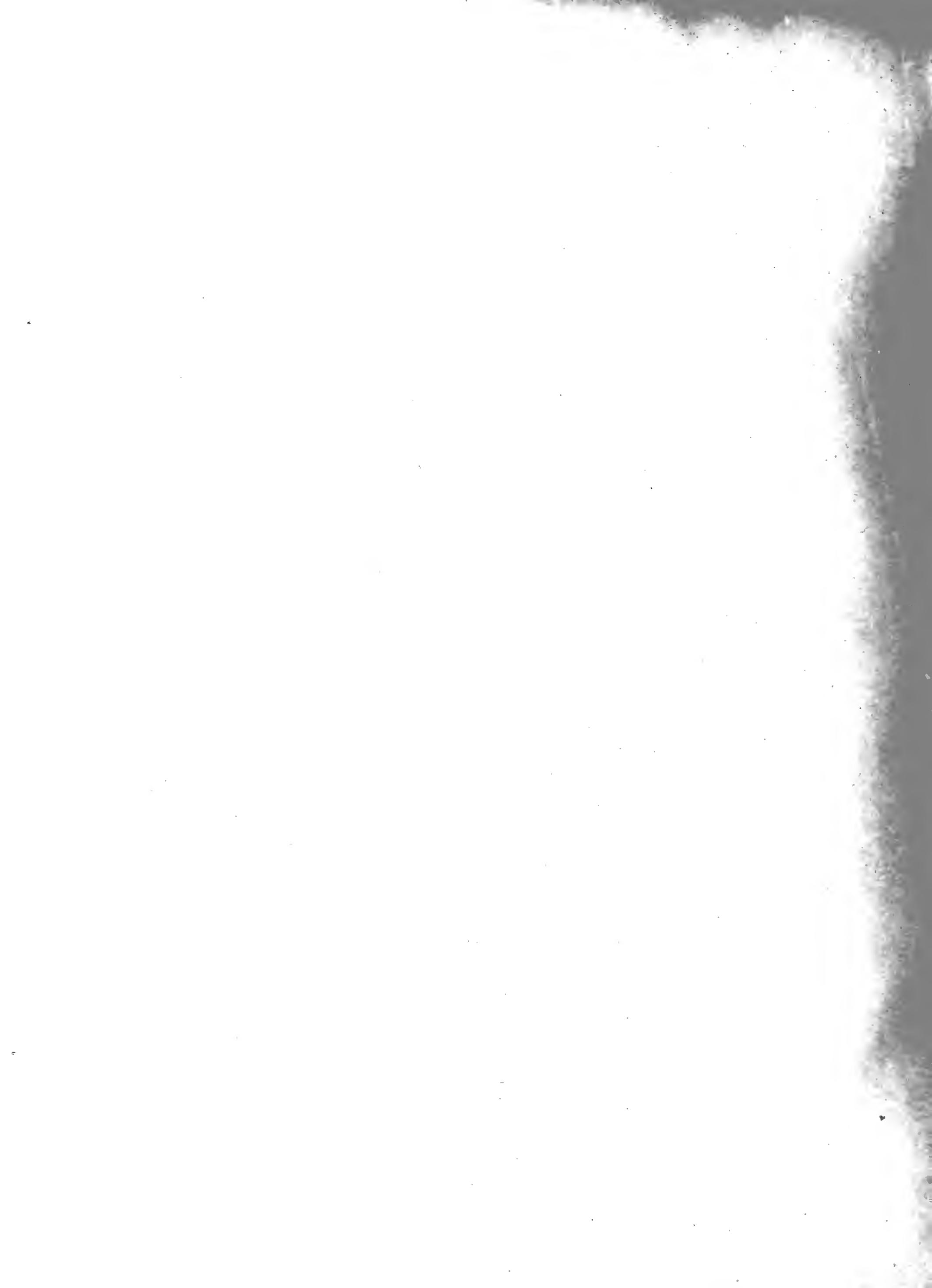
F. 16. Vorspringende Glabella, ebendaher.

F. 17. Hypostoma ebendaher.

F. 18. Pygidium ebendaher.

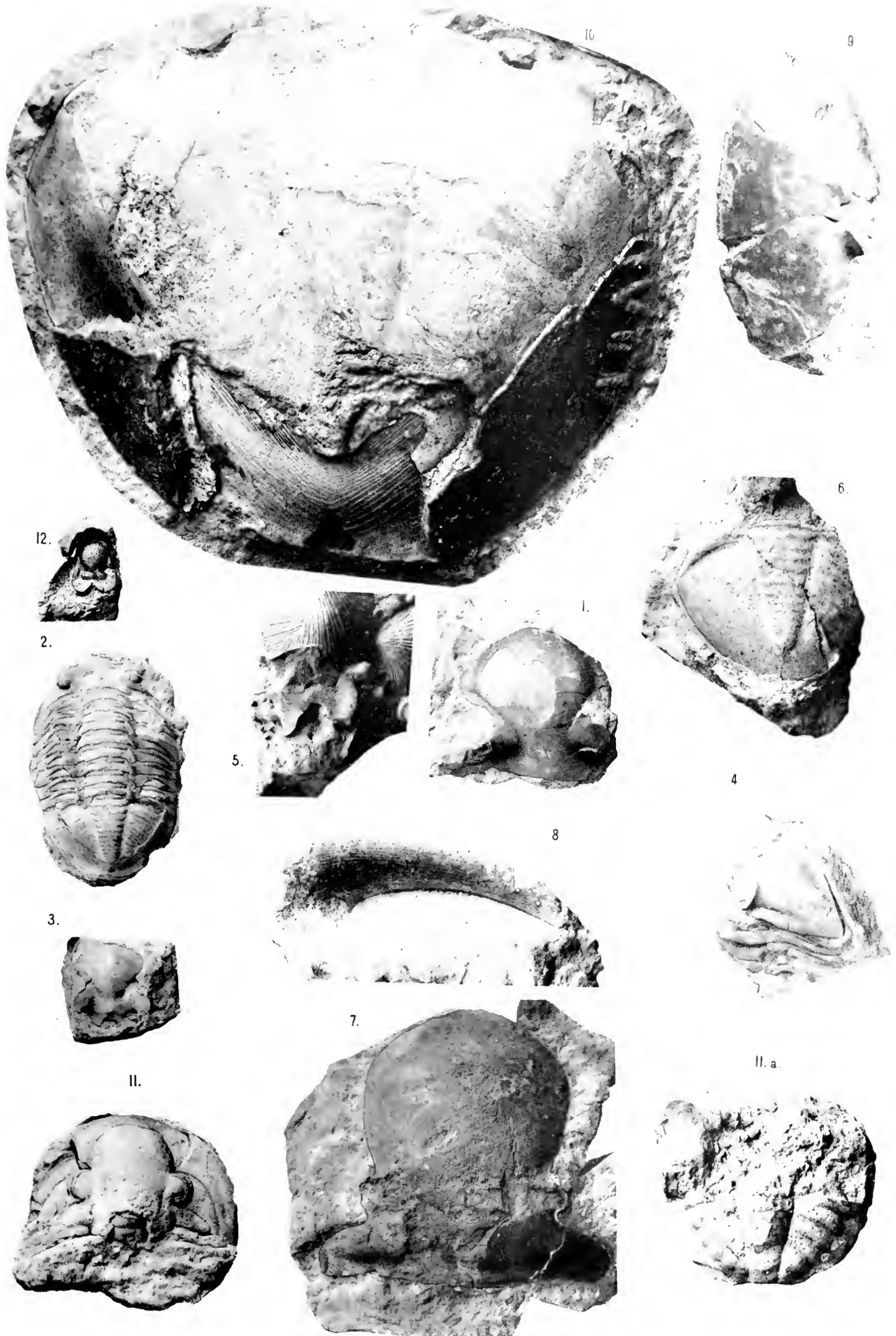
F. 19, 19a. Abweichendes Exemplar von Kawast.





Tab. IX.

- Fig. 1—6. *Asaphus ludibundus* mut. *Kegelensis* F. Schmidt. p. 81 D₂. Alles nat. Grösse.
- F. 1. Glabella von Kegel.
 - F. 2. Unvollständiges ganzes Exemplar von Paesküll.
 - F. 3. Kurze Glabella von Kegel.
 - F. 4. Kopfschild mit spitzen Wangenecken, von Kegel.
 - F. 5. Hypostoma von Kedder.
 - F. 6. Pygidium z. Th. ohne Schaale, von Kegel.
- Fig. 7—10. *Isotelus* (?) *Stacyi* F. Schmidt, von Reval. B_{3b}, p. 96. Alles natürliche Grösse.
- F. 7. Glabella.
 - F. 8. Rechte Seite des Kopfschlages.
 - F. 9. Wangenschild.
 - F. 10. Pygidium, z. Th. ohne Schaale, die Andeutung der Rhachis zu schmal.
- Fig. 11, 11a. *Niobe frontalis* Dalm. von Isvos aus Wolchow. B_{2b} p. 107. Natürliche Grösse.
- F. 11. Kopfschild.
 - F. 11a. Pygidium.
- Fig. 12. *Niobe Lindströmi* F. Schmidt. B_{2a—b}. p. 105. Hypostoma mit Kopfschlag. Aus der Volborth'schen Sammlung von Pawlowsk. Natürliche Grösse.
-



Tab. X.

Fig. 1, 2, 3, 4, 7. *Niobe Lindströmi* F. Schmidt. p. 105.

F. 1, 2. Kopf und Pygidium eines von Herrn Swetschin gefundenen vollständigen Exemplars, gegenwärtig im geologischen Kabinet der Universität Odessa. Aus den Putilow'schen Brüchen. B_{2a-b}.

F. 3, 4, 7. Verschiedene Ansichten eines von Herrn Ingenieur A. Mickwitz gefundenen Exemplars von der Lawa bei Wassilkowo (B_{2a-b}), gegenwärtig im geologischen Museum der Akademie der Wissenschaften.

Fig. 5, 6. *Niobe laeviceps* Dalm. p. 103 nach Prof. G. Lindström's Bestimmung. Kopf und Pygidium eines nicht ganz der typischen Form entsprechenden Exemplars. Die Pleuren des Pygidiums etwas zu stark gerathen. Aus der Volborth'schen Sammlung von der Popowka bei Pawlowsk, im geologischen Museum der Akademie.

Fig. 8. *Niobe frontalis* Dalm. Pygidium von der Popowka bei Pawlowsk, aus der untern Linsenschicht B_{3b}. p. 107. Sammlung Plautin.

Fig. 9—12. *Onchometopus Volborthi* F. Schmidt. p. 82.

F. 9, 9a, 9b. Ganzes Exemplar von Iswos am Wolchow (B_{2a-b}) von oben, von der Seite und in 9b die Vergrößerung eines Rhachisgliedes des Thorax um die Sculptur zu zeigen. Akademisches Museum.

F. 10. Exemplar der Volborth'schen Sammlung von Pawlowsk um den Umschlag zu zeigen.

F. 11. Exemplar mit erhaltenem Hypostoma ebendaher; die seitlichen scheinbaren Näthe nur durch Modell hervorgebracht.

F. 12. Pygidium von Pawlowsk aus der Volborth'schen Sammlung.

Fig. 13—16. *Isotelus platyrhachis* Steinh. (*I. gigas* Dek.). p. 91.

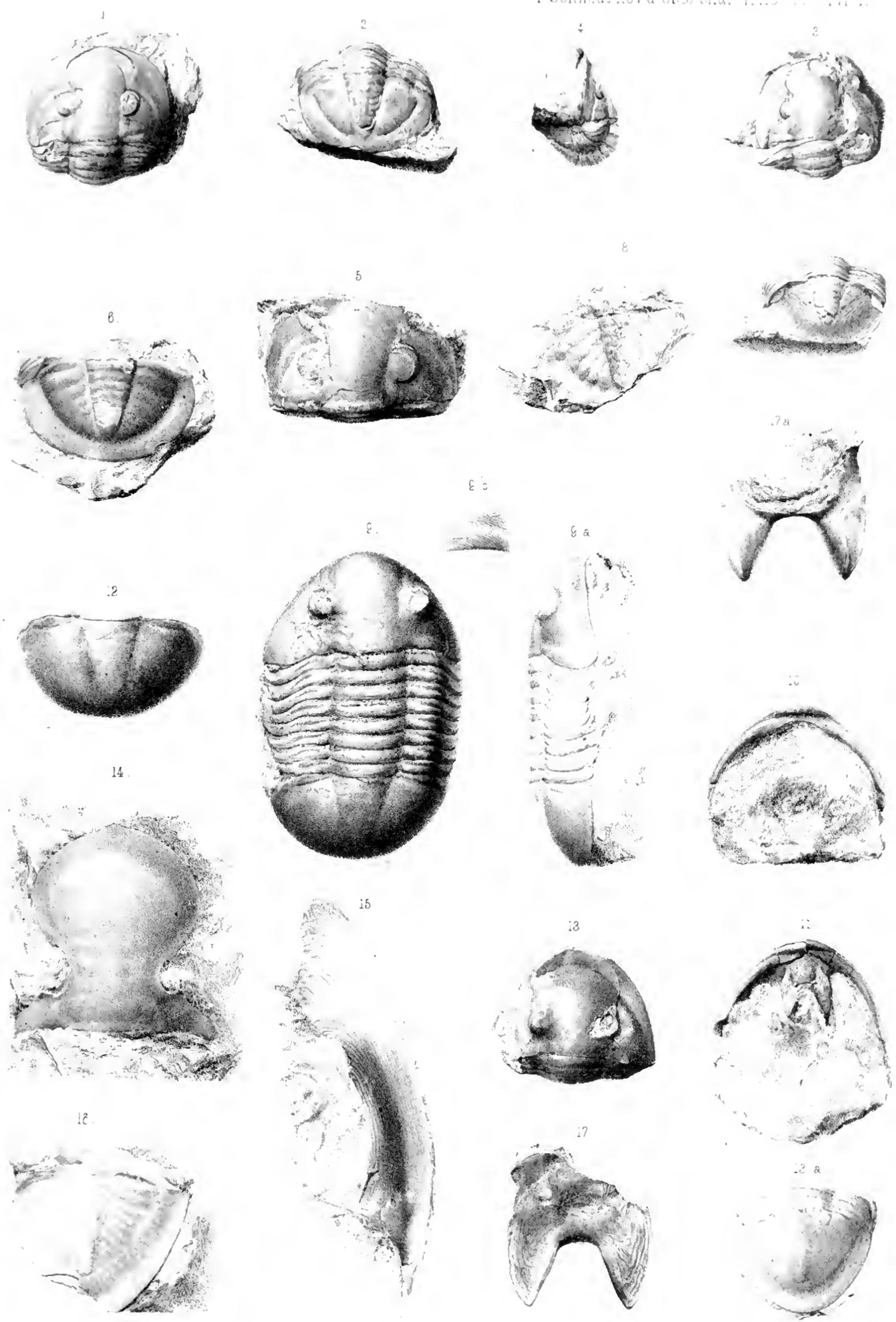
F. 13, 13a. Ganzes Exemplar von Neuenhof in Harrien (F. 1a). Dem geologischen Museum zu Königsberg gehörig.

F. 14. Glabella von Oddalem in Estland (F. 1a). Akademisches Museum.

F. 15. Lose Wange ebendaher.

F. 16. Pygidium ohne Schaale, ebendaher.

Fig. 17, 17a. *Isotelus remigium* Eichw. sp. p. 88. Hypostoma von Wesenberg.



Tab. XI.

(Die Stücke im Akademischen Museum wenn nicht besonders bemerkt).

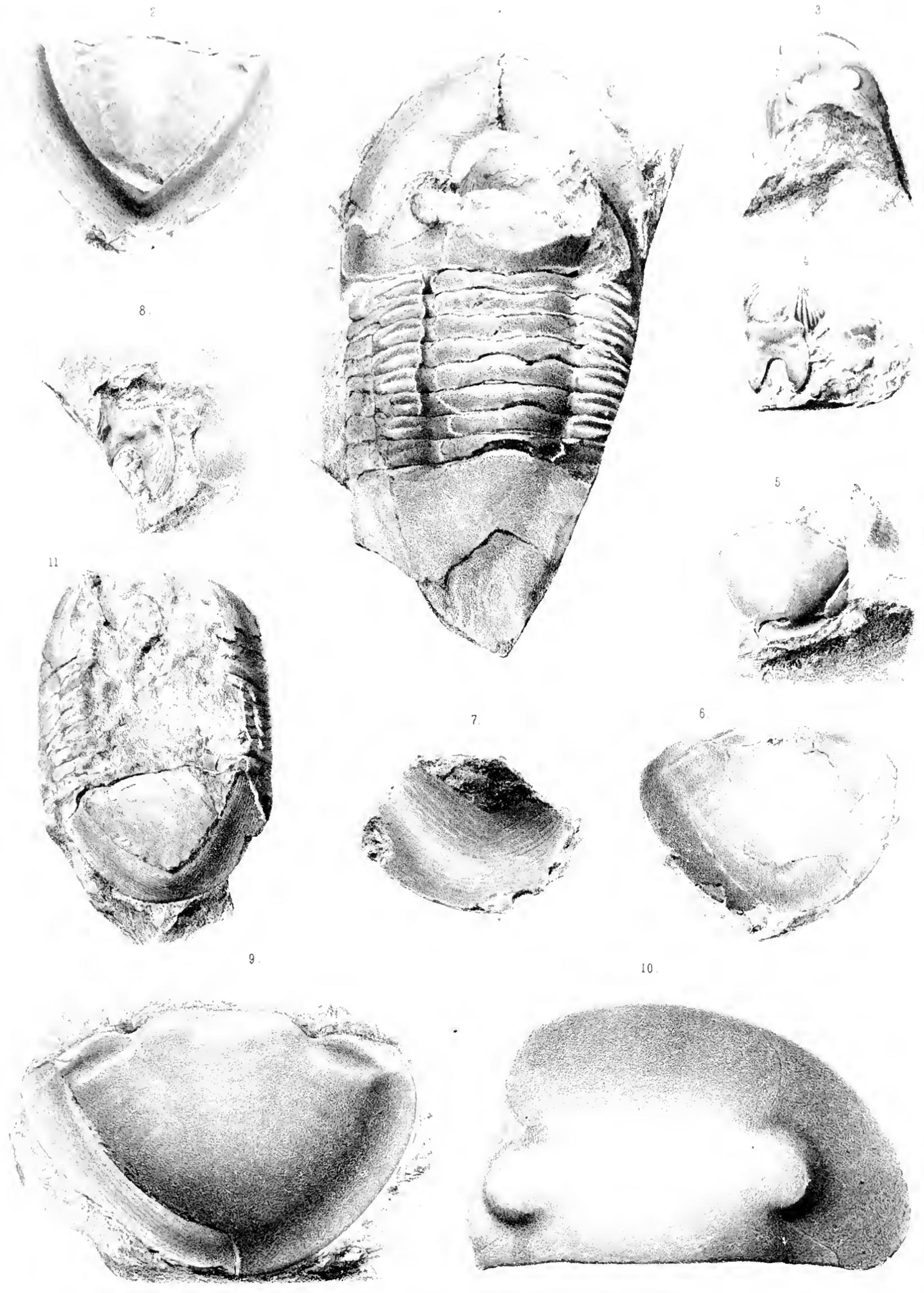
Fig. 1—7. *Isotelus remigium* Eichw. sp. p. 88.

- F. 1. Ziemlich vollständiges Exemplar, als Geschiebe auf Worms von Baron R. Ungern gefunden. Original der Eichwald'schen Figur Lethaea ross. Taf. 54 Fig. 4. Revalsches Museum.
- F. 2. Pygidium ohne Schaale von Wesenberg. E.
- F. 3. Kopf ohne Glabella von Forby unweit Reval. E.
- F. 4. Hypostoma von Wesenberg.
- F. 5, 6. Pygidien von Wesenberg, mit Schaale.
- F. 7. Umschlag des Pygidiums von innen gesehen, ebendaher.

Fig. 8. *Isotelus platyrhachis* Steinh. Abdruck des Hypostoma von Oddalem. m. F. 1a.

Fig. 9—11. *Isotelus (Brachyaspis) robustus* F. Röm. p. 93.

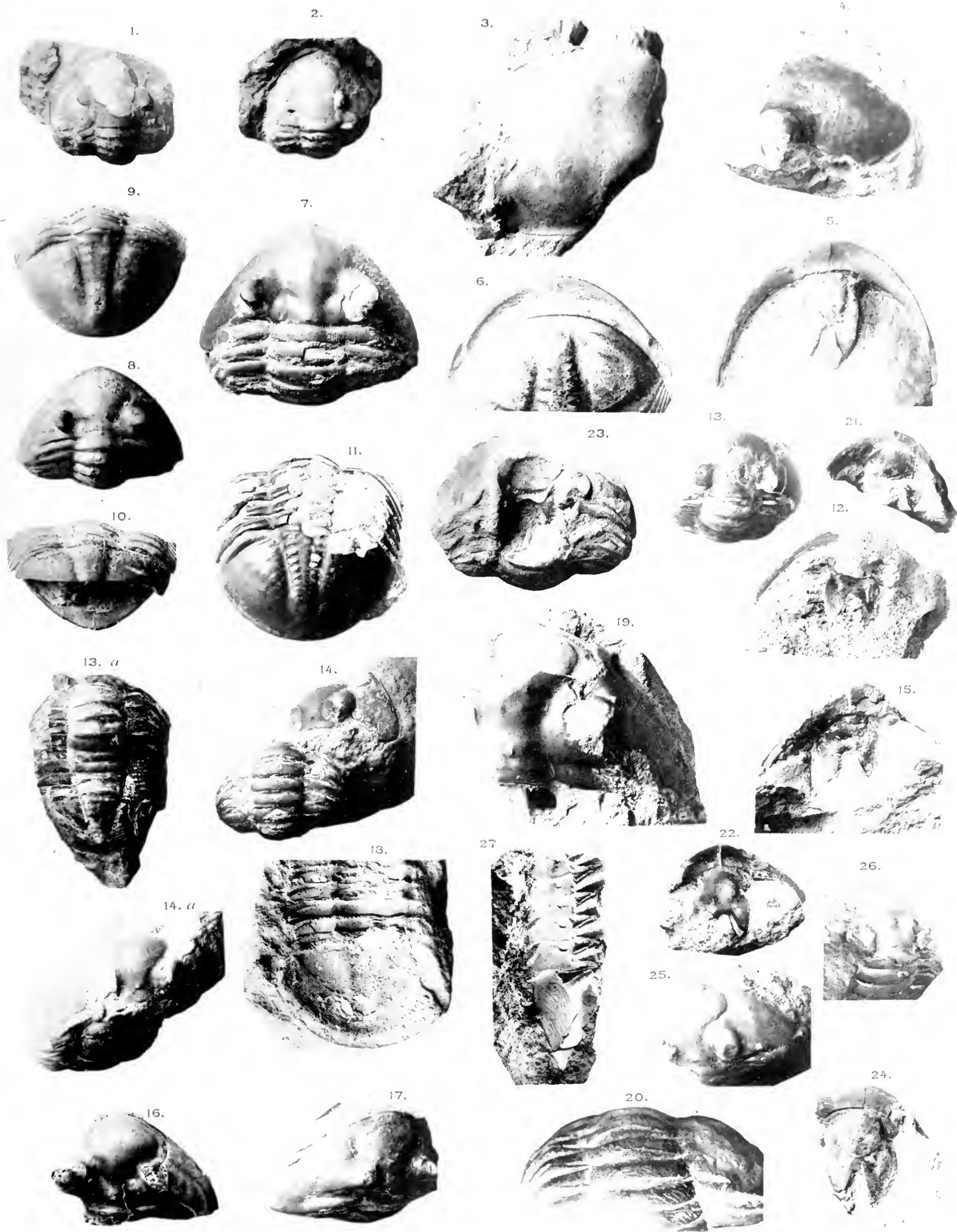
- F. 9. Abweichendes Pygidium von Borkholm. F₂.
 - F. 10. Kopfschild von Piersal. F_{1b}.
 - F. 11. Unvollständiges ganzes Exemplar, von Rannaküll bei Hapsal. F_{1b}. Museum der Naturforschergesellschaft zu Dorpat.
-



Tab. XII.

(Alle Exemplare im geologischen Museum der Akademie der Wissenschaften).

- Fig. 1, 2. *Niobe Lindströmi* F. Schmidt. Aus den Putilow'schen Brüchen bei Gornaja Scheldicha (B_{2a-b}). Fig. 2 mit Lichasähnlichen Andeutungen von Furchen auf der Glabella.
- Fig. 3. Glabella und Fig. 4. Wange von *Isotelus robustus* F. Röm. Aus Schwarzen in Estland (F_{1b}), von Pahnisch gesammelt.
- Fig. 5. *As. Bröggeri* m. Umschlag und Hypostoma, aus den Putilow'schen Brüchen. B_{2a-b}.
- Fig. 6. *Asaphus expansus* Dalm. von Iswos am Wolchow. B_{2b}. Zeigt den Kopfschlag und die Eindrücke zur Einfügung der Pleurenenden beim Zusammenrollen.
- Fig. 7. *Asaphus lepidurus* Nieszk. Exemplar von Iswos (B_{2b}) mit deutlichen Hilfseindrücken und concentrischer Streifung auf der Glabella.
- Fig. 8—10. *Asaphus raniceps* var. *Lamanskii* m. p. 35 von Iswos am Wolchow. B_{2b}.
- Fig. 11. *Asaphus cornutus* Pand. Eindruck an der Unterseite des Kopfschlages, von Dubowiki am Wolchow. C_{1a}.
- Fig. 12. *Asaphus cornutus* Pand. Pygidium von Malla in Estland. C_{1a}. Wiederholung der Fig. 2 auf Tab. IV.
- Fig. 13, 13a. *Asaphus pachyophthalmus* var. *minor* m. p. 40 von Kunda (B_{3b}). Gesammelt von Dr. Gagel in Berlin.
- Fig. 14, 14a. *Asaphus pachyophthalmus* var. *minor* m. Von Sapolek am Wolchow. B_{3b}.
- Fig. 15. *Asaphus delphinus* Lawr. Umschlag mit Hypostoma. Gostilizy. C_{1a}.
- Fig. 16. *Asaphus Kowalewskii* Lawr. Kopfschild ohne Schaale. Zeigt den Eindruck vom Umschlag. Baltischport, obere Linsenschicht. C_{1a}.
- Fig. 17. *Asaphus Kowalewskii* Lawr. Seitenansicht des Kopfes mit Sculptur. Dubowiki am Wolchow. C_{1a}.
- Fig. 18. *Asaphus Kowalewskii* Lawr. Innere Ansicht des Pygidiums um den Randsaum zu zeigen. Dubowiki. C_{1a}.
- Fig. 19. *Asaphus platyurus* Ang. von Chudleigh. C_{1a}. Glabella mit Hilfseindrücken.
- Fig. 20. Thorax von *Asaphus Eichwaldi* m. mit der Streifung. Volborth'sche Sammlung von Pawlowsk. C_{1a}.
- Fig. 21. Kopfschlag mit Hypostoma von *A. Eichwaldi* m. Volborth'sche Samml. C_{1a}.
- Fig. 22, 23. *Asaphus laevissimus* m. aus der Volborth'schen Samml. von Pawlowsk. C_{1a}.
- F. 22. Umschlag mit Hypostoma von unten gesehen.
- F. 23. Von oben gesehen, bei Entfernung der Glabella.
- Fig. 24. *Asaphus latus* Pand. Umschlag mit Hypostoma. Von Gostilizy. C_{1a}.
- Fig. 25, 26. *As. ornatus* Pomp. Kopfschild von Reval. C_{1b}; mit Basallobus der Glabella.
- Fig. 27. *Asaphus ludibundus* Törnq. var. *Itferensis* m. Untere Ansicht der Thoraxpleuren mit den Pander'schen Organen.
-



ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.
MÉMOIRES
DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.
VIII^e SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ.

CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Томъ XII. № 9.

Volume XII. № 9.

PHOTOMETRISCHE BEOBACHTUNGEN DER NOVA (3. 1901) PERSEI

AUF DER

NIKOLAI-HAUPTSTERNWARTE ZU PULKOWO

von L. Grabowski und H. v. Zeipel angestellt.

BEARBEITET VON

Dr. L. Grabowski.

(Vorgelegt der Akademie am 30. October 1901).

С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1902. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской
Академіи Наукъ:

Н. Н. Глазунова, М. Эггерса и Комп. и К. Л. Риккера
въ С.-Петербургѣ,
П. П. Карбасникова въ С.-Петербур., Москвѣ, Варшавѣ
и Вильнѣ,
Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie IMPÉRIALE des
Sciences:

J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Péters-
bourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et
Vilna,
N. Oglobline à St.-Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kummel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цѣна: 80 коп. — Prix: 2 Mk.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
С.-Петербургъ, Апрель 1902 г.

Непремѣнный секретарь, Академикъ *Н. Дубровинъ*.

1. — Kurz nach dem Erscheinen der Nova (3.1901) Persei wurde auf der Pulkowoer Sternwarte, auf Anregung des Herrn Directors O. Backlund, auch eine Reihe photometrischer Beobachtungen derselben in Angriff genommen, um den Verlauf des Lichtwechsels des Sterns während der ersten Monate nach seinem Erscheinen festzustellen. Zu diesem Zwecke haben wir, Herr Lic. H. v. Zeipel und ich, bis gegen Ende April an jeder dazu genügend klaren Nacht mittels des an einen Steinheil'schen 5-zölligen Refractor angeschlossenen Zöllner'schen Photometers der hiesigen Sternwarte die Helligkeit der Nova im Vergleich mit anderen Sternen gemessen. Ausserdem sind an einigen Nächten, wo die Klarheit des Himmels nur für kurze Zeit gesichert schien, von uns Stufenschätzungen angestellt worden. Die photometrischen Messungen sind grösstenteils nicht von beiden Beobachtern gleichzeitig, sondern so ausgeführt, dass dieselben in Intervallen von je einigen Stunden einander ablösten.

In der Regel wurde an jedem einzelnen Abend nur ein, u. zw. von beiden Beobachtern derselbe, Vergleichstern benutzt, der dann in den meisten Fällen entweder am Anfange und am Schluss der von einem Beobachter ausgeführten Beobachtungsgruppe, oder auch nur in der Mitte einer solchen, gemessen wurde. Von Abend zu Abend wurde die Wahl des Vergleichsterns der wechselnden Helligkeit und Farbe der Nova angepasst.

Der Refractor, an welchen das Photometer angeschraubt war, besitzt kein Uhrwerk. Wir benutzten von den zwei künstlichen Sternen des Photometers immer nur den einen, von der Vorderfläche der Glasplatte reflectirten, zur Beobachtung; den natürlichen Stern liessen wir eine Sehne im Gesichtsfeld beschreiben, welche an dem künstlichen Stern recht nahe vorbeiging, und die definitive Abgleichung des künstlichen Sterns mit dem natürlichen geschah immer bei dem dem künstlichen am nächsten liegenden Teile jener Sehne. Sobald der Stern sich von dem künstlichen etwas entfernt hatte, wurde er immer wieder durch Feinbewegung im Stundenwinkel in die Nähe desselben zurückgebracht, und dies solange wiederholt, bis das Urteil über die Gleichheit fertig war.

Wir benutzten nie das volle Objectiv, sondern setzten jedesmal eine von zwei Blenden vor, deren freie Oeffnungen 72 mm. und 28 mm. Durchmesser haben. Auch wurden vier verschiedene Diaphragmenöffnungen am Photometer angewandt. Blende sowie Diaphragma wurden nie innerhalb einer Beobachtungsgruppe gewechselt.

Obgleich es sich uns hauptsächlich darum handelte, Material für ein Studium der Hauptzüge des gesammten Lichtwechsels in dem genannten Zeitraum beizutragen, so wollten wir doch auch prüfen, ob etwa innerhalb kurzer Zeit sich abspielende Schwankungen stattfinden, und haben deshalb an mehreren Nächten, wie aus der unten gegebenen Zusammenstellung ersichtlich, die Nova andauernd überwacht; zu diesem Zwecke angestellte Messungsreihen erstrecken sich auf bis zu 9 Stunden. In einigen Fällen haben wir auch in der That sehr merkliche Lichtveränderungen schon innerhalb einer Nacht constatiren können; mit am auffallendsten war dies am 15. März, wo die Veränderung während der Beobachtungsreihe ca. $1\frac{1}{2}$ Grössenklassen beträgt und nahezu proportional der Zeit erfolgt. Auf andere auffällige Aenderungen soll noch im Folgenden hingewiesen werden.

Die erste rohe Reduction der Beobachtungen, nämlich die Ableitung der einzelnen Helligkeitsdifferenzen gegen die Vergleichsterne (ohne Rücksicht auf etwaige systematische Fehler) hat jeder von uns für seinen eigenen Teil der Beobachtungen gemacht; die weitere Bearbeitung geschah durch mich allein. Herr v. Zeipel wurde nur durch seine gegen Ende April notwendig gewordene Abreise zur schwedischen Spitzbergen-Gradmessungsexpedition verhindert, daran teilzunehmen. Ausser der Reduction seiner Beobachtungen ist natürlich noch die Bestimmung seiner persönlichen Vergleichsternscala, welche weiter unten mitgeteilt wird, durch ihn selbst ausgeführt.

2. — Nach Abschluss unserer gesammten Nova-Reihe habe ich noch eine weitere Reihe von Beobachtungen an dem Photometer angestellt, welche einestheils die Bestimmung der subjectiven Helligkeitsscala der benutzten Vergleichsterne, anderenteils die Untersuchung gewisser systematischer Fehler des Photometers zum Zweck hatten. Ich möchte hier vor Allem auf den letzteren Punkt näher eingehen, da derselbe gerade schon bei der Ableitung der Helligkeitsdifferenzen gegen die Vergleichsterne in Frage kommt.

Der Intensitätskreis des Photometers ist in Grade geteilt, und die Ziffern laufen von dem Strich 0° nach beiden Seiten wachsend bis zum gegenüberliegenden Strich 180° . Ein fester Nonius, an dem sich der Kreis vorbeidreht, gestattet die Ablesung der Zehntelgrade. Die Einstellung 0° sowie die Einstellung 180° entsprechen, abgesehen von dem (allerdings starken) Indexfehler, der Senkrechtstellung der beiden Polarisations Ebenen. In der nachstehend gegebenen Zusammenstellung unserer Beobachtungen ist jeder «Intensitätswinkel» J ein Mittel aus zwei unmittelbar hintereinander ausgeführten Einstellungen, die entweder zu beiden Seiten des 0° -Punktes des Intensitätskreises, oder zu beiden Seiten des 180° -Punktes, gemacht wurden. Diese Intensitätswinkel sind somit vom Indexfehler frei. Geschehen die zwei Einstellungen um den Punkt 0° herum, so sage ich, dass die Messung in der «Kreisstellung I» ausgeführt worden ist, den Fall von Einstellungen um 180° herum bezeichne ich mit «Kreisstellung II».

Da indessen manche Fehlerquellen bekanntlich erst durch Mittelbildung aus sämtlichen vier Quadranten eliminirt werden, so wäre es vielleicht das Richtigste gewesen, in der

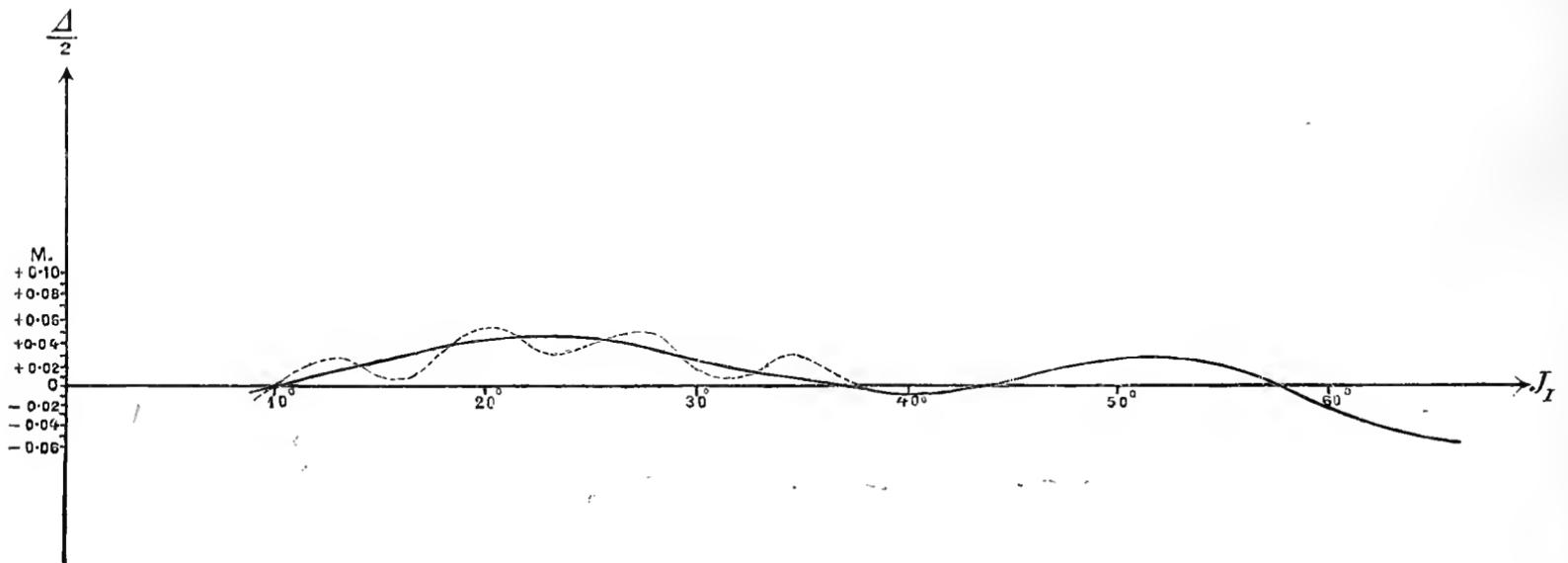
Zusammenstellung nicht die Werte I und II der Intensitätswinkel, sondern gleich die Mittel $\frac{I+II}{2}$ aufzuführen. Die Anordnung der Beobachtungen liess jedoch eine solche Behandlung nicht zu. Denn oft waren die Einstellungen in der Kreisstellung I und die in der Kreisstellung II nicht so bald hintereinander erfolgt, dass es noch richtig erschiene, sie auf einen und denselben Zeitpunkt zu beziehen; auch kommen Fälle vor, wo ein Stern überhaupt nur in der einen Kreisstellung gemessen worden ist.

Aus denselben Gründen erachtete ich es für notwendig, nachträglich die systematischen Unterschiede zwischen Messungen in der Kreisstellung I und solchen in der Kreisstellung II zu untersuchen, um die «Reduction auf das Mittel der 4 Quadranten» als Function des Einstellungswinkels J_I oder J_{II} zu bestimmen. Es wurden hierzu sowohl unsere Beobachtungen aus der Nova-Reihe, als auch die erwähnten von mir später angestellten herangezogen; aus diesem Material wurden alle diejenigen Fälle ausgewählt, wo ein Stern in kurzem Zeitabstand in den beiden Kreisstellungen I und II gemessen worden war, und wo zugleich die Beobachtungsumstände (Luftzustand, Qualität der Bilder, Zenithdistanzen) günstige waren. Für jede solche Beobachtung wurde nun die Differenz Δ gebildet zwischen der «relativen Grösse» des Sternes ($\log \operatorname{cosec}^2 J$, corrigirt für Extinction und dividirt durch 0.4), wie sie sich aus den Einstellungen bei I allein ergab, und seiner «relativen Grösse» wie sie sich aus denjenigen bei II ergab; als Argument, welchem der Wert von Δ zugeordnet wurde, diente der Intensitätswinkel bei I.

Die so zusammengestellten Wertepaare der Function Δ und des Argumentes J_I hätten nun als Punkte in einem rechtwinkligen Coordinatensystem abgebildet und dann graphisch durch eine Curve ausgeglichen werden können. Indessen würde, wenn man dies unmittelbar mit jenen Werten thun wollte, bei der Curvenziehung schon der verwirrende Anblick einer so ausserordentlich grossen Anzahl von zerstreuten Punkten störend wirken, und ferner hätten dann die einzelnen Punkte verschiedene Gewichte gehabt, was sich bei der Ziehung einer Curve gar nicht oder nur sehr unsicher berücksichtigen lässt. Das beste Verfahren in solchem Falle besteht darin, den gesammten Bereich des Argumentes in kleine Intervalle zu teilen, derart, dass erstens in jedem Intervall die Function als linear angenommen werden darf, und dass ferner, wenn man aus den zu einem einzelnen Intervall gehörigen Wertepaaren ein Normal-Wertepaar (abgewogenes Mittel der Argumentwerte und solches der Functionswerte) bildet, die so erhaltenen Normalpunkte annähernd gleiches Gewicht haben. Die erstere Forderung habe ich bei der Bildung der Normalpunkte streng eingehalten: in der That sind in keinem Falle Werte, deren Argumente J_I mehr als $1\frac{1}{2}$ Grad auseinanderlagen, zur Bildung eines und desselben Normalpunktes herangezogen worden. Was die Gewichte anbelangt, so wurde zwar die Bildung der Normalpunkte absichtlich (aus praktischen Rücksichten) so angeordnet, dass die resultirenden Gewichte derselben nicht durchgängig gleich sind: es wurden in dem mittleren Argumentgebiet, etwa zwischen 15° und 35° , für welches natürlich auch die zahlreichsten Daten vorhanden waren, mehr Punkte in je einen Normalpunkt zu-

sammengefasst, als in den extremen Gebieten; jedoch wurde dafür Sorge getragen, dass die Gewichte der Normalpunkte sich längs der Curve nur ganz allmählich, in praktischem Sinne stetig, ändern, dass also Punkte von merklich verschiedenem Gewicht nur in weit voneinander entfernten Partien der Curve vorkommen. Der Zweck der zweiten obengenannten Forderung ist natürlich auch bei einer solchen Anordnung vollkommen erreicht: die Ungleichheit der Gewichte der Punkte kommt dann bei der Curvenziehung gar nicht in Betracht.

Es wurden so 47 Normalpunkte gebildet, die das Intervall von 9° bis 66° bedecken, und behufs graphischer Ausgleichung auf Millimeterpapier aufgetragen; 1 Grad wurde durch 1 cm. der Abscisse dargestellt, $\frac{1}{2}$ cm. der Ordinate bedeutete 1 Hundertstel Grössenklasse in der gesuchten Reduction auf das Mittel der 4 Quadranten, die (bis auf das Vorzeichen) $= \frac{\Delta}{2}$ ist. Der Anblick, den die gezeichneten Punkte in ihrer Verteilung boten, schien nun die Wahl zwischen zwei verschiedenen Curven offen zu lassen: die eine (*A*) in engerem, die andere (*B*) in freierem Anschluss an die vorgezeichneten Punkte. Ich habe die beiden Curven gezeichnet; sie sind hier in stark verkleinertem Maassstabe abgebildet, wobei die Wiedergabe der Punkte wegen des kleinen Maassstabes und zum Zwecke besserer Uebersichtlichkeit unterblieben ist; die erstere Curve ist gestrichelt, die letztere als volle Linie dargestellt. Von etwa 40° an fallen die beiden Curven fast genau zusammen, weshalb hier in diesem Teile nur eine abgebildet ist.



Man kann nun leicht ein Kriterium darüber gewinnen, ob die Einbiegungen, welche die Curve *A* gegenüber der einfacheren Curve *B* aufweist, reell sind oder nicht. Es ist mir anderweitig, aus sehr zahlreichen Fällen von wiederholten Messungen eines Sterns in je 4 Quadranten, bekannt, dass bei mir der wahrscheinliche Fehler einer solchen aus 4 Einstellungen bestehenden und unter günstigen Umständen ausgeführten Messung 0.045 beträgt; sehr nahe denselben Betrag dürfte er auch bei Herrn v. Zeipel haben. Folglich ist der wahrscheinliche zufällige Fehler eines Mittels aus 2 Einstellungen $= 0.045\sqrt{2}$. Nun

beruht jeder von den bei der obigen Untersuchung verwendeten Werten von $\frac{\Delta}{2}$, welcher mit einem Gewicht 1 versehen ist, auf zwei Einstellungen des Winkels J_1 und zwei Einstellungen des Winkels J_{II} ; man kann somit behaupten, dass der wahrscheinliche zufällige Fehler einer mit dem Gewicht 1 versehenen Bestimmung der Grösse $\frac{\Delta}{2}$ gleich $\frac{1}{2}\sqrt{(0.045\sqrt{2})^2 + (0.045\sqrt{2})^2}$ Grössenklassen, d. h. 0^m045 ist. Wenn ich aber die Abweichungen, v , der Ordinaten der Normalpunkte von den Ordinaten der Curve A , ausgedrückt in Grössenklassen von $\frac{\Delta}{2}$, bilde, und jedes v^2 mit dem Gewicht p des betreffenden Normalpunktes multiplicire, dann finde ich für die Summe dieser Producte den Wert 0.07960, während die Curve B $\Sigma pv^2 = 0.12195$ ergibt; mithin erhält man, je nachdem man die Curve A oder B als reell ansieht, für den wahrscheinlichen zufälligen Beobachtungsfehler

$$r = 0^m6745 \sqrt{\frac{0.07960}{47-k}} \quad \text{oder} \quad r = 0^m6745 \sqrt{\frac{0.12195}{47-k}},$$

wo für k die Anzahl der unbekannt Parameter zu substituiren wäre. Diese ist zwar bei einer graphischen Ausgleichung eigentlich nicht angebar; doch sieht man, nach der Gestalt der Curven, dass, in beiden Fällen, für k etwa 4 oder 6 eine angemessene Annahme sein dürfte¹⁾; mässige Abänderungen von k haben übrigens auf r keinen merklichen Einfluss. Nimmt man $k = 4$ an, so folgt beziehungsweise

$$r = \pm 0^m029 \quad \text{und} \quad r = \pm 0^m036.$$

Die erstere Curve führt also auf einen schon beträchtlich zu kleinen Wert für den zufälligen Beobachtungsfehler. Ihr Anschluss an die Beobachtungen ist folglich ein zu enger; die Einbiegungen, die sie gegenüber der einfacheren Curve zeigt, sind nicht reell.

Ich reproducire hier eine auf die Curve B gegründete Reductionstafel, welche bei der unten gegebenen Bearbeitung der Beobachtungen benutzt worden ist. Da es übrigens sowohl bequemer als auch für die Rechnungsgenauigkeit vorteilhaft ist, alle Reductionen, anstatt an der Helligkeit in Grössenklassen, gleich am $\log \sin$ des Intensitätswinkels anzubringen, so sind hier, in einer weiteren Columne, auch die entsprechenden Correctionen dieses Logarithmus angegeben.

1) Eine einfache Sinuscurve, $y = a + b \sin(cx + d)$, hängt von 4 Parametern ab.

J_I	Correction der Grösse; in Hunderstel-Grössenklassen.	Correction des $\log \sin J_I$	J_I	Correction der Grösse; in Hunderstel-Grössenklassen.	Correction des $\log \sin J_I$	J_I	Correction der Grösse; in Hunderstel-Grössenklassen.	Correction des $\log \sin J_I$	J_{II}	Correction der Grösse; in Hunderstel-Grössenklassen.	Correction des $\log \sin J_{II}$	J_{II}	Correction der Grösse; in Hunderstel-Grössenklassen.	Correction des $\log \sin J_{II}$
9°	+0.8	-0.0016	35°	+0.1	-0.0002	9°	-0.7	+0.0015	38°	-0.1	+0.0002	38°	-0.1	+0.0002
10	+0.2	-0.0004	39	+0.4	-0.0008	10	-0.2	+0.0004	39	-0.4	+0.0009	39	-0.4	+0.0009
11	-0.4	+0.0007	40	+0.6	-0.0012	11	+0.3	-0.0007	40	-0.6	+0.0012	40	-0.6	+0.0012
12	-0.8	+0.0017	41	+0.6	-0.0012	12	+0.8	-0.0016	41	-0.6	+0.0011	41	-0.6	+0.0011
13	-1.3	+0.0027	42	+0.5	-0.0010	13	+1.3	-0.0025	42	-0.5	+0.0009	42	-0.5	+0.0009
14	-1.8	+0.0037	43	+0.3	-0.0006	14	+1.8	-0.0035	43	-0.2	+0.0005	43	-0.2	+0.0005
15	-2.3	+0.0046	44	-0.1	+0.0002	15	+2.2	-0.0044	44	+0.1	-0.0001	44	+0.1	-0.0001
16	-2.7	+0.0055	45	-0.5	+0.0011	16	+2.6	-0.0052	45	+0.4	-0.0009	45	+0.4	-0.0009
17	-3.2	+0.0064	46	-1.0	+0.0020	17	+3.0	-0.0060	46	+0.8	-0.0016	46	+0.8	-0.0016
18	-3.7	+0.0074	47	-1.4	+0.0028	18	+3.4	-0.0069	47	+1.2	-0.0023	47	+1.2	-0.0023
19	-4.1	+0.0083	48	-1.7	+0.0034	19	+3.8	-0.0077	48	+1.5	-0.0029	48	+1.5	-0.0029
20	-4.5	+0.0091	49	-2.0	+0.0040	20	+4.2	-0.0085	49	+1.7	-0.0034	49	+1.7	-0.0034
21	-4.8	+0.0096	50	-2.2	+0.0044	21	+4.6	-0.0092	50	+1.9	-0.0039	50	+1.9	-0.0039
22	-4.8	+0.0096	51	-2.4	+0.0048	22	+4.8	-0.0096	51	+2.1	-0.0043	51	+2.1	-0.0043
23	-4.8	+0.0096	52	-2.5	+0.0050	23	+4.8	-0.0096	52	+2.3	-0.0047	52	+2.3	-0.0047
24	-4.7	+0.0094	53	-2.5	+0.0050	24	+4.8	-0.0096	53	+2.4	-0.0049	53	+2.4	-0.0049
25	-4.5	+0.0090	54	-2.3	+0.0046	25	+4.7	-0.0094	54	+2.5	-0.0050	54	+2.5	-0.0050
26	-4.2	+0.0083	55	-1.9	+0.0038	26	+4.5	-0.0090	55	+2.4	-0.0049	55	+2.4	-0.0049
27	-3.8	+0.0076	56	-1.4	+0.0028	27	+4.2	-0.0084	56	+2.1	-0.0043	56	+2.1	-0.0043
28	-3.4	+0.0068	57	-0.7	+0.0014	28	+3.8	-0.0076	57	+1.5	-0.0030	57	+1.5	-0.0030
29	-2.9	+0.0059	58	+0.1	-0.0002	29	+3.4	-0.0067	58	-0.4	+0.0008	58	-0.4	+0.0008
30	-2.5	+0.0051	59	+1.0	-0.0019	30	+2.9	-0.0059	59	-3.2	+0.0064	59	-3.2	+0.0064
31	-2.1	+0.0043	60	+1.8	-0.0036	31	+2.5	-0.0050	60	-4.6	+0.0093	60	-4.6	+0.0093
32	-1.8	+0.0036	61	+2.5	-0.0050	32	+2.1	-0.0041	61	+2.5	-0.0050	61	+2.5	-0.0050
33	-1.5	+0.0030	62	+3.2	-0.0064	33	+1.7	-0.0033	62	+2.1	-0.0041	62	+2.1	-0.0041
34	-1.2	+0.0024	63	+3.8	-0.0076	34	+1.3	-0.0026	63	+1.7	-0.0033	63	+1.7	-0.0033
35	-0.9	+0.0017	64	+4.3	-0.0086	35	+1.0	-0.0019	64	+1.3	-0.0026	35	+1.3	-0.0026
36	-0.6	+0.0011	65	+4.8	-0.0096	36	+0.6	-0.0012	65	+1.0	-0.0019	36	+0.6	-0.0012
37	-0.3	+0.0005	66	+5.2	-0.0104	37	+0.2	-0.0005	66	+0.6	-0.0012	37	+0.2	-0.0005

3. — Zum Verständnis der hier folgenden Zusammenstellung unserer Beobachtungen ist nach dem Vorangegangenen nur noch wenig zu bemerken.

Die Buchstaben $\alpha, \delta, \varepsilon, \nu, \gamma, \kappa, \omega, \eta$ bedeuten die Sterne $\alpha, \delta, \dots, \omega, \eta$ Persei; in der Wiedergabe von Schätzungen kommen ferner die folgenden Bezeichnungen vor:

$$\begin{aligned} N &= \text{Nova} \\ l &= l \text{ Persei} \\ A &= \text{BD. } + 43^{\circ}674 = 30 \text{ Fl. Persei} \\ B &= \text{BD. } + 45^{\circ}778 = 36 \text{ Fl. Persei} \\ C &= \text{BD. } + 45^{\circ}811 \\ D &= \text{BD. } + 44^{\circ}801 \\ E &= \text{BD. } + 48^{\circ}920. \end{aligned}$$

Bei den Angaben der Intensitätswinkel (V. Columnne) sind die Ablesungen des Intensitätskreises, wenn sie zur Kreisstellung II gehörten, der besseren Uebersichtlichkeit wegen durch ihre Supplemente zu 180° ersetzt worden.

An den Tagen, an welchen die Beobachter in längeren Zeitintervallen einander ablösten, d. h. an den Tagen vom 15. März an, wird man nicht selten an den Stellen des Beobachterwechsels plötzliche Sprünge in den Intensitätswinkeln bemerken. Dieselben sind dadurch verursacht, dass dann der neue Beobachter vor Anfang seiner Messungen gewöhnlich Veränderungen am Instrumente vornahm, sei es zur besseren Anpassung an sein Auge, oder zur Verbesserung des Zustandes des Instrumentes; wie z. B. eine veränderte Einstellung des Farbenkreises, Veränderung der Focussirung, Reinigung des Doctes, oder dgl. Die Intensitätswinkel welche nicht derselben, von einem Beobachter ausgeführten, Messungsgruppe angehören, sind daher nicht miteinander vergleichbar, da durch derartige Veränderungen die Helligkeit des künstlichen Sterns bei denselben Einstellungen des Intensitätskreises eine andere wird; auch besteht zwischen den beiden Beobachtern eine persönliche Verschiedenheit in der relativen Auffassung des künstlichen gegenüber dem natürlichen Stern. Da aber nach jedem Beobachterwechsel nicht bloß die Nova, sondern jedesmal auch der Vergleichstern von neuem gemessen wurde, so bleiben natürlich die Differenzen der Nova gegen den Vergleichstern (IX. Col.) davon unberührt.

Die wahren Zenithdistanzen (VI. Col.) sind entnommen worden aus besonderen eigens für jeden Stern von mir gerechneten Zenithdistanzen-Tafeln.

Die Zenithreduktionen wegen Extinction wurden der Potsdamer empirischen Extinctionstabelle¹⁾ entnommen, wobei natürlich die dort angegebenen Correctionen des Helligkeitslogarithmus, da sie nicht am $\log \sin^2 J$, sondern am $\log \sin J$ angebracht wurden, erst mit 2 dividirt worden sind.

1) Publ. d. Astrophys. Obs. zu Potsdam. Bd. 3, S. 285. — Müller, Die Photometrie der Gestirne (Leipzig 1897), SS. 515—516.

Die «relative Grösse» (VIII. Col.) gibt die Stelle des beobachteten Sternes in der üblichen photometrischen Sterngrössenscala an, blos mit dem Unterschiede, dass der Nullpunkt der Scala (Stern 0-ter Grösse) durch die Maximalhelligkeit des künstlichen Sternes des Photometers definiert ist. Die Zahlen dieser Columne entstehen aus den zugehörigen Zahlen der VII. Col., wenn die Complementary der letzteren zu 10 mit $\frac{2}{0.4} = 5$ multiplicirt werden.

Aus den in einer und derselben Messungsreihe eines Beobachters enthaltenen relativen Grössen des Vergleichsternes wurde zur Bildung der einzelnen Differenzen der Nova (IX. Col.) in der Regel einfach das arithmetische Mittel benutzt. Nur in sehr wenigen Fällen, wo es nach anderweitig gegebenen Umständen richtiger erschien, wurden anstatt eines festen Mittelwertes Werte angewandt, welche einen fortschreitenden Gang aufwiesen, indem sie durch Interpolation auf Grund der beobachteten Werte gebildet wurden.

Die beiden letzten Columnen (X. und XI.) sollen erst im Späteren ihre Erläuterung finden.

Die Qualität der Bilder ist bei dem Beobachter *G* sehr häufig durch eine Rangnummer bezeichnet; es bedeutet dabei 1 eine aussergewöhnlich gute, 5 die schlechteste Bilderqualität, bei welcher noch Beobachtungen angestellt wurden. 2-3 bedeutet ein besseres Bild als 3-2. Wenn hinter der Rangnummer noch wörtliche Angaben über die Qualität des Bildes stehen, sollen sie lediglich zur näheren Kennzeichnung der Eigenschaften, auf deren Grund die Nummer erteilt wurde, dienen, nicht aber zu einer Erhöhung oder Abschwächung des Sinnes der Rangnummer.

In der Wiedergabe von Schätzungen nach der Interpolationsmethode (Einschätzungen) habe ich mich der von Ambronn A. N. 3716 eingeführten und dort (p. 313) erläuterten Bezeichnungsweise bedient.

PD. bedeutet die Potsdamer photometrische Durchmusterung; HP. die Harvard Photometry.

M. Z. Pulk.	Beobachter	*	Kreisstellung	Intensitäts- winkel J	Wahre Zenith- distanz	log sin J red auf d. Zenith und auf d. Mittel d. 4 Quadr.	Relative Grösse		Nova- -Vgl.- stern	Reducirt auf das Auffassungs- system M	Grösse d. Nova im Syst. M
							Vgl.- stern	Nova			
1901 Februar 26.											
9 ^h 55 ^m	G	Nova	I	45.55	45°47'	9.8735		0.63	-0.38	-0.39	^M 1.76
10 9	Z	Nova	II	42.85	47 29	9.8537		0.73	-0.80	-0.77	1.38
10 36	G	α	I	36.80	47 4	9.7984	1.01				
10 46	Z	α	II	28.50	48 10	9.6930	1.53				
Luft gut. Mond. — G .											
1901 März 1.											
13 4	Z	Nova	II	20.50	66 57	9.6081		1.96	+0.43?	+0.41	2.56?
Kein Vergleichstern beobachtet ¹⁾ ; das Photometer wie am Feb. 26. — Z .											
1901 März 4.											
8 56	Z	Nova	II	58.65	41 49	9.9488		0.26	-0.87	-0.88	2.48
9 30	G	Nova	I	72.00	45 39	9.9811		0.09	-0.62	-0.59	2.71
9 54	Z	δ	II	35.00	44 16	9.7731	1.13				
10 26	G	δ	I	43.35	47 59	9.8574	0.71				
11 0	G	Nova	I	50.05	56 34	9.9259		0.37	-0.34	-0.31	3.05
Dünnere Schleier. — Z . 9 ^h 30 ^m : Luft gut. — 11 ^h 0 ^m : Merkliche Wolkenschleier in der Umgebung. — G .											
1901 März 7.											
8 8	Z	Nova	II	47.80	36 47	9.8766		0.62	-0.44 ²⁾	-0.47	3.24
8 41	G	Nova	I	55.45	40 57	9.9321		0.34	-0.21 ²⁾	-0.17	3.54
9 18	Z	ϵ	II	36.10	45 11	9.7867	ϵ 1.07				
9 54	G	ϵ	I	46.90	49 39	9.8895	ϵ 0.55				
10 28	Z	δ	II	35.65	49 33	9.7875	δ 1.06				
10 55	G	δ	I	46.25	52 32	9.8894	δ 0.55				
11 30	Z	Nova	II	40.70	60 32	9.8630		0.68	-0.38 ²⁾	-0.41	3.30
11 51	G	Nova	I	45.05	62 36	9.9151		0.47	-0.08 ²⁾	-0.03	3.68
Nova sehr rot. — Z .											
1901 März 10.											
10 58	Z	Nova	II	33.65	58 29	9.7825		1.09	-0.34	-0.37	2.99
11 14	Z	δ	II	28.95	55 44	9.7132	1.43				
12 36	G	δ	I	32.33	63 10	9.7883	1.06				
Eine Beobachtung der Nova gegen 13 ^h durch Wolken abgebrochen. — G . Sehr ungünstige Luftverhältnisse. Zuweilen neblige Wolken. — Z .											

1) Wahrscheinlich durch Wolken vereitelt.

2) Als Vergleichstern gilt $1/2$ (ϵ + δ).

M. Z. Pulk.	Beobachter	*	Kreisstellung	Intensitäts- winkel J	Wahre Zenith- distanz	log sin J red. auf d. Zenith und auf d. Mittel d. 4 Quadr.	Relative Grösse		Nova- -Vgl.- stern	Reducirt auf das Auffassungs- system M	Grösse d. Nova im Syst. M
							Vgl.- stern	Nova			
1901 März 12.¹⁾											
8 ^h 48 ^m	G	Nova	I	26.75	44°26'	9.6777		1.61	-0.86	-0.86	^M 3.21
9 23	Z	Nova	II	21.88	48 41	9.5839		2.08	-1.24	-1.22	2.85 :
10 3	G	v	I	17.20	52 45	9.5063	2.46				
10 35	Z	v	II	11.50	56 24	9.3350	3.32				
Güte der Luft mässig, und etwas abnehmend. — G. Infolge zu eng gewählter Blende sind die Einstellungen auf v schwierig. — Z.											
1901 März 14.											
7 30 ²⁾	Gu.Z	Schätzung : Nova ein wenig, jedoch deutlich, < v							+0.15 :	+0.15	4.22 :
9 30 ³⁾	Z	" : Nova = v						}	-0.06	-0.06	4.01
	G	" : Nova kaum merklich > v									
11 25	Z	Nova	II	34.60	62 42	9.8069		0.97	+0.19	+0.15	3.51
11 51	G	Nova	I	38.30	65 4	9.8559		0.72	+0.16	+0.20	3.56
12 30	Z	δ	II	37.55	63 53	9.8440	0.78				
13 14	G	δ	I	40.90	67 0	9.8879	0.56				
13 43	Z	Nova	II	27.35	73 4	9.7662		1.17	+0.39	+0.34	3.70
14 17	G	Nova	I	29.55	74 38	9.8247		0.88	+0.32	+0.37	3.73
1901 März 15.											
8 6	Z	γ	I	15.90	37 10	9.4530	2.74				
8 14	Z	γ	II	15.45	38 5	9.4313	2.84				
8 45	Z	Nova	I	14.20	45 17	9.4112		2.94	+0.16	+0.13	3.42
8 54	Z	Nova	II	13.65	46 23	9.3887		3.06	+0.28	+0.25	3.54
9 2	Z	Nova	I	12.90	47 29	9.3718		3.14	+0.36	+0.33	3.62
9 11	Z	Nova	II	13.65	48 34	9.3916		3.04	+0.26	+0.23	3.52
9 23	Z	Nova	I	13.90	49 59	9.4083		2.96	+0.18	+0.15	3.44
9 36	Z	Nova	II	12.85	51 30	9.3714		3.14	+0.36	+0.33	3.62
9 52	Z	γ	I	15.15	48 51	9.4443	2.78				
10 2	Z	γ	II	15.45	49 51	9.4446	2.78				

1) Im Beobachtungsjournal steht «März 13»; doch halten wir dies auf Grund von Wetteraufzeichnungen am 12. und 13. März, sowohl als der bei den Beobachtungen abgelesenen Zenithdistanzen, sicher für einen Fehler für «März 12».

2) Beobachtungsort: St. Petersburg. Zenithdistanzen: Nova 35°6, v 34°7.

3) Beobachtungsort: offenes Feld, 3 Km. südlich, 2 Km. östlich von der Sternwarte. Zenithdistanzen: Nova 50°3, v 49°7.

M. Z. Pulk.	Beobachter	*	Kreisstellung	Intensitäts- winkel J	Wahre Zenith- distanz	log sin J red. auf d. Zenith und auf d. Mittel d. 4 Quadr.	Relative Grösse		Nova- -Vgl.- stern	Reducirt auf das Auffassungs- system M	Grösse d. Nova im Syst M
							Vgl.- stern	Nova			
10 ^h 48 ^m	G	γ	I	19.40	54° 5'	9.5614	2.19				
11 23	G	γ	II	19.80	57 0	9.5595	2.20				
12 15	G	Nova	II	12.50	67 27	9.4085		2.96	+0.76	+0.80	4.09
12 44	G	Nova	I	13.08	69 39	9.4453		2.77	+0.58	+0.62	3.91
14 1	Z	γ	II	16.82	65 47	9.5227	2.39				
14 13	Z	γ	I	16.92	66 8	9.5390	2.31				
14 40	Z	Nova	I	9.12	75 35	9.3342		3.33	+0.98	+0.93	4.22
14 57	Z	Nova	II	8.35	76 1	9.3047		3.48	+1.13	+1.07	4.36
15 28	Z	Nova	I	8.95	76 33	9.3368		3.32	+0.97	+0.92	4.21
15 41	Z	Nova	II	8.45	76 39	9.3171		3.41	+1.06	+1.01	4.30
17 32	G	Nova	I	15.36	74 38	9.5543		2.23	+1.60	+1.67	4.96 :
17 53	G	γ	I	36.10	72 1	9.8752	0.62				

8^h6^m—10^h2^m: Sehr gute Luft. — 14^h1^m: Vor dieser Beobachtung wurde der Docht gereinigt. — Z.
17^h53^m: Beobachtung unsicher. — G.

1901 März 19.

8 35	G	Schätzung: A Nova B ¹⁾										— 3)
9 10	G	,, 1 Nova A bis 1 Nova A ²⁾										5.46
10 56	Z	x	I	25.22	63 1	9.6943	1.53					
11 14	Z	x	II	25.70	64 38	9.6903	1.55					
11 40	Z	Nova	I	14.17	65 51	9.4601		2.70	+1.16	+1.10	5.11	
11 58	Z	Nova	II	12.63	67 22	9.4126		2.94	+1.40	+1.32	5.33	
12 12	Z	Nova	II	13.35	68 28	9.4414		2.79	+1.25	+1.19	5.20	
12 24	Z	Nova	I	14.50	69 23	9.4889		2.56	+1.02	+0.96	4.97	
13 55	G	x	I	31.18	74 25	9.8424	0.79					
15 20	G	Nova	I	19.80	76 37	9.6863		1.57	+0.74	+0.79	4.81	
15 46	G	Nova	I	18.25	76 39	9.6512		1.74	+0.91	+0.97	4.98	
16 30	G	x	I	29.60	74 36	9.8249	0.88					

Sehr gute Luft. — Z.

13^h55^m: Bild stark zitternd, etwas diffus. — Zwischen 14^h und 15^h Unterbrechung infolge Verschwindens der Nova hinter dem Turm des 15-Zöllers. — 15^h20^m u. 15^h46^m: Bild ganz gut — 16^h30^m: Bild etwas weniger gut. — Die ganze Nacht wolkenloser Himmel, bis 9^h1/2 sogar fast keine Scintillation. Nova tiefrot. — G.

1) Zenithdistanzen: A 47°6, Nova 46°1, B 45°5.

2) Zenithdistanzen: 1 51°8, Nova 50°3, A 50°2.

3) B ist seither der Veränderlichkeit verdächtigt worden. Würde man hier für B den 9 Tage später von Prof. Deichmüller (A. N. 3720) beobachteten Wert 5^m55 PD., somit etwa 5^m48 in der Scala G, annehmen, so würde sich ergeben: Nova = 5^m65 in d. Sc. G. Folglich, unter Berücksichtigung der Farbe, 5^m74 im Syst. M.

M. Z. Pulk.	Beobachter	*	Kreisstellung	Intensitäts- winkel J	Wahre Zenith- distanz	log sin J red. auf d. Zenith und auf d. Mittel d. 4 Quadr.	Relative Grösse		Nova- -Vgl.- stern	Reducirt auf das Auffassungs- system M	Grösse d. Nova im Syst M
							Vgl.- stern	Nova			
1901 März 20.											
8 ^h 27 ^m	Z	Nova	I	41.60	45°32'	9.8389		0.81	+0.55	+0.52	3.81 ^M
8 42	Z	Nova	II	43.62	47 21	9.8589		0.71	+0.45	+0.42	3.71
9 5	Z	γ	I	56.75	45 58	9.9427	0.29				
9 15	Z	γ	II	58.30	47 7	9.9521	0.24				
9 32	Z	Nova	I	47.60	53 21	9.9014		0.49	+0.23	+0.21	3.50
9 43	Z	Nova	II	47.15	54 35	9.8952		0.52	+0.26	+0.24	3.53
9 55	Z	Nova	I	42.37	55 55	9.8630		0.68	+0.42	+0.40	3.69
10 5	Z	Nova	II	44.90	57 0	9.8853		0.57	+0.31	+0.29	3.58
10 25	Z	γ	I	56.75	53 49	9.9551	0.22				
10 40	Z	γ	II	55.37	55 8	9.9441	0.28				
11 2	Z	Nova	I	39.55	62 47	9.8580		0.71	+0.45	+0.42	3.71
11 13	Z	Nova	II	38.65	63 49	9.8553		0.72	+0.46	+0.42	3.72
12 36	G	Nova	I	21.22	70 29	9.6612		1.69	+0.44	+0.47	3.76
13 1	G	γ	I	28.35	64 18	9.7440	1.28				
13 10	G	γ	I	28.05	64 41	9.7416	1.29				
14 11	G	Nova	I	19.08	75 18	9.6558		1.72	+0.33	+0.35	3.64
15 29	G	Nova	II	17.53	76 40	9.6204		1.90	+0.40	+0.43	3.71
15 36	G	Nova	II	17.63	76 40	9.6227		1.89	+0.38	+0.40	3.69
16 22	G	γ	II	24.97	66 4	9.6845	1.58				
16 41	Z	γ	I	19.05	65 30	9.5880	2.06				
16 57	Z	Nova	I	15.40	75 12	9.5610		2.20	+0.16	+0.14	3.43
17 5	Z	Nova	II	13.93	74 54	9.5070		2.46	+0.42	+0.40	3.69
17 18	Z	γ	II	20.50	64 13	9.5960	2.02				
<p>8^h27^m—11^h13^m: Sehr gute Luft. — Z. 12^h36^m: Bild 3-4. — 13^h1^m u. 13^h10^m: Bild 3. — 15^h29^m u. 15^h36^m: Bild 2. — 16^h22^m: Bild 2-1. — Die ganze Nacht wolkenlos. Nova viel weniger rot als gestern (weissgelb bis gelb). Laut Mitteilung von Herrn Belopolsky Wasserstofflinien enorm verschoben. — G. 16^h41^m—17^h18^m: Seht gute Luft. — Z.</p>											
1901 März 21.											
8 19	Z	Nova	I	12.05	45 3	9.3388		3.31	+1.10	+1.05	4.34
8 31	Z	Nova	II	13.60	46 30	9.3874		3.06	+0.84	+0.80	4.09
8 46	Z	γ	I	18.97	44 22	9.5368	2.32				
8 56	Z	γ	II	21.50	45 27	9.5724	2.14				
9 11	Z	Nova	I	12.20	51 23	9.3532		3.23	+0.99	+0.94	4.23
9 24	Z	Nova	II	13.60	52 54	9.3973		3.01	+0.76	+0.72	4.01
9 37	Z	Nova	I	13.00	54 22	9.3868		3.07	+0.81	+0.77	4.06
9 47	Z	Nova	II	13.08	55 29	9.3866		3.07	+0.80	+0.76	4.05

M Z. Pulk.	Beobachter	*	Kreisstellung	Intensitäts- winkel J	Wahre Zenith- distanz	log sin J red. auf d. Zenith und auf d. Mittel d. 4 Quadr.	Relative Grösse		Nova— —Vgl.- stern	Reducirt auf das Auffassungs- system M	Grösse d. Nova im Syst. M
							Vgl.- stern	Nova			
10 ^h 1 ^m	Z	γ	I	18.70	52° 1'	9.5415	2.29				
10 12	Z	γ	II	19.55	53 2	9.5459	2.27				
10 30	Z	Nova	I	11.00	60 2	9.3274		3.36	+1.06	+1.01	^M 4.30
10 42	Z	Nova	II	12.17	61 14	9.3719		3.14	+0.84	+0.80	4.09
11 43	G	γ	I	38.00	60 13	9.8357	0.82				
12 24	G	Nova	I	22.25	69 56	9.6773		1.61	+0.80	+0.85	4.14
13 29	G	Nova	I	20.30	73 45	9.6676		1.66	+0.85	+0.90	4.19
14 14	G	Nova	I	18.40	75 31	9.6421		1.79	+0.98	+1.03	4.32
15 21	G	γ	I	35.50	67 3	9.8386	0.81				

Sehr gute Luft. — Z.

11^h43^m: Bild 1-2. — 12^h24^m: Bild 2-3, etwas zitternd. — 13^h29^m: Bild 3-2, zitternd. — 14^h14^m: Bild 2-3. — 15^h21^m: Bild 1-2. Die ganze Nacht wolkenlos. Nova etwas rötlicher als gestern (etwa rotgelb). — G.

1901 März 22.

8 53	Z	Nova	I	20.18	49 38	9.5706		2.15	+0.55	+0.51	5.32
9 1	Z	Nova	II	22.00	50 41	9.5892		2.05	+0.45	+0.41	5.22
9 16	Z	ω	I	26.30	58 2	9.6951	1.52				
9 24	Z	ω	II	25.65	58 57	9.6702	1.65				
9 36	Z	Nova	I	19.60	54 42	9.5671		2.16	+0.56	+0.52	5.33
9 45	Z	Nova	II	20.20	55 42	9.5644		2.18	+0.58	+0.54	5.35
9 54	Z	Nova	II	18.93	56 40	9.5407		2.30	+0.70	+0.65	5.46
10 2	Z	Nova	I	18.43	57 32	9.5471		2.26	+0.66	+0.61	5.42
10 19	Z	ω	I	23.88	64 53	9.6800	1.60				
10 31	Z	ω	II	24.55	66 6	9.6778	1.61				
10 47	Z	Nova	II	19.43	62 7	9.5669		2.17	+0.57	+0.53	5.34
10 57	Z	Nova	I	19.07	63 4	9.5787		2.11	+0.51	+0.47	5.28
12 37	G	ω	I	54.20	76 22	10.0581	-0.29				
13 19	G	Nova	I	65.60	73 28	10.0648		-0.32	-0.07	-0.04	4.77
13 47	G	Nova	II	52.20	74 43	10.0178		-0.09	+0.16	+0.19	5.00
13 53	G	Nova	II	57.00	74 56	10.0509		-0.25	-0.00	+0.03	4.84
15 20	G	Nova	I	61.30	76 36	10.0849		-0.42	-0.17	-0.13	4.68
15 52	G	ω	I	43.60	80 31	10.0431	-0.22				

Nova viel röter als ω . — Z.

12^h37^m u. 13^h19^m: Bild 3. — 13^h47^m u. 13^h53^m: Bild 3-2. — 15^h20^m: Bild 2-3. — 15^h52^m: Bild 2. — G.

M. Z. Pulk.	Beobachter	*	Kreisstellung	Intensitäts- winkel J	Wahre Zenith- distanz	log sin J red. auf d. Zenith und auf d. Mittel d. 4 Quadr.	Relative Grösse		Nova- -Vgl.- stern	Reducirt auf das Auffassungs- system M	Grösse d. Nova im Syst. M
							Vgl.- stern	Nova			
1901 März 23.											
9 ^h 31 ^m	Z	Nova	I	18.48	54°28'	9.5411		2.29	-0.07	-0.05	4.00 ^M
9 44	Z	Nova	II	18.92	55 55	9.5385		2.31	-0.05	-0.03	4.02
10 7	Z	η	II	18.33	52 41	9.5192	2.40				
10 20	Z	η	I	18.35	53 45	9.5366	2.32				
10 37	Z	Nova	I	18.50	61 26	9.5599		2.20	-0.16	-0.14	3.91
10 53	Z	Nova	II	18.60	62 59	9.5521		2.24	-0.12	-0.10	3.95
12 52	G	η	I	24.90	62 45	9.6883	1.56				
13 41	G	Nova	I	22.55	74 35	9.7192		1.40	-0.26	-0.28	3.77
14 6	G	Nova	II	18.60	75 29	9.6311		1.84	+0.14	+0.13	4.18
14 31	G	Nova	I	16.20	76 8	9.5931		2.03	+0.28	+0.27	4.32
15 21	G	η	I	19.25	64 27	9.6292	1.85				
Sehr gute Luft. — Z.											
12 ^h 52 ^m : Bild 3. — 13 ^h 41 ^m : Bild 3-4, ruhig, aber stark scintillirend. — 14 ^h 6 ^m u. 14 ^h 31 ^m : Bild 4-3, ruhig, sehr stark scint. — 15 ^h 21 ^m : Bild 3-2, ruhig, mässig scint. — G.											
1901 März 26.											
9 8	Z	Nova	I	10.95	53 21	9.3093		3.45	+0.17	+0.13	4.14
9 22	Z	Nova	II	10.60	54 42	9.2971		3.51	+0.23	+0.19	4.20
9 39	Z	x	I	11.88	58 16	9.3564	3.22				
9 51	Z	x	II	11.20	59 29	9.3319	3.34				
10 7	Z	Nova	I	9.90	59 44	9.2800		3.60	+0.32	+0.28	4.29
10 20	Z	Nova	II	9.60	61 2	9.2721		3.64	+0.36	+0.32	4.33
11 11	G	Nova	I	8.50	65 46	9.2347		3.83	+0.31	+0.36	4.37
11 48	G	Nova	I	8.45	68 46	9.2474		3.76	+0.25	+0.30	4.31
12 8	G	x	I	9.20	70 43	9.2970	3.52				
12 43	G	Nova	I	9.05	72 25	9.3022		3.49	-0.03	+0.01	4.02
Schlechte Luft. Die Bilder sind diffus und unruhig. — Z.											
11 ^h 11 ^m : Bild 5, diffus, von stark schwankender Helligkeit. — 11 ^h 48 ^m : Bild 5, diffus. — 12 ^h 8 ^m u. 12 ^h 43 ^m : Bild 5-4. — Bis 11 ^h 50 ^m starker Wind, gegen 11 ^h 1/2 ^h Perseus durch Wolken verdeckt, von etwa 12 ^h 10 ^m an fast der ganze Himmel klar. — G.											
1901 März 27.											
9 4	Z	Nova	I	16.48	53 21	9.4888		2.56	-0.31	-0.33	3.68
9 17	Z	Nova	II	14.70	54 48	9.4332		2.83	-0.04	-0.06	3.95
9 26	Z	x	II	14.37	57 20	9.4296	2.85				
9 33	Z	x	I	13.83	58 4	9.4227	2.89				
9 44	Z	Nova	I	14.40	57 45	9.4396		2.80	-0.07	-0.09	3.92
9 53	Z	Nova	II	14.72	58 41	9.4429		2.79	-0.08	-0.10	3.91

M. Z. Pulk.	Beobachter	*	Kreisstellung	Intensitäts- winkel J	Wahre Zenith- distanz	log sin J <small>red. auf d. Zenith und auf d. Mittel d. 4 Quadr.</small>	Relative Grösse		Nova- -Vgl.- stern	Reducirt auf das Auffassungs- system M	Grösse d. Nova im Syst. M
							Vgl.- stern	Nova			
11 ^h 34 ^m	G	Nova	II	15.10	68° 0'	9.4895		2.55	+0.20	+0.23	4.24 ^M
12 9	G	Nova	I	14.95	70 33	9.5097		2.45	+0.10	+0.13	4.14
12 44	G	x	I	14.65	72 53	9.5190	2.40				
13 14	G	x	II	15.35	74 7	9.5394	2.30				
14 2	G	Nova	II	13.65	75 51	9.5082		2.46	+0.11	+0.14	4.15

Gute Luft. — Z.

11^h34^m: Bild 3, gut definirt, doch von etwas veränderlicher Helligkeit. — 12^h9^m u. 12^h44^m: Bild 2, Helligkeit scheint constant. Von etwa 12^h20^m an der ganze Himmel klar. — 13^h14^m: Bei der Einstellung im 2. Quadranten (13^h8^m) Bild 2-3; unmittelbar darauf plötzliche starke Trübung des Bildes (5, diffus), die bald vorübergeht; bei der Einstellung im 3. Quadranten (13^h20^m) Bild 3, von ziemlich schwankender Helligkeit. — 14^h2^m: Bild 3, von ziemlich schwankender Helligkeit. — G.

1901 März 29.

8 49	Z	Nova	I	22.85	52 26	9.6271		1.86	-0.11	-0.13	4.68
8 58	Z	Nova	II	22.60	53 28	9.6053		1.97	0.00	-0.03	4.78
9 15	Z	ω	II	21.18	61 4	9.5979	2.01				
9 30	Z	ω	I	20.75	62 42	9.6138	1.93				
9 46	Z	Nova	I	22.00	58 48	9.6258		1.87	-0.10	-0.12	4.69

Gute Luft. Die Sterne sind strahlenförmig. — Nova viel röter als ω. — Z.

Um 11^h1/2^h so dicker Bodennebel, dass eine mit ω angefangene Messungsreihe sehr bald durch Verschwinden des Sterns abgebrochen wird. — G.

1901 März 31.

8 51	Z	Nova	II	19.40	53 28	9.5435		2.23	-0.61	-0.61	4.20
9 4	Z	Nova	I	16.68	55 2	9.4975		2.51	-0.38	-0.38	4.43
9 12	Z	Nova	II	19.47	55 55	9.5500		2.25	-0.64	-0.64	4.17
9 25	Z	ω	II	13.57	62 55	9.4228	2.89				

Mondschein und etwas Nebel, welcher die Fortsetzung der Messungen verhindert — Z.

1901 April 3.

8 58	Z	Nova	I	16.92	55 35	9.5048		2.48	+1.04	+1.00	5.81
9 6	Z	Nova	II	17.55	56 34	9.5097		2.45	+1.01	+0.97	5.78
9 17	Z	ω	II	27.55	63 20	9.7142	1.43				
9 28	Z	ω	I	25.85	64 29	9.7095	1.45				
9 39	Z	Nova	I	15.40	60 2	9.4753		2.62	+1.18	+1.13	5.94
9 46	Z	Nova	II	16.75	60 44	9.5022		2.49	+1.05	+1.01	5.82
11 6	G	Nova	II	22.90	67 55	9.6582		1.71	—	—	—
11 34	G	Nova	I	18.05	70 0	9.5884		2.06	—	—	—

Sehr gute Luft. — Z

11^h6^m: Bild 2-3, unruhig, ziemlich stark scintillirend. — 11^h34^m: Bild 3-2, ziemlich stark scint. — Gegen 12^h Bewölkung, wodurch eine Beobachtung von ω abgebrochen wird. — G.

M. Z. Pulk.	Beobachter	*	Kreisstellung	Intensitäts- winkel J	Wahre Zenith- distanz	log sin J red. auf d. Zenith und auf d. Mittel d. 4 Quadr.	Relative Grösse		Nova— —Vgl.- stern	Reducirt auf das Auffassungs- system M	Grösse d. Nova im Syst. M
							Vgl.- stern	Nova			
1901 April 7.											
9 ^h 57 ^m	Z	Nova	I	21.80	63°21'	9.6366		1.82	+1.20	+1.14	5.95 ^N
10 10	Z	Nova	II	23.67	64 32	9.6558		1.72	+1.11	+1.05	5.86
10 24	Z	Nova	II	23.65	65 46	9.6609		1.70	+1.08	+1.02	5.83
10 40	Z	ω	II	37.08	72 34	9.8880	0.56				
10 51	Z	ω	I	34.10	73 25	9.8661	0.67				
11 6	Z	Nova	I	21.55	69 9	9.6593		1.70	+1.09	+1.03	5.84
11 53	G	Nova	I	20.45	72 14	9.6583		1.71	+1.16	+1.22	6.03
12 49	G	ω	I	30.00	79 48	9.8962	0.52				
13 15	G	Nova	I	19.95	75 45	9.6797		1.60	+1.06	+1.12	5.93
13 32	G	Nova	II	20.45	76 9	9.6765		1.62	+1.07	+1.13	5.94
13 57	G	Nova	I	19.70	76 33	9.6833		1.58	+1.04	+1.10	5.91
14 35	G	ω	I	26.80	80 46	9.8713	0.64				
14 58	G	ω	II	30.85	80 19	9.9058	0.47				
15 43	G	Nova	II	24.35	75 18	9.7385		1.31	+0.76	+0.81	5.62
Gute Luft. — Z.											
11 ^h 53 ^m —13 ^h 57 ^m : Bilder 2, anfangs von etwas schwankender Helligkeit. — 14 ^h 35 ^m —15 ^h 43 ^m : Bilder 2-3. — Der ganze Himmel vollkommen klar. Nova sehr rot.											
1901 April 8.											
10 5	Z	Nova	II	10.80	64 27	9.3337		3.33	+0.65	+0.61	4.62
10 16	Z	Nova	I	11.70	65 25	9.3740		3.13	+0.61	+0.57	4.58
10 26	Z	x	I	15.17	67 10	9.4963	2.52				
10 35	Z	x	II	14.20	67 51	9.4634	2.68				
10 45	Z	Nova	II	10.75	67 51	9.3477		3.26	+0.58	+0.54	4.55
10 55	Z	Nova	I	11.02	68 37	9.3635		3.18	+0.66	+0.62	4.63
11 56	G	Nova	I	14.60	72 38	9.5144		2.43	+0.45	+0.49	4.50
12 19	G	x	I	17.55	73 47	9.6046	1.98				
12 45	G	Nova	II	15.75	74 54	9.5575		2.21	+0.29	+0.33	4.34
13 17	G	Nova	I	13.50	75 54	9.5107		2.45	+0.47	+0.51	4.52
13 58	G	Nova	II	14.90	76 35	9.5529		2.24	+0.31	+0.35	4.36
14 34	G	Nova	I	13.50	76 37	9.5188		2.42	+0.42	+0.46	4.47
15 15	G	x	II	18.35	74 29	9.6156	1.92				
16 0	G	Nova	II	15.85	74 30	9.5562		2.22	+0.30	+0.34	4.35
Gute Luft. — Z.											
11 ^h 56 ^m u. 12 ^h 19 ^m : Bilder 3-2, etwas zitternd und von ziemlich schwankender Helligkeit. — 12 ^h 45 ^m : Bild 2-3. — 13 ^h 17 ^m —16 ^h 0 ^m : Bild 2. — Wolkenlos. Nova weniger rot als gestern; etwa gelblichrot. — G.											

M. Z. Pulk.	Beobachter	*	Kreisstellung	Intensitäts- winkel J	Wahre Zenith- distanz	log sin J red. auf d. Zenith und auf d. Mittel d. 4 Quadr.	Relative Grösse		Nova- -Vgl.- stern	Reducirt auf das Auffassungs- system M	Grösse d. Nova im Syst. M	
							Vgl.- stern	Nova				
1901 April 16.												
10 ^h 0 ^m	G			Schätzung mit Opernglas. Vergleichsterne: A, I, B . Grösse der Nova 5.5 ^N HP.								5.75 ^N 1)
1901 April 19.												
11 19	G	Nova	II	20.20	72°57'	9.6408		1.80	+0.59	+0.62	5.44	
11 48	G	ω	II	22.25	79 19	9.7528	1.24					
12 2	G	ω	I	18.92	79 49	9.7123	1.44 :					
12 29	G	Nova	I	16.85	75 46	9.6063		1.97	+0.76	+0.81	5.62	
12 46	G	Nova	II	19.40	76 10	9.6556		1.72	+0.51	+0.55	5.36	
13 23	G	ω	I	21.50	80 59	9.7873	1.06					
13 59	G	Nova	I	16.00	76 33	9.5924		2.04	+0.83	+0.88	5.69	
11 ^h 19 ^m u. 11 ^h 48 ^m : Bilder 3-2, ziemlich diffus. — 12 ^h 2 ^m : Bloss eine einzige, in Eile gemachte, Einstellung, da der Stern dann hinter den Sonnenschirm der I.-Vertical-Spalte verschwand. [Der Intensitätswinkel wurde abgeleitet mit Hilfe bekannten Indexfehlers]. — 12 ^h 29 ^m —13 ^h 23 ^m : Bilder 2. — 13 ^h 59 ^m : Bild 2-1. — G .												
1901 April 20.												
10 38	Z	Nova	I	25.00	70 45	9.7298		1.35	+1.24	+1.19	6.00	
10 48	Z	Nova	II	26.15	71 24	9.7347		1.33	+1.21	+1.16	5.97	
11 4	Z	ω	II	42.85	77 32	9.9919	0.04					
11 21	Z	ω	I	38.35	78 23	9.9625	0.19					
11 38	Z	Nova	I	25.35	74 4	9.7612		1.19	+1.08	+1.03	5.84	
11 51	Z	Nova	II	26.80	74 38	9.7718		1.14	+1.03	+0.98	5.79	
Sehr gute Luft. — Z .												
1901 April 21.												
10 35	G	Nova	II	24.90	70 49	9.7102		1.45	+1.12	+1.18	5.99	
11 3	G	Nova	I	21.80	72 30	9.6870		1.56	+1.23	+1.30	6.11	
11 36	G	ω	I	33.40	79 10	9.9253	0.37					
11 53	G	ω	II	35.90	79 46	9.9584	0.21					
12 24	G	Nova	I	18.53	75 51	9.6488		1.76	+1.43	+1.49	6.30	
13 0	G	Nova	II	22.13	76 31	9.7126		1.44	+1.11	+1.17	5.98	
14 1	G	ω	II	31.70	80 23	9.9184	0.42					
10 ^h 35 ^m —12 ^h 24 ^m : Bilder 3, ziemlich diffus. — 13 ^h 0 ^m u. 14 ^h 1 ^m : Bilder 3-2. — G .												

1) Die einzelnen Vergleichen selbst sind bei diesem Tage im Beobachtungsjournal nicht angegeben; da aber die Sterne A und I in der Scala G die Helligkeiten resp. 5^m69 und 5^m15 haben und für B an diesem Tage die Helligkeit zu 5^m52 PD., d. i. 5^m46 G , angenommen werden kann (A. N. 3720), so beträgt die an die HP. anzubringende Correction, für das Mittel der drei Vergleichsterne, -0^m 16 und die Grösse der Nova in der Scala G ergibt sich zu 5^m66. Daraus folgt der in der Tabelle angegebene Wert. Die Extinction hebt sich auf.

M. Z. Pulk.	Beobachter		Grösse d. Nova im Syst. <i>M</i>
1901 April 22.			
11 ^h 10 ^m	G	Schätzung mit Opernglas: <i>A</i> 1-2 <i>N</i> , <i>B</i> 2 <i>N</i> , <i>N</i> 2-1 <i>C</i> , <i>N</i> 1.5 <i>D</i> ¹⁾ Ganz klar. — <i>G</i> .	5.66 ⁵⁾
1901 April 27.			
10 20	G	Schätzung mit Opernglas: <i>N</i> = σ , ψ 2 <i>N</i> , <i>N</i> 4.5 <i>E</i> ²⁾	4.52
1901 April 28.			
10 52	G	Schätzung mit Opernglas: <i>N</i> 2 <i>B</i> , <i>E</i> 2 <i>N</i> , 1 1.5 <i>N</i> , 1 <i>N</i> <i>A</i> ³⁾	5.33 ⁵⁾
1901 April 29.			
12 39	G	Schätzung mit Opernglas: <i>B</i> 2.5 <i>N</i> , 1 4.5 <i>N</i> , <i>N</i> = <i>A</i> ⁴⁾	5.79 ⁵⁾

1) Zenithdistanzen: Nova $73^{\circ}7'$, *A* $73^{\circ}41'$, *B* $70^{\circ}57'$, *C* $70^{\circ}36'$, *D* $71^{\circ}2'$. — Mein Stufenwert beträgt bei kleineren Helligkeitsunterschieden (bis zu 2.5 Stufen) 0.07, bei einem Unterschied von 4.5 Stufen 0.11 Grössenklassen.

2) Zenithdistanzen: Nova $71^{\circ}24'$, σ $67^{\circ}35'$, ψ $67^{\circ}3'$, *E* $66^{\circ}45'$.

3) Zenithdistanzen: Nova $73^{\circ}25'$, *B* $71^{\circ}15'$, *E* $68^{\circ}37'$, 1 $74^{\circ}26'$, *A* $73^{\circ}58'$.

4) Zenithdistanzen: Nova $76^{\circ}37'$, *B* $74^{\circ}27'$, 1 $77^{\circ}15'$, *A* $76^{\circ}35'$.

5) Die Vergleichung mit dem der Veränderlichkeit verdächtigten Stern *B* ist von der Reduction ausgeschlossen worden.

4. — Wenn man einen Stern zu verschiedenen Zeiten mit verschiedenen Vergleichsternen verglichen hat, so muss man, um seine Helligkeitsänderungen ableiten zu können, die Helligkeitsdifferenzen aller angewandten Vergleichsterne gegen einen derselben, oder gegen irgend einen festen Nullpunkt der Helligkeitsscala, kennen. Es ist nun meiner Ueberzeugung nach das Richtigste, und sollte immer, wenn irgend thunlich, geschehen, dass der Beobachter, von welchem die Vergleichungen des Veränderlichen herkommen, die Scala der relativen Helligkeiten der angewandten Vergleichsterne durch eigene Beobachtungen ermittelt, nicht aber fremden Quellen, etwa einem photometrischen Catalog, sie entnimmt. Abgesehen davon, dass man bei Catalogarbeiten schon wegen des Umfanges der Aufgabe sich notwendig mit einem geringeren Genauigkeitsgrade begnügen muss, als er bei einer auf

wenige Sterne erstreckten Untersuchung erreicht werden kann, kommen erwiesenermaassen subjective Unterschiede in der Auffassung verschiedener Sterne vor. Sind diese subjectiven Unterschiede nicht bekannt, so riskirt man bei Entnahme fremder Helligkeitswerte für die Vergleichsterne, dass man zu ganz falschen Resultaten kommen kann. Diese Gefahr ist besonders gross, wenn die Sterne, um welche es sich handelt, verschiedenfarbig sind, wie dies gerade bei Vergleichen der Nova notwendig der Fall sein musste.

Nehmen wir z. B. an, ein Beobachter habe die Nova eines Tages mit einem Stern a verglichen, mit dem sie in Farbe genau übereinstimmte, und er habe sie um 0.5 Grössenclassen schwächer als a gemessen. Am folgenden Tage sei die Nova bedeutend röter gewesen, sie sei von demselben Beobachter wieder mit dem Stern a verglichen und 1.0 Grössenclassen schwächer als a gefunden worden.

Es ist nun dann zwar nicht möglich zu sagen ob und um wie viel die Nova in Wirklichkeit ihre Helligkeit verändert hat, insofern als es eine objective von der Farbe unabhängige Definition der optischen Intensität nicht gibt und aus principiellen Gründen nicht geben kann; es würde also vielleicht ein anderer Beobachter unter denselben Umständen gar keine Veränderung gefunden haben; dennoch bilden dann aber sämtliche Helligkeiten der Nova, welche unser Beobachter für die verschiedenen Tage erhalten hat, indem er Nova immer mit a verglich, ein durchaus homogenes Material, welches, wenn ausserdem die Farben der Nova für die verschiedenen Tage bekannt sind, bei Vergleichung mit anderweitigen Beobachtungsreihen oder bei einer Frage nach systematischen Unterschieden verschiedener Beobachter als ein einheitliches Material behandelt und ausgenutzt werden kann. Alle Helligkeitsangaben der Nova in der Beobachtungsreihe unseres Beobachters sind dann nämlich ausgedrückt in einem und demselben individuellen System der chromatischen Helligkeitsauffassung.

Hat aber der Beobachter die Nova an dem zweiten Abend nicht mit dem Stern a , sondern mit einem Stern b , dessen Farbe z. B. in der Mitte zwischen a und Nova lag, verglichen, und die Nova z. B. um 0.3 Grössenclassen schwächer als b gefunden, so ist klar, dass er daraus die Differenz der Nova gegen a , welche er bei einer directen Vergleichung gefunden hätte, nur auf die Weise herleiten kann, dass er zu den beobachteten 0.3 Grössenclassen denjenigen Betrag addirt, um welchen ihm selbst der Stern b schwächer erscheint als a . Verwendet er dagegen für die Differenz $b--a$ einen fremden, sagen wir der HP. entnommenen Wert, so kann dieser Wert sehr wohl um mehrere Zehntel Grössenclassen von jenem Betrage abweichen, und um ebensoviel wird dann auch das Resultat verfälscht. Die Helligkeitsangabe der Nova (Differenz gegen a) für den zweiten Abend wird dann nur in einem gewissen Bruchteil (dem Teil $Nova--b$) seinem persönlichen Auffassungssystem, im Rest dem Auffassungssystem der HP. angehören; für einen dritten Abend, wo ein neuer Vergleichstern c angewandt wurde, wird die Mischung der Auffassungssysteme wieder eine andere sein; und es ist klar, dass eine auf solche Weise abgeleitete Reihe von Helligkeiten der Nova ein durchaus unhomogenes Material darstellt, das eigentlich gar keiner exacten Verwertung fähig ist.

5. — Von diesen Erwägungen geleitet, glaubte ich, nachdem unsere Nova-Reihe abgeschlossen war, mich nicht davon dispensiren zu dürfen, die Helligkeitsscala der angewandten Vergleichsterne durch eigene photometrische Beobachtungen zu ermitteln.

Diese Untersuchung wurde in der Weise durchgeführt, dass im Allgemeinen jeder der untersuchten 15 Sterne an den ebenfalls zu unseren Vergleichsternen gehörenden Stern α Persei angeschlossen wurde, der also gewissermaassen als Fundamentalstern der ganzen Bestimmung gewählt worden war. Einige schwächere jener Sterne wurden aber nicht direct an α , sondern an σ Persei angeschlossen, dessen Helligkeitsdifferenz gegen α sich mit einem sehr geringen wahrscheinlichen Fehler ergeben hatte. Jeder Anschluss eines Programmsternes an den Fundamentalstern wurde an 3 bis 6 Abenden wiederholt. Zur Berechnung der Vergleichsternscala wurden nun ausschliesslich die (directen oder vermittelten) Anschlüsse an den Fundamentalstern α Persei herangezogen, während Kreuzverbindungen zwischen den verschiedenen Programmsternen nicht benutzt wurden. Diese Beschränkung wurde deshalb eingeführt, weil anderenfalls die Rechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate gemacht werden müsste und daher bei der grossen Anzahl der Unbekannten sehr unständig wäre, und weil ferner den Kreuzverbindungen doch, der Anordnung der Beobachtungen zufolge, ein etwas kleineres Gewicht zu erteilen wäre als den Anschlüssen an den Fundamentalstern. Es ergab sich dann das System von Helligkeitswerten, welches in der folgenden kleinen Tafel in der Columne G_1 mitgeteilt wird, wobei es natürlich, da die erhaltenen Helligkeiten nur relative waren, gänzlich frei steht, an sämtliche Zahlen dieser Columne eine willkürliche constante Correction anzubringen; in der Tafel ist das System so festgelegt, dass das arithmetische Mittel aller Helligkeiten mit dem Mittel der bezüglichen Angaben der PD. (A.N.3714, ergänzt durch gefällige briefliche Mitteilung von Herrn Prof. Müller) zusammenfällt.

*	G_1	w. F.	G_2	G	Z	w. F.
η	$3^m97 \pm 0^m023$		4^m02	3^m99	$4^m11 \pm 0^m026$	
γ	3.28	0.040	3.35	3.31	3.27	0.031
ω	4.79	0.030	4.77	4.78	4.84	0.042
A	5.69	0.021	5.70	5.69	—	
l	5.15	0.020	5.14	5.15	—	
α	2.16	0.025	2.23	2.19	2.11	0.031
E	5.18	0.039	5.13	5.16	—	
σ	4.48	0.013	4.48	4.48	—	
ψ	4.64	0.036	4.55	4.60	—	
δ	3.40	0.012	3.38	3.39	3.32	
ν	4.06	0.035	4.05	4.06	4.08	0.033
C	5.75	0.040	5.75	5.75	—	
D	5.61	0.036	5.61	5.61	—	
ε	3.29	0.036	3.30	3.29	3.17	0.005
α	3.97			3.97	4.06	0.043

6. -- Diese Bestimmung der Vergleichsternscala war bereits abgeschlossen, als ich in den A. N. 3720 einen Artikel von Herrn P. Guthnick in Bonn fand, in welchem z Persei als veränderlich angezeigt wird. Die Behauptung der Veränderlichkeit stützt sich auf Helligkeitswerte von z , welche abgeleitet sind aus Vergleichen der Nova nach der Stufenschätzungsmethode mit mehreren Perseussternen. Die Schätzungen geschahen mit einem Opernglas. Eine Beobachtung (April 22) ist an Zöllner'schem Photometer erhalten.

Ich reproducire hier die in dem citirten Artikel mitgetheilten Helligkeiten von z unter Weglassung der Beobachtungszeiten; wenn für einen Abend mehr als ein Wert angegeben war, habe ich die Werte zu einem Mittel zusammengefasst, unter Anwendung von Gewichten proportional der Anzahl der Vergleichsterne. Die Columnne «Anzahl der Bestimmungen» sowie die beiden letzten sind von mir selbst hinzugefügt. Die erstere gibt an, aus wie vielen Helligkeitsbestimmungen des Originals der nebenstehende Mittelwert gebildet ist; die vorletzte und die letzte geben die von mir gerechneten Zenithdistanzen von z und von den Vergleichsternen, wobei in jeder einzelnen Zeile der letzten Columnne die Zenithdistanzen der verschiedenen Sterne in derselben Reihenfolge angeschrieben sind, wie die Sterne in der gleichen Zeile der Col. IV.

1901	Grösse von z	Anzahl d. Best.	Vergleichsterne	Zenithdist. von z	Zenithdistanzen der Vergleichsterne
März 21	3.69	2	ν, φ (var.), 38 Fl., ξ	50.4	49.8, 51.5, 49.5, 45.0
24	3.98	1	ν	54.4	50.7
30	4.15	2	ν	67.0	64.3
April 1	4.12	1	ν, l	75.6	74.0, 75.8
4	4.14	3	ν, σ	74.2	72.4, 70.2
9	4.12	1	ν, ξ	62.4	59.2, 61.8
18	4.22	2	ν, l	66.0	63.1, 66.3
22	4.20	1	$\nu, \text{BD.} + 43^{\circ} 818$	71.5	69.3, 67.8
23	4.24	2	ν, l	74.4	72.7, 74.6

Laut der Angabe des Verfassers ist die Extinction, wo nötig, berücksichtigt worden, und sind «die Grössen auf das Potsdamer System bezogen», was offenbar so zu verstehen ist, dass für diejenigen Vergleichsterne, deren Helligkeiten von den Potsdamer Beobachtern veröffentlicht waren, die von diesen gefundenen Werte, für die übrigen ($\varphi, 38 \text{ Fl.}, \xi, \text{BD.} + 43^{\circ} 818$) aber Werte angewandt wurden, die durch Anschluss an jene erhalten worden sind.

Ausser den soeben reproducirten enthält das Original noch Grössen von z für drei weitere Tage, wobei die Schätzungen nicht mehr mit dem Opernglas, sondern mit einem $3\frac{1}{2}$ -zölligen Refractor angestellt waren. Diese Beobachtungen sind:

1901	Grösse von α	Anzahl d. Best.	Vergleichstern	Zenithdist. von α	Zenithdistanz d. Vergleichsterns
Mai 18	4.0 :	1	1	83°2	84°1
22	3.78	1	∨	84.7	85.9 (!)
24	3.76	2	∨	83.8	84.6

Meines Erachtens sollte man aber immer Helligkeitsschätzungen, die man in so geringen Höhen angestellt hat, von jeder Reduction einfach ausschliessen. Dazu kommt hier aber noch, dass die Beobachtungen in einer Stadt angestellt sind. Selbst wenn man annimmt, dass der Einfluss störender Nebenlichter vermieden werden konnte, kommen an solchem Beobachtungsort und in so geringen Höhen stets eine Menge ganz uncontrolirbarer localer Unregelmässigkeiten sowohl in der Extinction als in der localen Erleuchtung des Himmelsgrundes vor, und diese beiden Erscheinungen variiren da von Azimuth zu Azimuth und von Augenblick zu Augenblick in einer fast discontinuirlichen Weise. Keine Extinctionstafel vermag diese Verhältnisse auch annähernd darzustellen. Wenn es sich um Höhen von 4 oder 5 Grad über dem Horizont handelt, dann kann, selbst an einem günstigen Beobachtungsort, eine Extinctionstafel nichts mehr leisten, als das sie für die mittlere Sachlage aus sehr vielen Beobachtungsnächten richtig ist; im Einzelfalle wird sie aber so gut wie niemals der Wirklichkeit entsprechen. Die Vergleichung am Mai 18 ist übrigens schon an sich unsicher, wie der Beobachter selbst angedeutet hat.

Ich glaube daher, dass man sich in der Betrachtung lediglich auf die oben gegebene Reihe von 9 Beobachtungstagen, März 21—April 23, beschränken soll.

Wenn man nun diese Reihe beobachteter Helligkeiten anschaut, so scheint mir, dass dieselbe durchaus nicht zur Annahme einer reellen Veränderlichkeit zwingt. Die Abweichungen der an verschiedenen Tagen gefundenen Werte sind so gering, wie man sie auch bei jedem beliebigen unveränderlichen Stern unter gleichen Beobachtungsumständen erwarten kann. Mit Ausnahme der beiden ersten Tage ist die gefundene Helligkeit sogar, in praktischem Sinne, vollständig constant.

Obgleich mir demnach die citirten Beobachtungen den Schluss auf eine Veränderlichkeit von α Persei nicht zu rechtfertigen schienen, so habe ich doch, der Sicherheit wegen, nach Kenntnisnahme des citirten Artikels beschlossen, meine vorhin auf die Anschlüsse an α allein gegründete Ableitung der Vergleichsternscala jetzt von neuem, auf eine andere Weise, vorzunehmen. Ich habe also aus meinen zur Vergleichsternscala angestellten Beobachtungen alle Messungen von α gestrichen, und lediglich das übrigbleibende Material, also die mannigfaltigen Verbindungen zwischen den Programmsternen, zur Aufstellung der Vergleichsternscala benutzt; ein Verfahren, das natürlich die sehr umständliche Auflösung nach der Methode der kleinsten Quadrate nötig machte. Die erhaltene Scala der nunmehr blos 14 Sterne ist, wenn man das System so festlegt dass für das Mittel dieser 14 Sterne die beiden Scalen denselben Wert liefern, durch die Columnne G_2 der vorstehenden kleinen Tafel dargestellt.

7. — Die Scala G_2 ist folglich eine solche, deren Correctheit durch einen Verdacht der Veränderlichkeit von α Persei in keiner Weise betroffen wird. Erst nachdem diese Scala erhalten war, habe ich die vorhin ausgeschlossenen Messungen von α wieder herangezogen, um jetzt, unter Anwendung der Werte G_2 für die übrigen Sterne, die Helligkeit von α selbst für jeden der Abende, an welchen er mitbeobachtet war, zu erhalten. Ich lasse hier die Zusammenstellung der erhaltenen Helligkeiten von α folgen. Jeder Wert ist erhalten aus der Vergleichung mit demjenigen Stern, welcher bei dem Wert als Index steht. In Klammern sind Gewichte beigegeben. War an einem Abend α zweimal (in je vier Quadranten) und jeder andere Stern einmal gemessen, so erhält an diesem Abend jede aus einem einzelnen Stern sich ergebende Helligkeit von α das Gewicht 1, vorausgesetzt dass die äusseren Beobachtungsumstände bei jedem Stern gleich günstig waren.

Grösse von α Perseimittels der Vergleichsternscala G_2 .

1901	Beobachtete Grössen	Mittel
Mai 13	3.94 _{η} (1)	3.94 (1)
30	3.61 _{E} ($\frac{1}{3}$)	3.61 ($\frac{1}{3}$)
Juni 3	3.80 _{E} ($\frac{2}{3}$)	3.80 ($\frac{2}{3}$)
4	3.86 _{\downarrow} (1), 3.91 _{ν} (1)	3.89 (2)
6	3.76 _{ω} (1), 3.99 _{σ} ($\frac{2}{3}$)	3.85 ($1\frac{2}{3}$)
9	3.94 _{ω} (1), 4.01 _{σ} (1)	3.98 (2)
12	4.20 _{ϵ} ($\frac{1}{2}$)	4.20 ($\frac{1}{2}$)
17	4.04 _{ω} (1), 3.94 _{σ} (1), 3.89 _{1} (1)	3.96 (3)
Juli 23	3.93 _{\downarrow} (1), 3.79 _{ν} (1)	3.86 (2)
25	4.00 _{γ} (1), 4.03 _{δ} (1)	4.02 (2)
26	4.17 _{γ} ($\frac{1}{2}$), 4.12 _{α} (1)	4.14 ($1\frac{1}{2}$)
Aug. 1	4.04 _{η} (1), 4.10 _{ν} (1)	4.07 (2)
2	3.86 _{γ} (1), 4.08 _{α} ($\frac{2}{3}$)	3.95 ($1\frac{2}{3}$)
8	4.08 _{ν} (1), 3.91 _{γ} (1)	4.00 (2)
10	4.03 _{γ} (1)	4.03 (1)
11	4.03 _{η} (1), 3.98 _{ν} ($\frac{2}{3}$)	4.01 ($1\frac{2}{3}$)
12	3.90 _{ϵ} (1), 3.89 _{δ} (1)	3.90 (2)
13	3.94 _{ϵ} (1), 3.91 _{δ} (1)	3.93 (2)
14	3.92 _{ω} (1), 3.80 _{ϵ} (1)	3.86 (2)
15	4.14 _{ϵ} (1), 4.03 _{α} (1)	4.08 (2)
21	4.03 _{ω} (1), 3.89 _{ϵ} (1)	3.96 (2)
Sept. 10	4.06 _{E} (1), 3.93 _{σ} (1)	4.00 (2)
12	4.01 _{ω} (1), 3.97 _{1} (1), 4.09 _{1} (1), 4.07 _{C} (1)	4.04 (4)
23	4.18 _{γ} ($\frac{2}{3}$), 4.02 _{σ} (1)	4.08 ($1\frac{2}{3}$)

Bei der Zusammenfassung der an einem Abend erhaltenen Einzelbestimmungen in einen Mittelwert wurden, der Einfachheit wegen, jene oben erläuterten bei den Einzelwerten stehenden Klammerzahlen als Gewichte benutzt. Dieses Verfahren ist hier zwar, in den Fällen wo diese Zahlen voneinander verschieden sind, nicht streng richtig, weil ja die Einstellungen von α in den zusammenzufassenden Einzelwerten gemeinsam sind; und es liesse sich leicht die strenge Formel angeben, nach welcher die Tagesmittel gerechnet werden müssten; die Vereinfachung ist indessen durchaus zulässig, da der hierdurch hervorgebrachte Fehler des Tagesmittels hier kaum in zwei oder drei Fällen den Betrag von 0.01 Grössenclassen überschreiten kann.

Die so erhaltenen Mittelwerte sind in der dritten Columne der obigen Zusammenstellung angegeben. Die neben ihnen in Klammern angesetzten Zahlen sind einfach Summen der Klammerzahlen in der vorhergehenden Columne; sie sind folglich ebenfalls keine Gewichte im exacten Sinne des Wortes, geben aber doch eine ungefähre Vorstellung von der relativen Genauigkeit der Tageswerte, u. zw. ist die Genauigkeit eines in dieser Columne mit der Zahl (2) versehenen Helligkeitswertes, abgesehen von der Unsicherheit der je zugrundeliegenden Vergleichsternhelligkeiten, die gleiche, wie sie sonst einer einzelnen aus 4 Einstellungen bestehenden Messung eines Sterns eigen ist.

Betrachtet man nun diese Reihe der Tageswerte, so scheint mir, dass man darin keinen Grund finden kann, α Persei als veränderlich zu erklären. Es möge hier genügen nur die eine Thatsache hervorzuheben, dass, wenn man etwa die drei schwächsten Bestimmungen, bei welchen die Klammerzahl kleiner als 1 ist, ausschliesst, die grösste Differenz zwischen den übrigen Werten nur 0.29 Grössenclassen erreicht. Auch zeigt der Verlauf obiger Zahlenreihe nichts, was einer etwa zweimonatlichen Periode, wie sie Herr Guthnick auf Grund seiner Schätzungen vermuthet, ähnlich wäre.

Auf Grund alles Vorhergehenden komme ich also zu dem Urtheil, dass man, wenigstens bis auf Weiteres — d. h.: wenigstens bis zum Bekanntwerden neuer Beobachtungsreihen —, zur Annahme einer Veränderlichkeit für α Persei kaum mehr Grund hat, als für irgend einen anderen der oben aufgezählten Sterne, die als unveränderliche gelten; und dass es daher am richtigsten sei, zwischen α und den anderen Vergleichsternen keinen Unterschied in der Behandlung einzuführen.

Mit dieser Stellungnahme fällt aber für das Folgende jeder Anlass weg, der Vergleichsternscala G_2 den Vorzug vor G_1 zu geben, und es ist dann, dem Ursprung dieser Scalen zufolge, das Richtigste, als definitive Helligkeitswerte die Mittel zwischen den Werten G_1 und G_2 zu acceptiren. So entsteht die definitive Vergleichsternscala, G (S. 20).

Uebrigens sind, wie nebenbei bemerkt werden möge, die Differenzen zwischen G_1 und G_2 mit wenigen Ausnahmen so gering, dass sie beinahe völlig belanglos sind. Den Betrag von 0.05 Grössenclassen überschreiten nur 3 Differenzen; 60% unter den Differenzen sind ≤ 0.02 Grössenclassen.

8. — Herr v. Zeipel hat ebenfalls seine persönliche Helligkeitscala der 8 von ihm angewadten Vergleichsterne durch eigene Beobachtungen ermittelt, wobei er den Stern δ Persei als Fundamentalstern gewählt hatte und alle übrigen an denselben zu wiederholten Malen (für jeden Stern 3 bis 5 vollständige Bestimmungen) photometrisch anschloss. Die so erhaltene Vergleichsternscala ist in der Col. Z der Tabelle auf S. 20 mitgeteilt, nachdem der Nullpunkt des Systems so festgelegt worden ist, dass die Scalen G und Z für das Mittel der 8 gemeinsamen Sterne gleichen Wert liefern.

Diese zwei Scalen haben nun weiter dazu gedient, die persönlichen Auffassungsverschiedenheiten der beiden Beobachter zu studiren, worüber im Artikel 10. eingehender berichtet wird, und wodurch Hilfsmittel gewonnen sind, mit welchen dann alle unsere Beobachtungen der Nova auf ein gemeinschaftliches System reducirt werden konnten. Eine Vergleichung zwischen G und Potsdam, oder zwischen Z und Potsdam, ist zwar für diesen Zweck ohne Bedeutung; trotzdem möge hier kurz das Ergebnis einer solchen Vergleichung mitgeteilt werden.

Meine Auffassung von Sternhelligkeiten zeigt gegen die der Potsdamer Beobachter eine von der Farbe abhängige Abweichung nicht. Dagegen macht sich in den Differenzen ein Gang nach der Helligkeit erkennbar, der etwa 0^m05 pro Grössenklasse beträgt, und in dem Sinne geht, dass ich die schwachen Sterne heller und die hellen schwächer messe als in Potsdam, während die beiden Systeme bei der Grösse etwa 4^m4 zusammenfallen.

Das erstere Ergebnis, nach welchem also meine Helligkeitsauffassung in Bezug auf den Einfluss der Farbe dieselbe ist wie die der Potsdamer Beobachter, ist insofern interessant, als bekanntlich die PD. in dieser Beziehung sowohl von Pickering als von Pritchard stark, u. zw. von Beiden in gleichem Sinne und um annähernd gleiche Beträge, abweicht.

Was die zweite obengenannte systematische Abweichung gegenüber Potsdam anbelangt, so könnte man, da doch an beiden Orten die gleiche numerische Definition der photometrischen Einheit adoptirt worden war, geneigt sein, die Ursache der genannten Abweichung in einem Instrumentalfehler zu suchen, durch welchen die Intensität des künstlichen Sterns bei Drehung des Intensitätskreises in anderem numerischen Verhältnisse wachsen würde als dies nach dem Malus'schen Gesetze der Fall sein müsste. Diese Erklärung ist indessen nicht wahrscheinlich, da die von Herrn v. Zeipel mit demselben Instrumente und bei Befolgung gleicher Beobachtungsregeln erhaltenen Bestimmungen eine von der Helligkeit abhängige Abweichung gegen Potsdam nicht aufweisen. Wahrscheinlich ist daher das unrichtige Verhalten der Intensitätszunahme des künstlichen Sterns kein objectives, sondern nur ein für meine Auffassung dieses Sterns bestehendes, also auf Veränderungen im Aussehen des Bildes und damit zusammenhängenden physiologischen Eigenthümlichkeiten beruhendes. Es ist übrigens bekannt, dass auch zwischen der PD. und den Pickering'schen Katalogen (besonders der Photometric Revision of the BD.) eine nach der Helligkeit fortschreitende systematische Verschiedenheit besteht.

Herr v. Zeipel hat, soweit man aus der geringen Anzahl Sterne schliessen darf, gegen

Potsdam eine schwache systematische Abweichung nach der Farbe, in dem Sinne, dass er die roten Sterne verhältnismässig schwächer und die weissen heller misst als in Potsdam; der Betrag ist jedoch recht gering. Eine nach der Helligkeit fortschreitende Abweichung gegen Potsdam ist bei ihm, wie bereits erwähnt, nicht vorhanden.

9. — Aus Anlass der soeben erwähnten Vergleichen hatte ich die Farben der in Betracht kommenden Sterne bestimmt, und es mögen hier diese Bestimmungen mitgeteilt werden, einmal weil sie möglicherweise auch für die Reduction sonstiger Beobachtungen der Nova willkommen sein können, dann aber auch, weil viele derselben noch in unserer eigenen Aufgabe im Folgenden eine Rolle spielen.

Ich habe die in der PD. gewählte Farbenscala angewandt, in welcher die beiden extremen Sternfarben mit W (weiss) und R (rot) bezeichnet werden und das dazwischenliegende Intervall durch Einschaltung der Farbenstufen GW (= gelblichweiss), WG (= weisslichgelb), G (= gelb), RG, GR in 6 Intervalle, jedes dieser letzteren aber wieder durch Anhängung von + oder — an die genannten Bezeichnungen in drei kleinere Intervalle geteilt wird; die Potsdamer Bezeichnungen sind also der Reihe nach die folgenden:

$$W, W+, GW-, GW, GW+, \dots, R-, R.$$

Ich habe nur, der Uebersichtlichkeit halber, diese Bezeichnungen durch ansteigende Zahlen ($W=0$, $R=18$) ersetzt. Nachdem ich nun durch eine besondere, an 25 verschiedenfarbigen Sternen geführte Untersuchung des Colorimeters die Beziehung zwischen den an diesem eingestellten Winkeln und den Potsdamer Farbenschätzungen genau ermittelt hatte, konnte ich für jeden unserer obenaufgezählten Vergleichsterne seinen Farbenwert in Potsdamer Farbenscala einfach durch Messung des Sternes am Colorimeterkreise erhalten. Es wurden auf diese Weise die folgenden Farben gefunden:

*	Farbe in Potsdamer Farbenstufen	*	Farbe in Potsdamer Farbenstufen
η	8.7	ψ	2.1
γ	5.5	δ	1.5
ω	7.3	ν	2.2
<i>A</i>	1.4	<i>C</i>	2.1
<i>l</i>	1.7	<i>D</i>	4.9
α	4.9	ε	2.2
<i>E</i>	1.6	κ	5.9
σ	8.9		

10. — Um alle unsere Beobachtungen der Nova gleichmässig zu reduciren, wurde ein fingirter Beobachter M eingeführt, dessen Auffassungssystem in der Mitte zwischen dem des Herrn v. Zeipel und dem meinigen stehen würde. Man findet die *M*-Werte der Helligkeiten

der einzelnen Sterne (bis auf von zufälligen Beobachtungsfehlern herrührende Ungenauigkeiten), indem man für jeden Stern das Mittel zwischen seinem G - und seinem Z -Werte nimmt. Die Liste der den beiden Beobachtern gemeinsamen Sterne wurde übrigens noch um einen Stern erweitert, um den Einfluss der Farbe genauer bestimmt zu erhalten; es wurde hierzu der Stern BD.+ 2°4709 = 19 Piscium, einer der röttesten am Himmel gewählt, und durch Beobachtungen, welche von beiden Beobachtern an einem und demselben Abend angestellt wurden, seine Helligkeitswerte in den respectiven Scalen mit grosser Genauigkeit bestimmt. Gleichzeitig wurde auch seine Farbe gemessen. Dieser Stern ist zwar der Veränderlichkeit verdächtig; doch wurde durch entsprechende Anordnung der Beobachtungen jeder schädliche Einfluss der Veränderlichkeit, soweit es sich nur um eine Vergleichung zwischen uns beiden handelt, vollständig ausgeschlossen. Zu der genannten Liste ist demnach noch hinzuzufügen:

$$19 \text{ Piscium} \quad \text{Farbe} = 17.3 \quad G = 4.90 \quad Z = 5.02.$$

Ich habe nun auf Grund der bekannten M - und G -Werte der Helligkeiten der verschiedenen Sterne (in Sterngrössen) sowie ihrer gleichfalls bekannten Farben F (in Potsdamer Farbenstufen) zunächst eine Formel abgeleitet, nach welcher man jede im System G ausgedrückte Grössenangabe eines Sterns auf das mittlere Auffassungssystem reduciren kann. Es wurde zu diesem Zwecke angesetzt, wenn ΔG die für diese Reduction erforderliche an G anzubringende Correction bedeutet:

$$\Delta G = a + bG + cF,$$

und die Unbekannten a, b, c nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt. Es ergab sich

$$\Delta G = -0.131 + 0.0302 G + 0.0037 F. \quad (1)$$

In ganz analoger Weise wurde die Formel gefunden, welche dazu dient, eine im System Z ausgedrückte Grössenangabe auf das System M zu reduciren; es ergab sich

$$\Delta Z = +0.130 - 0.0307 Z - 0.0032 F. \quad (2)$$

Wenn man an die auf S. 20 aufgeführten G - und Z -Werte die Correctionen (1) bzw. (2) anbringt, so erhält man für jeden der gemeinsamen Sterne zwei M -Werte, die natürlich im Allgemeinen nicht genau identisch sind. Da aber dann die beiden Werte einem und demselben Auffassungssystem angehören, die Differenz zwischen ihnen daher bloß als durch zufällige Beobachtungsfehler verursacht anzusehen ist, so ist offenbar als definitiver M -Wert das Mittel aus beiden anzunehmen. Die definitive Vergleichsternscala, ausgedrückt im Auffassungssystem M , ist demnach die folgende:

*	<i>M</i>		*	<i>M</i>
α	2 ^m 15		ψ	4 ^m 62
ε	3.23		ω	4.81
γ	3.29		1	5.18
δ	3.36		<i>E</i>	5.19
κ	4.01		<i>D</i>	5.67
η	4.05		<i>A</i>	5.74
ν	4.07		<i>C</i>	5.80
σ	4.52			

Die Formeln (1) und (2) können aber noch dazu dienen, jede gegebene, von dem Beobachter *G* oder von dem Beobachter *Z* gemessene Helligkeitsdifferenz zwischen der Nova und irgend einem Stern auf den Betrag zu reduciren, welchen der Beobachter *M* gefunden haben würde. Bezeichnet z. B. $G_N - G_*$ die gegebene vom Beobachter *G* gefundene Helligkeitsdifferenz, so ist die an dieselbe zu dem genannten Zwecke anzubringende Correction

$$(3) \quad \Delta (G_N - G_*) = + 0.0302 (G_N - G_*) + 0.0037 (F_N - F_*).$$

Ebenso ist die Correction, welche an eine vom Beobachter *Z* gemessene Helligkeitsdifferenz, $Z_N - Z_*$, anzubringen ist,

$$(4) \quad \Delta (Z_N - Z_*) = - 0.0307 (Z_N - Z_*) - 0.0032 (F_N - F_*).$$

Die vorletzte Columne der mit S. 9 beginnenden Tafel ist durch Anwendung der Formeln (3) und (4) auf die Zahlen der vorangehenden Columne entstanden.

Ich will hierbei nicht unerwähnt lassen, dass wir Beide vor Anfang unserer Nova-Reihe noch keine Praxis in photometrischen Messungen hatten, und dass daher einige Beobachtungsabende vergangen sein können, ehe die persönlichen Auffassungseigenthümlichkeiten sich gefestigt haben. Die angebrachten Reductionen sind daher bei den ersten 4 oder 5 Beobachtungsabenden vielleicht etwas unsicher.

11. — Zur Anwendung der soeben angegebenen Reductionsformeln war eine genäherte Kenntnis der Farben der Nova für die einzelnen Beobachtungstage erforderlich. Diese Farben hatten wir leider bei den Beobachtungen zu messen oder zu schätzen verabsäumt, und es blieb mir daher bei der Bearbeitung keine andere Möglichkeit übrig, als der Versuch, aus veröffentlichten Angaben anderer Beobachter diese Farben zusammenzustellen¹⁾. Die Verwertung der gesammelten Farbenschätzungen war nicht ganz leicht und durfte nur mit grosser Umsicht durchgeführt werden, weil z. B. eine Sternfarbe, die von einem Beobachter als schwach rötlich oder als rötlich-gelb bezeichnet wird, bei einem anderen schon tiefrot heisst; es

1) Consultirt worden sind: Astr. Nachr. bis zur Nr. 3748; Astron. Journ. bis zu No. 509; Monthly Not. bis zu Vol. LXI No. 9. incl.

mussten daher erst die Beziehungen, in welchen die von verschiedenen Beobachtern angewandten Bezeichnungen zu der Potsdamer Farbenscala stehen, so gut es ging, ermittelt werden. Es wurden deshalb nicht allein die für unsere Beobachtungstage geltenden Schätzungen, sondern auch die für alle anderen Tage bis zum Ende April, herangezogen; hierbei wurden die Farbenbezeichnungen, zunächst nur in einer für jeden Beobachter einzeln geltenden Weise, durch ansteigende Zahlen übersetzt.

Das Verfahren, welches ich dann behufs Vereinheitlichung dieses Materials einschlug, war das folgende. Für einen Teil der genannten Tage waren mir die Farbenwerte der Nova in Potsdamer Farbenscala direct bekannt, sei es aus Schätzungen der Potsdamer Beobachter selbst¹⁾, oder aus Angaben, welche die Farbe der Nova mit der eines anderen Sternes identificirten. Für mehrere Beobachter erwiesen sich dann diese Tage von bekannter Potsdamer Farbe als ausreichend, um die Beziehungen ihrer Farbenscalen zu der Potsdamer wenigstens in erster Näherung festzustellen, was für jeden einzelnen Beobachter durch eine graphische Ausgleichung (nach gerader Linie) geschah. Mit Hilfe der so gefundenen genäherten Reductionen konnte ich nun auch für diejenigen Tage, für welche keine direct bekannten Potsdamer Farbenwerte, wohl aber Schätzungen der letzterwähnten Beobachter vorhanden waren, diese letzteren auf das Potsdamer System reduciren, und somit die Anzahl der Tage von bekannter Potsdamer Farbe erweitern; für die meisten dieser Tage ergab sich dabei mehr als eine Bestimmung und es wurde dann das Mittel genommen. Die so vervollständigte Liste von Tagen mit bekannter Farbe diente dann wieder als Ausgangspunkt zu einer Wiederholung des Verfahrens, welche sowohl die Erstreckung desselben auf die vorhin ununtersucht gebliebenen Beobachter, als auch eine noch genauere Bestimmung der bereits beim ersten Mal erhaltenen Reductionselemente lieferte. So gelang es schliesslich für fast alle in dem genannten Zeitraum liegenden Tage Farbenwerte der Nova in Potsdamer Farbenscala zu erhalten, für die weitaus meisten derselben aber mehrfache Farbenbestimmungen, und indem dann aus diesen Mittel genommen wurden, entstand die hier folgende definitive Zusammenstellung.

Das eben geschilderte Verfahren brachte es mit sich, dass Farben nicht bloß für unsere Beobachtungstage, sondern ohne wesentliche Mehrarbeit auch für andere Tage gefunden wurden, und da diese letzteren vielleicht behufs Reduction anderweitiger Beobachtungen der Nova ebenfalls willkommen sein können, so nehme ich sie in die Zusammenstellung mit auf.

1901	Farbe d. Nova	1901	Farbe d. Nova
Febr. 23	$\frac{1}{2}$	März 1	$7\frac{1}{2}$
24	4	2	11
25	2	3	14
26	$4\frac{1}{2}$	4	$13\frac{1}{2}$
27	7	5	12
28	11:	6	13

1) A. N. 3714, ergänzt durch gefällige briefliche Mitteilung von Herrn Prof. Müller.

1901	Farbe d. Nova	1901	Farbe d. Nova
März 7	15	April 4	$8\frac{1}{2}$
8	13:	5	9
9	12	6	—
10	$13\frac{1}{2}$	7	15
11	9:	8	13
12	8:	9	—
13	$8\frac{1}{2}$	10	11
14	12:	11	—
15		12	
16		13	11:
17		14	12:
18	—	15	13
19	14	16	$13\frac{1}{2}$
20	9	17	10
21	11:	18	7
22		19	14:
23	4:	20	$12\frac{1}{2}$
24	7	21	15
25	16	22	12
26	16	23	$6\frac{1}{2}$
27	$13\frac{1}{2}$	24	$12\frac{1}{2}$
28	$13\frac{1}{2}$	25	16:
29	15	26	$15\frac{1}{2}$
30		27	$7\frac{1}{2}$
31	—	28	
April 1		29	—
2	10:	30	12:
3	11:		

Was die Genauigkeit der ebenangeführten Zahlen anbelangt, so scheinen dieselben auf etwa 2 Farbestufen sicher zu sein, mit Ausnahme der mit dem Unsicherheitszeichen (:) versehenen. Für die Tage, wo sich die Farbe nur ganz unsicher ermitteln liess, ist in der obigen Tafel die Stelle der Farbenangabe leer gelassen. Ein horizontaler Strich deutet an, dass für den betreffenden Tag sich in den von mir benutzten Quellen gar keine Farbenschätzung vorfindet.

Bei Benutzung der obigen Tabelle für die Reduction unserer Helligkeitsbeobachtungen der Nova bin ich nur an vier Stellen auf Lücken gestossen, nämlich für die Tage: März 22, 31,

April 28, 29. Bei März 22 ist in unseren Beobachtungsheften angemerkt, dass an diesem Abend der Colorimeterkreis neu eingestellt wurde, und ist der eingestellte Winkel notirt. Dieser Winkel entspricht aber der Farbe 16, während der Vergleichstern — ω Persei — von der Farbe 7.3 ist; die Einstellung war also nicht auf die Farbe des Vergleichsternes erfolgt. Wir sind auf Grund unserer Erinnerungen in der Lage, aus den soeben angeführten Thatsachen mit Sicherheit zu folgern, dass die Einstellung entweder auf die Farbe der Nova, oder aber auf die Mittelfarbe zwischen Nova und ω erfolgt war. Nun ist aber die letztere Annahme äusserst unwahrscheinlich, da dann die Nova die Farbe 24.7 gehabt haben müsste, — eine Farbe, die weit über die der röttesten bekannten Sterne hinausgehen würde und auch von der Nova sonst, soweit bekannt, niemals auch annähernd erreicht worden ist. Es ist daher mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit die Farbe der Nova = 16 anzunehmen. Dieses Resultat findet auch eine ganz unabhängige Unterstützung in der Thatsache, dass der genannte Tag ein Minimumstag war, bei dem nächsten Minimum aber die Farbe der Nova in der That = 16 gefunden wird. Für die drei Tage: März 31, April 28, 29 hingegen fehlt in den Beobachtungsheften jeglicher Anhalt, und ich habe daher die Wahl der in diesen Fällen zu benutzenden Farbenwerte lediglich auf die Betrachtung der Farben gegründet, welche die Nova an naheliegenden Tagen bei den gleichen Helligkeitsphasen gehabt hat. Die benutzten Farben für diese vier zweifelhaften Tage sind die folgenden:

1901	Farbe der Nova
März 22	16
31	12
April 28	11
29	15.

Die drei letzteren können also stark (vielleicht um Beträge bis zu 4 Stufen) fehlerhaft sein; bessere Werte sind jedoch nicht mehr zu erlangen. Soweit es sich übrigens nur darum handelt, unsere eigenen Beobachtungen untereinander homogen zu machen, hat selbst eine Farbenunsicherheit von so grossem Betrage noch keinen starken Einfluss.

12. — Die letzte Columne der mit S. 9 beginnenden Tafel ist entstanden durch Addition der in der vorangehenden Columne angegebenen Helligkeitsdifferenzen zu den auf S. 28 mitgetheilten Helligkeitswerten der Vergleichsterne.

Die Betrachtung dieser Columne zeigt einige interessante Fälle rasch vor sich gehender Aenderungen. Besonders fällt die starke Abnahme der Helligkeit am 15. März auf, die in der graphischen Darstellung noch deutlicher zu Tage tritt:

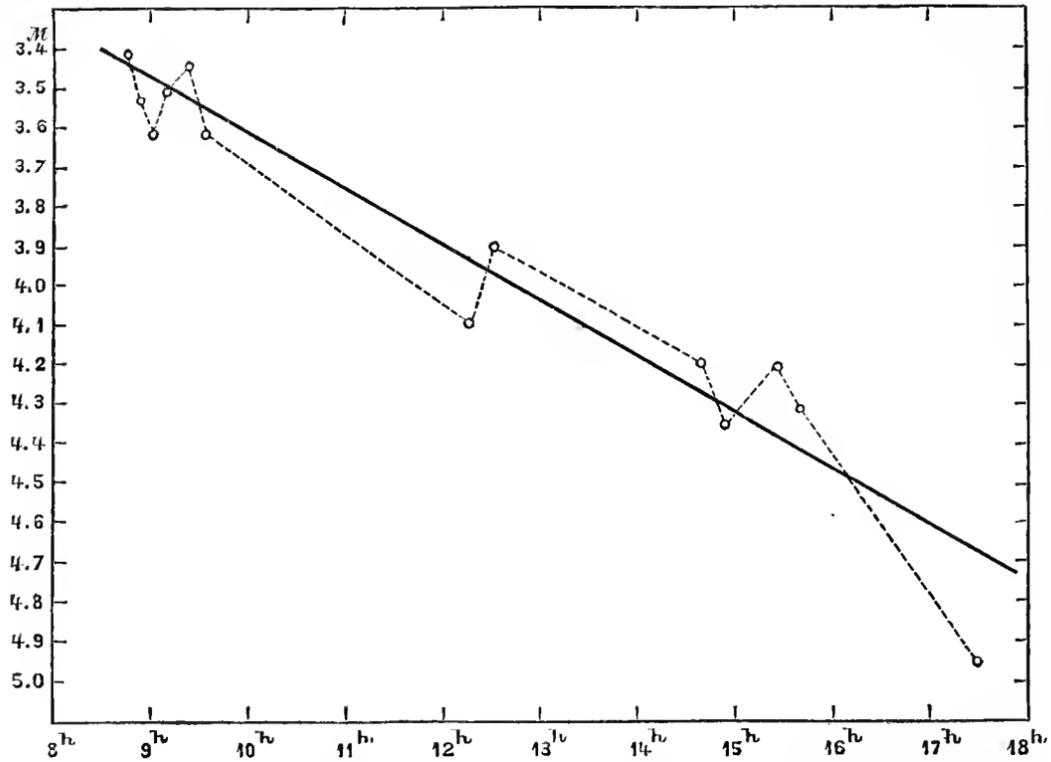


Fig. 2. — Helligkeit der Nova in der Nacht des 15. März.

Auch das Anwachsen der Helligkeit am 19. März (von 9^h bis $15\frac{1}{2}^h$ etwa 0.6 Grössen-
classen) erscheint recht gut verbürgt. Am 21. März nimmt die Helligkeit bis 10^h zu, dann
wieder ab. In den Helligkeiten am 22. März ist ein auffallender Sprung: die Nova ist von
 9^h bis 11^h durchschnittlich von der Grösse 5.3, wobei ein schwaches Minimum kurz vor 10^h
angedeutet ist; dagegen ist sie von $13\frac{1}{2}^h$ bis 15^h schon von der durchschnittlichen Grösse 4.8.
Es ist mir unmöglich diesen Sprung anders als durch eine reelle Veränderung zu deuten.
Interessant ist es, mit diesen Zahlen die am gleichen Tage von Herrn Prof. Bohlin erhaltenen
Schätzungen zusammenzustellen; sie lauten (wahrscheinlich im System der HP.):

$8^h 24^m$ M. Z. Greenw.	$5^m.2$, Minimum
15 30 »	4.2, wachsend ¹⁾ .

Ueberhaupt scheint es, dass die Helligkeit gleich nach den Minimis rasch anzuwachsen
pfliegte.

Am 26. März nimmt die beobachtete Helligkeit bis $11\frac{1}{4}^h$ ab, dann wieder zu; der Be-
trag ist jedoch zu gering, dass die Aenderung als sicher gelten könnte, obwohl der regel-
mässige Verlauf der Zahlen hierfür spricht. Am 27. März ist während der Beobachtungsreihe
eine fortschreitende Abnahme unzweideutig erkennbar. Am 7. April scheint die Nova wäh-
rend der zweiten Hälfte der Beobachtungen in Zunahme begriffen gewesen zu sein; ebenso
auch während der ganzen am 8. April angestellten Messungsreihe.

13. — Zur besseren Uebersicht der an verschiedenen Tagen stattgefundenen Hellig-
keiten gebe ich noch die folgende Zusammenstellung, in welcher die Beobachtungen eines

1) Astr. Nachr., Nr. 3700.

jeden Tages meistens nur zu einem einzigen Mittelwert, bei stärkerem Verdachte reeller Veränderungen jedoch zu mehreren successiven Mittelwerten zusammengefasst worden sind.

1901	M. Z. Pulk.	Grösse d. Nova	1901	M. Z. Pulk.	Grösse d. Nova
Febr. 26	10 ^h 2 ^m	1.57	März 23	9 ^h 38 ^m	4.01
März 1	13 4	2.56 ?	»	11 44	3.88
4	9 49	2.75	»	14 19	4.25
7	8 25	3.39	26	9 40	4.24
»	11 41	3.49	27	9 30	3.87
10	10 58	2.99	»	12 35	4.18
12	8 6	3.12:	29	9 11	4.72
14	8 50	4.08	31	9 2	4.27
»	12 49	3.63	April 3	9 22	5.84
15	9 9	3.53	7	10 10	5.90
»	12 30	4.00	»	13 35	5.93
»	15 12	4.27	»	15 43	5.62
»	17 32	4.96:	8	12 27	4.49
19	8 58	5.55	16	10 0	5.75
»	11 49	5.22	19	12 38	5.53
»	12 18	5.09	20	11 14	5.90
»	15 33	4.90	21	11 46	6.10
20	12 2	3.66	22	11 10	5.66
21	8 25	4.21	27	10 20	4.52
»	9 18	4.12	28	10 52	5.33
»	9 42	4.05	29	12 39	5.79.
»	11 13	4.18			
»	13 52	4.26			
22	9 19	5.30			
»	9 50	5.44			
»	10 52	5.31			
»	14 3	4.82			

Pulkowo, im October 1901.



ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.

MÉMOIRES

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.

VIII^e SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ.

Томъ XII. № 10.

CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Volume XII. № 10.

BEITRÄGE ZUR KENNTNISS

DER

RADIO-LARIA-ACANTHOMETREA.

VON

Dr. W. Schewiakoff.

Mit vier Tafeln.

(Vorgelegt der Akademie am 3. October 1901).

С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1902. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской
Академіи Наукъ:

И. И. Глазунова, М. Эггера и Комп. и К. Л. Риккера
въ С.-Петербургѣ,
И. П. Карбасникова въ С.-Петербур., Москвѣ, Варшавѣ и
Вильнѣ,
И. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Ключина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
И. Кимеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie IMPÉRIALE des
Sciences:

J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Péters-
bourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et
Vilna,
N. Oglobline à St.-Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kymmel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цена: 1 р. 80 коп. — Prix: 4 Mrk. 50 Pf.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
С.-Петербургъ, Май 1902 г. Непремѣнный Секретарь, Академикъ *Н. Дубровинъ*.

ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.
Вас. Остр., 9 л., № 12.

Bei Gelegenheit des IV. Internationalen Zoologen-Congresses in Cambridge machte mir Herr Prof. A. Dohrn das ehrenvolle Anerbieten die Monographie irgend einer Protozoenklasse oder Ordnung der Neapler Bucht zu übernehmen. Ich entschloss mich die monographische Bearbeitung der Radiolarien der Neapler Bucht oder wenigstens einer Abtheilung dieser Klasse in Angriff zu nehmen und wurde im Sommer 1899 zu diesem Zwecke von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg nach Neapel beordert.

Es ist mir eine angenehme Pflicht vor allen Dingen der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften für die Beorderung, sowie für die materielle Unterstützung, die mir bewilligt wurde, meinen ehrerbietigsten Dank auszusprechen. Desgleichen bin ich Herrn Prof. Dohrn, welcher mich auf die freundlichste und zuvorkommendste Weise in sein Institut aufnahm und mir sämtliche Hilfsmittel der Station auf's liberalste zur Verfügung stellte, zu tiefem Danke verpflichtet. Ganz besondere Dienste leistete mir das physiologische Laboratorium, welches bei der gegenwärtigen Richtung der Zoologie auf einer Station geradezu unentbehrlich ist und ohne welches die von mir in Neapel angestellten Untersuchungen unmöglich gewesen wären. Ferner spreche ich sämtlichen meinen Fachgenossen, die an der Zoologischen Station angestellt waren und mich auf das freundlichste und liebenswürdigste unterstützten, sowie anderen Herrn Collegen, die auf der Station arbeiteten und mir bei meinen Untersuchungen mehrfach behülflich waren — meinen aufrichtigsten Dank aus. Zu einem ganz besonderen Danke bin ich Herrn Collegen Dr. Lo Bianco verpflichtet, welcher keine Mühe scheute, mir das nöthige Arbeitsmaterial stets in genügender Menge und erwünschtem Zustande zu liefern.

Ich begann meine Untersuchungen mit den Acanthometreen, die mich in verschiedener Hinsicht sehr interessirten und wendete mich zunächst dem Studium ihrer morphologischen und physiologischen Verhältnisse zu.

Da meine Untersuchungen noch lange nicht abgeschlossen sind und einen längeren Aufenthalt in Neapel erfordern, an welchem ich leider dienstlich verhindert bin, so hielt ich es für angezeigt im Nachstehenden dasjenige zu veröffentlichen, was ich bezüglich der chemischen Beschaffenheit der Skelete und des hydrostatischen Apparats, während meines zweimonatlichen Aufenthaltes auf der Neapler Station, ermitteln konnte.

I. Ueber die chemische Natur des sogenannten Acanthin-skelets.

Das äusserst zarte und zierliche Skelet der Acanthometrea, dessen Stacheln bei den meisten Vertretern regelmässig nach dem Müller'schen Gesetz angeordnet sind, wird bekanntlich, als aus einer organischen Substanz, dem sogenannten Acanthin bestehend, beschrieben. Obgleich die Bezeichnung «Acanthin» in der Litteratur sich vollkommen eingebürgert hat und selbst in Lehrbücher übergegangen ist, weiss man von seiner chemischen Natur ebensowenig, wie vor circa 40 Jahren, als dieser Ausdruck zum ersten Male von Häckel eingeführt wurde.

Der Entdecker und Begründer der Gruppe der Acanthometrea, Johannes Müller hatte die Behauptung aufgestellt, dass die Skeletelemente derselben aus Kieselsäure bestehen (Müller **59**; pag. 1, 16 u. 46), da sie beim Glühen nach dem Verbrennen der Weichtheile (Müller **55a**; pag. 249) erhalten bleiben. — Dagegen fand drei Jahre darauf Häckel, welcher die Radiolarien eingehend untersuchte, dass das Skelet der Acanthometrea (wenigstens aller der von ihm daraufhin untersuchten 20 Arten der 5 Gattungen: Dorataspis, Acanthometra, Amphilonche, Acanthostaurus und Xiphacantha) durch Glühen zerstört wird (Häckel **62**; pag. 30—31). Ausserdem wies Häckel nach, dass die Skelettheile durch concentrirte Mineralsäuren, wie Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, sowie durch eine Mischung beider letzteren, ebenso durch concentrirte Kalilauge und selbst in einer Conservirungsflüssigkeit, die aus Kochsalz, Alaun und Sublimat bestand, rascher oder langsamer gelöst werden. Dagegen liessen sie concentrirte Essigsäure auch beim Kochen, ebenso wie ein Gemisch von Alkohol und Aether unverändert. Aus diesem Verhalten der Skeletelemente beim Glühen und bei der Behandlung mit den erwähnten Reagentien glaubte Häckel den Schluss ziehen zu können, dass das Acanthometreenskelet aus einer organischen Substanz bestehe, für welche er den «vorläufigen» Namen *Acanthin* vorschlug (Häckel **62**; pag. 32). Diese chemische Beschaffenheit des Skelets liess jedoch Häckel nicht für alle Acanthometrea gelten, da die Skeletelemente einiger Gattungen (Lithoptera, Acanthochiasma, Astrolithium, Litholophus und Haliommatidium-Phatnaspis) weder durch Glühen noch von Säuren zerstört werden und somit aus Kieselsäure bestehen sollten. Da ferner nach Häckel's Beobachtung die kleinen (jungen) Exemplare einiger Acanthometrea (Amphilonche) sich weniger resistent gegen Säuren verhielten, als die grossen (erwachsenen) Exemplare, neigte er sich der Annahme zu, dass die Skeletelemente der Acanthometreen wahrscheinlich aus einer organischen Substanz (Acanthin) präformirt werden, in welche später Kieselsäure abgelagert wird, welche die organische Substanz, wenigstens bei einigen Gattungen oder Arten, zuletzt völlig ersetzen kann.

R. Hertwig schloss sich der Meinung Häckel's über die chemische Natur des Skelets der Acanthometrea an, glaubte aber nicht, dass eine secundäre Verkieselung der Stacheln während des Wachstums einträte (Hertwig **79**; pag. 8—9), da auch die von Häckel als unlöslich erwähnten Skelete der Gattungen Lithoptera, Acanthochiasma und Litholophus in Salzsäure vollkommen aufgelöst werden. Ferner zeigte Hertwig (**79**; pag. 120), dass ausser den von Häckel angeführten Reagentien, auch Osmium- und Essigsäure die Skeletelemente aller Acanthometrea auflösen und dass schwache Lösungen von Säuren und Aetzkali intensiver und schneller als starke Lösungen zu wirken scheinen. Glühversuche hat Hertwig nicht angestellt.

Brandt erklärte sich ebenfalls, ohne Glühversuche anzustellen, für die organische Natur der Skeletelemente und fand (Brandt **82**; pag. 400), dass dieselben sich noch in 1% Sodalösung und 10—20% Kochsalzlösung (in einigen Stunden bis mehrere Tage) auflösen, woraus er den Schluss ziehen zu können glaubte, dass sie aus einer Eiweisssubstanz (Vitellin) bestehen, derselben Substanz, aus welcher die Axenfäden der Pseudopodien bei Heliozoen und Radiolarien aufgebaut sind.

Diese Deutung Brandt's sucht Häckel (**87**; pag. LXIX) zu widerlegen, indem er hervorhebt, dass die Skeletelemente der Acanthometrea weder von Jod tingirt werden, noch die charakteristische Reaction mit Millon's Reagens oder die sogenannte Xanthoproteinreaction ergeben. In seinem Entwurf des Radiolariensystems scheint Häckel (**82**; pag. 421 u. 465) seine frühere Behauptung aufrecht zu erhalten, dass das Acanthometreenskelet in seltenen Fällen verkieselt sein kann [«Skeleto spiculis vel aculeis acanthiniciis (raro siliceis)»]. In seinem ausführlichen Werk dagegen glaubt Häckel (**87**; pag. LXVIII—LXX) auf Grund der von Hertwig angestellten Untersuchungen zugeben zu müssen, dass eine Verkieselung der Acanthometreenskelete nicht stattfindet und somit die Skelete sämtlicher Acanthometrea aus einer eigenthümlichen organischen Substanz «Acanthin» bestehen, welche mit dem Chitin verwandt sei.

Aus der angeführten kurzen geschichtlichen Uebersicht ist zu ersehen, dass die chemische Beschaffenheit der Acanthometrea-Skelete immer noch unaufgeklärt blieb und eine diesbezügliche Untersuchung sehr erwünscht war, worauf schon seinerzeit Häckel (**62**; pag. 32) und Bütschli (**82**; pag. 349) hingewiesen haben. Die im Nachstehenden zu schildernden Versuche wurden an folgenden Acanthometrea-Arten angestellt: *Acanthometron pellucidum*, *elasticum* und *siculum*, *Acanthonia tetracopa*, *mülleri*, *fragilis* und *cuspidata*, *Xiphacantha alata*, *Amphilonche elongata*, *Octopelta furcella* und *Phatnaspis (Haliommatidium) mülleri*. Die gewonnenen Ergebnisse bezüglich der chemischen Beschaffenheit des Skelets beziehen sich demnach auf die 11 erwähnten Formen. Da diese Arten aber Vertreter von 4 Familien sind, welche verschiedenen Ordnungen der beiden Unterabtheilungen der Acanthometrea: Acanthometra und Acanthophracta angehören, glaube ich folgern zu können, dass das gefundene Resultat auch für andere Familien, kurz für sämtliche Acanthometrea gilt.

Beim Studium der Litteratur fiel mir ganz besonders der Widerspruch zwischen den Beobachtungen von Johannes Müller und Häckel betreffs des Verhaltens des Acanthometrea-Skelets beim Glühen auf. Daher schien es mir geboten meine Untersuchungen mit den Glühversuchen anzufangen, umsomehr da dieselben von keinem Forscher, ausser den beiden eben genannten, angestellt worden waren.

1. Verhalten der Skelete beim Glühen.

Die ersten Glühversuche wurden auf dem Objectträger angestellt. Zu diesem Zwecke wurde eine kleine Menge verschiedener Acanthometreen im destillirten Wasser ausgewaschen, auf einen dünnen (etwa 0,5—0,75 mm. dicken) Objectträger gebracht, das Wasser (durch Absaugen mit einer Pipette und Fliesspapier) womöglich ganz entfernt und darauf die Acanthometreen über einem Bunsenbrenner geglüht. Nach etwa 1—2 Minuten verbrennt alles Organische, während das Stachelskelet zurückbleibt. Betrachtet man solche Präparate, welche in Dammarlack eingeschlossen wurden, unter dem Mikroskop, so sieht man (Taf. I, Fig. 1 A) im Centrum des vollkommen erhaltenen Stachelskelets den verkohlten Weichkörper, welcher meist noch seine allgemeine Gestalt beibehält, wobei die verkohlten Protoplasmareste sammt Gallerte die einzelnen Stacheln kegelartig umkleiden (Taf. I, Fig. 1 B). Befanden sich in dem Präparate kleine Crustaceen (Copepoda und Phyllopora), so verkohlten sie dabei sammt ihrem Chitinpanzer vollkommen und waren nur an ihrer allgemeinen Gestalt zu erkennen. Man könnte zunächst denken, dass die Acanthometreenskelete deshalb beim Glühen nicht zerstört wurden, weil in ihnen eine Verkieselung eingetreten sei, wie es Häckel (62; pag. 31) früher vermuthet hat und dass demnach junge Formen sich weniger resistent verhalten würden. Zu diesem Zwecke isolirte ich auf einem Objectträger mehrere Exemplare von *Acanthonia tetracopa* von verschiedener Grösse (von 0,67 mm., 0,37 mm., 0,25 mm. und 0,03 mm. im Durchmesser, die Stacheln mitgerechnet) worunter also auch ganz junge Individuen vorhanden waren und glühte dieselben in beschriebener Weise über 2 Minuten. Nach dem Glühen blieben die Skelete sämtlicher Exemplare erhalten, woraus geschlossen werden muss, dass die Skelete sowohl der erwachsenen, als auch der jungen Acanthometreen aus derselben Substanz bestehen. Glüht man die Acanthometreen noch länger (über 2 Minuten), so beginnt der Objectträger zu schmelzen und sich zu krümmen, doch gelingt es nicht den verkohlten Weichkörper ganz in Asche zu verwandeln—es bleiben immer kleine Partikel oder Klümpchen von Kohle an den Stacheln haften.

Um das weitere Verhalten der Acanthometreenskelete beim Glühen zu verfolgen, wurde folgendes Verfahren eingeschlagen. Proben von pelagischem Mulder wurden unter der Lupe von anderen kleinen Organismen wie Crustaceen, Echinodermenlarven etc. befreit, so dass sie ausschliesslich Acanthometreen enthielten. Dieselben wurden sorgfältig 2—3 mal mit destillirtem Wasser ausgewaschen und auf ein Platinblech übertragen, wobei alles über-

schüssige Wasser abgesogen wurde. Alle Manipulationen wurden mit Hilfe von Glaspipetten, Glasnadeln und Platindraht ausgeführt. Glüht man das so erhaltene, ausschliesslich aus Acanthometreen bestehende, Häufchen (von circa 2—5 mm. im Durchmesser) auf dem Platinblech über einem dreifachen Bunsenbrenner, so bauscht sich zunächst die Masse auf und wird darauf in etwa 2 Secunden gelblich und trocken; nach weiteren 2 Secunden wird die Masse schwarz, indem alle organische Substanz verkohlt; beim weiteren Glühen (nach etwa 10 Secunden) verbrennt die Kohle zu Asche — die Masse wird grau, und nach Verlauf von etwa 15—30 Secunden vom Beginn des Glühens (je nach der Grösse der Probe und ihrer Lage auf dem Platinblech), verschwindet alles Organische und auf dem Platinblech bleibt eine kleine, weisse, schwammige Masse oder ein zartes Häutchen zurück. Bringt man das Residuum auf einen Objectträger in Dammarlack und betrachtet es unter dem Mikroskop (Taf. I, Fig. 2), so sieht man, dass es ausschliesslich aus Acanthometreenskeleten besteht, welche in Form von Stachelsternen erhalten, oder in einzelne Nadeln zerfallen sind. Die Nadeln erscheinen vollkommen durchsichtig, glashell, besitzen scharfe Contouren und sind frei von jeglichen Beimischungen.

Glüht man die Probe auf dem Platinblech noch länger, so beginnen Veränderungen an den Nadeln aufzutreten. 1—1½ Minuten geglühte Nadeln erscheinen, bei schwachen Vergrösserungen betrachtet, nicht mehr durchsichtig und glashell, sondern gelblichgrau — bei starken Vergrösserungen sieht man (Taf. I, Fig. 3), dass sie ein körniges Gefüge annehmen, (wobei ihre allgemeine Gestalt unverändert bleibt) und die Ränder der Nadeln scharf hervortreten. Bei sehr starken Vergrösserungen (homog. Immers. Apochrom. 2 mm.) erweisen sich diese Körner als kleine Bläschen, die in den Nadeln auftreten. Bei weiterem Glühen (2—3 Minuten) beginnen die Spitzen und scharfen Kanten der Nadeln abzuschmelzen, so dass letztere durch Wellenlinien begrenzt werden, wobei die Körnelung an Deutlichkeit zunimmt (Taf. I, Fig. 4). Setzt man das Glühen fort, so beginnt nach etwa 3 Minuten die Skeletmasse an ihren Rändern selbst zu glühen. Betrachtet man solche Präparate in Dammarlack, so sieht man (Taf. I, Fig. 5), dass an den Nadeln varicöse Anschwellungen aufgetreten, ihre Kanten und Spitzen abgeschmolzen und die dünneren Nadeln mit den benachbarten sogar zusammengeschmolzen sind, die Körnelung dagegen aber nicht mehr so deutlich hervortritt. Bei noch weiterem Glühen erglüht die ganze Masse der Acanthometreenskelete und, nach 5—7 Minuten Glühens, erscheint die Masse unter dem Mikroskop (Taf. I, Fig. 6) als ein zusammenhängendes Gerüstwerk, welches mit dem Gerüstwerk der Lithospongien oder Hyalospongien zu vergleichen wäre. In diesem Gerüstwerk kann man noch einige Nadelsterne, resp. ihre Centraltheile unterscheiden, die einzelnen Nadeln aber sind abgeschmolzen, ihre Kanten abgerundet, ihre Spitzen verschwunden und viele Nadeln untereinander, der Länge nach oder unter einem Winkel, fest verschmolzen. Das aus Nadeln hervorgegangene Gerüstwerk erscheint wieder homogen, glashell oder bläulich und stärker lichtbrechend als die ursprünglichen Nadeln, wobei die Körnelung fast vollkommen verschwunden ist. Im polarisirten Lichte erweist sich das Gerüstwerk stark anisotrop. Bei weiterem andauernden

Glühen, oder noch besser mit Hilfe eines Löthrohrs, kann das Gerüstwerk zu einer kompakten Masse zusammengeschmolzen werden, welche stark lichtbrechend erscheint und gegen Einwirkung von Säuren (Schwefelsäure z. B.) sich resistenter erweist.

Aus dem beschriebenen Verhalten der verschiedenen Acanthometreenskelete beim Glühen geht, glaube ich, zur Genüge hervor, dass dieselben nicht aus einer organischen, sondern zweifellos aus einer anorganischen Substanz bestehen. Allerdings scheint das Grauwerden der Skelete resp. das Auftreten von kleinen Bläschen in denselben beim stärkeren Erhitzen (etwa 1—1½ Minuten auf dem Platinblech bei circa 500—700° C.) und das nachherige Verschwinden der letzteren bei weiterem, andauerndem Glühen (etwa 5—7 Minuten auf dem Platinblech bei circa über 1000° C.) unter Homogenwerden des aus den Nadeln und Stachelsternen hervorgegangenen Gerüstwerks dafür zu sprechen, dass in dem Acanthometreenskelete organische Beimischungen vorhanden sein müssen. Jedoch ist die Quantität dieser organischen Substanz im Verhältniss zur anorganischen Substanz, aus welcher die Acanthometreenskelete zum grossen Theil aufgebaut sind, sehr gering. Ich halte es daher nicht für unmöglich, dass die Basis des Skelets der Acanthometreen eine organische Substanz bildet, in welcher recht frühzeitig (da die sehr kleinen Acanthometreenskelete ein vollkommen gleiches Verhalten wie die Skelete der erwachsenen Formen erweisen) anorganische Verbindungen reichlich abgelagert werden.

Was nun den Umstand betrifft, auf welche Weise Häckel entgegen J. Müller zur irrigen Annahme kommen konnte, dass das Acanthometreenskelet beim Glühen zerstört resp. verbrannt werde und demnach aus einer organischen Substanz bestehen müsse, so glaube ich, dass dieses Versehen ziemlich einfach zu erklären wäre. Obgleich Häckel nirgends genauer angibt, wie die Glühversuche von ihm angestellt wurden, so kann man doch aus einigen seiner Angaben [Häckel 62; pag. 31 und 33, Anmerkung 1)] den Schluss ziehen, dass das Glühen auf einem Objektträger mittels eines Löthrohrs geschah und anhaltend vorgenommen wurde. Da ich mich selbst davon überzeugen konnte, dass beim anhaltenden Glühen die Acanthometreenskelete mit einander verschmelzen und selbst in eine kleine kompakte Masse zusammenschmelzen können, so ist es sehr wahrscheinlich, dass Häckel, welcher seine Versuche vielleicht nur an einer oder ein Paar Acanthometreen auf einmal (nicht an mehreren Zehnern oder Hunderten wie ich) anstellte, wobei deren Skelete in ein kleines Körnchen zusammenschmolzen, dieses Körnchen übersehen hat, oder aber dass das Körnchen in das Glas des Objektträgers einschmolz.

Nachdem ich mich somit durch Glühversuche davon überzeugt hatte, dass die Acanthometreenskelete aus einer anorganischen Substanz bestehen, wandte ich mich zur Feststellung ihres Verhaltens zu verschiedenen Säuren, Alkalien, sowie anderen Reagentien, woraus ich, wie es in der Mikrochemie üblich ist, ihre chemische Zusammensetzung zu erschliessen hoffte.

2. Verhalten der Skelete zu verschiedenen Reagentien.

Ich begann meine diesbezüglichen Untersuchungen mit der Schwefelsäure, welche nach Angaben aller bisheriger Forscher die Skelete der Acanthometrea nach kürzerer oder längerer Einwirkung (zuweilen erst beim Erhitzen) vollkommen auflösen soll; obgleich in der ersten Zeit concentrirte Schwefelsäure nur die Weichtheile auflöst, das Skelet aber unverändert lässt und aus diesem Grunde von Häckel (62; pag. 33, Anmerk.) zur Isolation der Skelete angewandt und warm empfohlen wurde. Bei meinen Versuchen leitete ich concentrirte Schwefelsäure in der üblichen Weise durch das Präparat hindurch (indem ein Tropfen der Schwefelsäure von der einen Seite des Deckglases zugesetzt und auf der entgegengesetzten Seite die Flüssigkeit mit Fliesspapier abgesogen wurde). Bei solchem Verfahren wurde das Protoplasma fast augenblicklich aufgelöst, dagegen verhielt sich das Skelet recht verschieden: so lösten sich z. B. bei *Amphilonche elongata* die kleinen Stacheln in 20—25 Minuten, die beiden grossen in 40 Minuten vollkommen auf; bei *Phatnaspis mülleri* wurde das Gitterwerk der Schale bereits nach 15 Minuten etwas angegriffen, nach 24 Stunden wurden die Löcher des Gitterwerks bedeutend grösser und die Spitzen der Nadeln etwas angefressen, das Skelet blieb aber im Grossen und Ganzen erhalten und verhielt sich ebenso auch bei noch längerem Liegen in Schwefelsäure; bei *Acanthonia tetracopa* und *Acanthometron pellucidum* blieb das Skelet während 1½ Stunden und bei *Xiphacantha alata* selbst nach einem Verbleiben von 24 Stunden in Schwefelsäure vollkommen unverändert u. s. w.; selbst eine und dieselbe Species ergab beim Wiederholen des Versuchs verschiedene Resultate.

Dieses verschiedene Verhalten diverser Acanthometreenskelete zur Schwefelsäure wird nicht, wie ich anfangs dachte, durch die verschiedene chemische Beschaffenheit der Skelete bedingt, sondern lediglich durch den Concentrationsgrad resp. Wassergehalt der Schwefelsäure, welche, wie wir weiter unten sehen werden, recht verschiedene Wirkung auf die Acanthometreenskelete ausübt. Beim Durchleiten von Schwefelsäure wird die letztere durch das im Präparat enthaltene Wasser verdünnt; beim längeren Liegen (einige Stunden) des Skelets in Schwefelsäure, nimmt letztere dagegen begierig Wasser aus der Luft auf, welche an der Meeresküste, wie in Neapel, und besonders noch beim Sirokko-Winde bekanntlich viel Wasserdampf enthält. Um diesen Eventualitäten zu entgehen, schlug ich folgendes Verfahren ein, welches bei allen Versuchen bezüglich des Verhaltens des Acanthometreenskelets zu verschiedenen von mir angewandten Reagentien eingehalten wurde. Acanthometreen, womöglich diverse Arten, die verschiedenen Familien angehören und wenn möglich in verschiedener Grösse, wurden isolirt, in destillirtem Wasser gut ausgewaschen, auf einen Objectträger mit Vertiefung gebracht und das Wasser abgesogen. Darauf wurden einige Tropfen des zu untersuchenden Reagens zugesetzt, worauf das Präparat mit einem Deckglase bedeckt, mit heissem Paraffin umschlossen und von Zeit zu Zeit unter dem Mikroskop betrachtet wurde. Es kamen zur Anwendung:

1) *Schwefelsäure* a) *concentrirte* vom spec. Gew. 1,84 zerstört sofort das Protoplasma, wobei kleine Bläschen aufsteigen. Nach etwa 5 Minuten zerfällt bei *Acanthometron pellucidum* der Nadelstern durch Auflockerung in der Mitte in 20 einzelne Nadeln, die langsam vom Centrum aus abzuschmelzen beginnen; nach etwa 10 Minuten¹⁾ sind auch die Nadelspitzen angegriffen und werden allmählich ohne Gasentwicklung aufgelöst, indem sie der ganzen Länge nach angefressen werden und in einzelne Stücke zerfallen; nach 20—25 Minuten werden die Skelete ganz aufgelöst und verschwinden spurlos. Wurden die Acanthometreen zuerst auf dem Platinblech gegläht, bis ihre Skelete zu einem Gerüstwerk zusammengesmolzen waren, und dann auf die beschriebene Weise mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, so löste sich nicht alles auf, selbst nach einem Verweilen von 42 Stunden; das Residuum in Gestalt eines unregelmässig verzweigten Gebildes erwies sich im polarisirten Lichte doppelbrechend; b) 50% H_2SO_4 löst den ganzen Weichkörper mit Ausnahme der Centralkapsel in 5 Minuten auf, die Skelete bleiben aber während 54 Stunden vollkommen intakt und unverändert, nur dass bei einigen Arten die Skelete in einzelne Nadeln zerfallen; c) 10% H_2SO_4 beginnt nach 2 Stunden einzuwirken, indem einige Nadeln an den Spitzen angefressen werden; nach 6 Stunden beginnt eine Körnelung in den Nadeln aufzutreten, die immer deutlicher wird; die Skelete bzw. Nadeln bleiben auch nach einem Verweilen von 54 Stunden erhalten, obgleich sie alle gekörnelt erscheinen; d) 1% H_2SO_4 beginnt nach 1½ Stunden einzuwirken, indem die Nadeln körnig werden; nach 6 Stunden werden die ausserhalb des Gallertmantels stehenden Nadeln aufgelöst und nach 24 Stunden das gesamte Skelet, wobei aber das Protoplasma erhalten bleibt.

2) *Salpetersäure* a) *concentrirte* vom spec. Gew. 1,20 wirkt ebenso wie conc. H_2SO_4 ; sie beginnt nach 5 Minuten einzuwirken und löst alle Skelettheile in 20 Minuten bis 1 Stunde vollkommen auf; Protoplasma, Centralkapsel, Myoneme und Gallerte bleiben erhalten; b) 50%, 10% und 1% HNO_3 haben dieselbe Wirkung, nur dass die schwächeren Lösungen schneller (nach 2 Minuten) einzuwirken beginnen und gleichfalls schneller das Skelet vollkommen auflösen (50% — nach 20 Minuten, 10% und 1% — nach 15 und 10 Minuten).

3) *Salzsäure* a) *concentrirte* vom spec. Gew. 1,19 scheint die Skelete nicht aufzulösen, indem die meisten Nadeln nach einem Verweilen von 24 Stunden vollkommen intakt erscheinen und nur an wenigen, bei starken Vergrösserungen (Oc. 12 Obj. 4 mm.) zu sehen ist, dass ihre Ränder etwas angefressen sind; b) *verdünnte* HCl löst die Acanthometreen-skelete unter Auftreten von Körnelung in den Nadeln, also auf eine ähnliche Weise wie schwache H_2SO_4 und HNO_3 , vollkommen auf; bei 50% HCl beginnt die Auflösung nach 5 Minuten und dauert 35—40 Minuten, bei 10% — beginnt die Auflösung nach 5 Minuten und dauert 20—30 Minuten und 1% HCl endlich beginnt nach 2 Min. aufzulösen und löst in 5—25 Minuten alles auf.

1) Sämmtliche Zeitangaben beziehen sich auf die ganze Dauer der Reaction vom Moment des Zusetzens | des Reagens an.

4) *Essigsäure* a) *concentrirte* vom spec. Gew. 1,06 löst die Skelete selbst nach einer 24-stündigen Behandlung nicht auf und lässt sie vollkommen unverändert; b) *verdünnte Essigsäure* löst, obgleich ziemlich langsam, die Skelete auf, wobei die Auflösung an den Spitzen der Nadeln beginnt und centripetal fortschreitet, indem eine Körnelung in den Nadeln auftritt. Starke Lösungen (50%) wirken langsamer (nach 10 Minuten), als schwache (10% und 1% — nach 2 Minuten) und erfordern mehr Zeit zur vollkommenen Auflösung.

5) *Ammoniak* vom spec. Gew. 0,875 löst die Skelete auch nach 24 Stunden nicht auf. Die Weichtheile werden vollkommen zerstört, dagegen bleiben die Nadeln im Centrum vereinigt — aus diesem Grunde wäre Ammoniak zur Isolation der Acanthometreenskelete sehr zu empfehlen; die Manipulation kann im verkorkten Glascylinder vorgenommen werden.

6) *Kalilauge* 35% bringt die Nadeln nach 24-stündiger Einwirkung zum Verschwinden, lässt aber um die einzelnen Centralkapseln (welche sehr gut erhalten bleiben und in denen man Poren bemerken kann) sowie in denselben kleine Häufchen von Krystallbrocken zurück, die doppelbrechend sind und zweifellos ein Residuum der Skeletsubstanz vorstellen. Schwache Lösungen (15—20%) scheinen eine ähnliche Wirkung auszuüben, nur erfolgt das Zerfallen der Nadeln in Brocken bedeutend langsamer. 1% Kalilauge ruft bloß eine Körnelung in den Nadeln hervor selbst nach einer Behandlung von 72 Stunden, wo alles Protoplasma bereits aufgelöst war.

7) *Chromsäure* 20% verhält sich ähnlich wie Kalilauge, indem nach der Behandlung mit derselben an Stelle der Skelete Häufchen von gelben Körnchen oder Kryställchen zurückbleiben, welche doppelbrechend sind.

8) *Osmiumsäure* 1% löst die Nadeln nicht auf, dafür erleiden dieselben aber eine gewisse Veränderung, indem sie an ihren distalen Enden weich und biegsam werden. Bei längerem Liegen der Nadeln in Osmiumsäure tritt in denselben eine Reihe von sehr kleinen Bläschen auf, welche sich untereinander vereinigen und grosse Längsspalten bilden können; geht die Bildung von Bläschen vom distalen Stachelende aus, so erscheint die Nadel an der Spitze tiefgespalten.

9) *Soda* 10% beginnt nach 5 Minuten einzuwirken, indem den Nadeln entlang kleine Körnchen auftreten und die Nadeln allmählich abschmelzen resp. aufgelöst werden. Nach 10—15 Minuten sind sämtliche Nadeln verschwunden und man sieht an ihrer Stelle Reihen von unregelmässig begrenzten, stark lichtbrechenden, krystallinischen Körnchen und in der Mitte der Centralkapsel einen grossen Haufen solcher Körnchen. Nach etwa 30 Minuten wird sämtliches Protoplasma, Myoneme und Gallerte aufgelöst und nur die Centralkapsel, sowie die Körnchen, welche unlöslich sind, bleiben zurück. Diese Körnchen erweisen sich in polarisirtem Lichte doppelbrechend. 1% Soda ruft dieselbe Erscheinung, nur nach längerer Einwirkung, hervor.

10) *Kochsalz* 20% ruft anfangs keine Veränderungen hervor und erst nach 30 Minuten beginnen die Nadeln an ihrer Spitze dünner zu werden, indem sie angefressen werden. Der

Process schreitet langsam fort und nach 4—7 Stunden sind alle Skelete aufgelöst. 10% und 1% Kochsalzlösung wirken in derselben Weise, nur schneller: so beginnt bei der ersteren Lösung der Process nach 10—15 Minuten und dauert circa 4 Stunden, und bei der letzteren — nach 10 Minuten und dauert etwa 3 Stunden.

11) *Seewasser*. Isolirte lebende Acanthometreen wurden mittels eines starken Inductionsstromes abgetödtet und auf einen Objectträger mit Vertiefung gebracht, Seewasser zugesetzt, das Ganze mit einem Deckgläschen bedeckt und mit Paraffin verschlossen. Nach circa 7 Stunden beginnen bei einigen Skeleten die Nadelspitzen angefressen zu werden; die Auflösung erfolgt sehr langsam, besonders innerhalb der Centralkapsel und nimmt 3 bis 4 Tage, ja zuweilen bei einigen Exemplaren 5 Tage in Anspruch, worauf das Skelet vollkommen aufgelöst erscheint, das Protoplasma dagegen zum Theil erhalten bleibt.

12) *Destillirtes Wasser* beginnt nach 1 Stunde schon einzuwirken, indem die Nadeln, besonders an ihren Spitzen angefressen werden. Eine vollkommene Auflösung des Skelets erfolgt in circa 5 Stunden, wobei kleine, doppeltbrechende Körnchen zurückbleiben.

Farbstoffe wie Alaunkarmin, Hämatoxylin, Pikrokarmine etc., sowie Anilinfarben färben die Skelete nicht; in Jodtinctur (schwacher) bleiben letztere gleichfalls unverändert.

Zusammenfassung. Fassen wir die Resultate der beschriebenen Versuche zusammen, so ergibt sich, dass die Acanthometreenskelete löslich sind: in concentrirter und 1% Schwefelsäure, Salpetersäure (concentrirter, sowie verdünnter), verdünnter Salzsäure, verdünnter Essigsäure (in allen Säuren ohne Gasentwicklung), Kochsalzlösung (in allen diesen Reagentien in schwachen Lösungen leichter als in starken), Seewasser und destillirtem Wasser (sehr langsam). Unlöslich dagegen in: 50% und 10% Schwefelsäure (in letzterer werden die Nadeln körnig), concentrirter Salzsäure (nach 24 Stunden etwas angefressen), concentrirter Essigsäure und Ammoniak. Bei Behandlung der Skelete mit Kalilauge, Chromsäure und Sodalösungen zerfallen sie in kleine Körner oder Brocken, die doppeltbrechend sind und bei Chromsäure-Behandlung gelb erscheinen. In Osmiumsäure werden die Skelete weich, biegsam und können etwas angefressen werden. Von Farbstoffen und Jod werden die Skelete nicht tingirt.

Das Verhalten der Skelete zur Chromsäure und Sodalösung machte die Annahme nicht unwahrscheinlich, dass in der Skeletsubstanz Calcium vorhanden sein muss (Bildung von unlöslichen Krystallaggregaten von chromsaurem und kohlen-saurem Calcium). Ihr Verhalten zu verschiedenen Säuren aber erlaubte den Schluss, dass wir es nicht mit einem kohlen-sauren Salze zu thun haben. Dagegen schien der Umstand, dass die stark geglühten, zu einem Gerüstwerk zusammengeschmolzenen Skelete nach mehrtägiger Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure ein doppeltbrechendes Residuum zurückliessen, dafür zu sprechen, dass in der Skeletsubstanz ein leicht lösliches (basisches) Silikat, vielleicht ein Doppelsilikat enthalten sei.

Um mich in dieser Voraussetzung zu vergewissern, suchte ich die Kieselsäure in der Skeletsubstanz nachzuweisen und verfuhr dabei folgendermaassen. Verschiedene Acantho-

metreenskelete wurden in reichlicher Menge, frei von jeglichen Beimengungen, isolirt, in destillirtem Wasser ausgewaschen und auf dem Platinblech geglüht, bis sie in ein Gerüstwerk zusammenschmolzen. Darauf wurde die geglühte Skeletmasse auf einen Objectträger mit Aushöhlung gebracht, wobei letztere zuvor mit Dammarlack bestrichen wurde; sodann wurde ein Tropfen Flusssäure (Acid. hydrofluoric. fumans concentratiss. 55° von Merk in Darmstadt) zugesetzt und nach einiger Zeit (5—10 Minuten) noch ein Tropfen Wasser mit einer Spur von Kochsalzlösung hinzugefügt. Die Auflösung der Skeletmasse geschah recht langsam und nach einem Stehen von 1—2 Stunden bildeten sich beim Verdunsten typische Krystalle hexagonalen Systems von Kieselfluornatrium. Die auf den Objectträger aufgetragene Schicht von Dammarlack wurde beim längeren Stehen von der Flusssäure durchgefressen und so konnte man denken, dass die Bildung der Kieselfluornatriumkrystalle auf Kosten des Siliciums, welches durch Auflösung des zum Theil angefressenen Objektglases frei wurde, geschah. Ich benutzte zum Bestreichen des Objectträgers ausserdem noch: Schellack, Gelatine, Paraffin, Vaseline und bekam immer dieselben Resultate, wobei ich aber nie sicher sein konnte, ob nicht doch etwas Flusssäure durchsickerte und hielt demnach die Versuche nicht für beweisend. Am besten erwies sich ein Bestreichen des Objectträgers mit einer dicken Celloidinschicht, welche von der Flusssäure nicht durchgefressen wurde und beim eben geschilderten Versuche dieselben Resultate ergab. Schliesslich wiederholte ich denselben Versuch, mit gleichem Erfolge, auf einem extra bereiteten Collodiumplättchen, welches beim Betrachten der Kieselfluornatriumkrystalle unter dem Mikroskop noch von einem Collodiumhäutchen bedeckt wurde.

Zum Nachweis des vermutheten Calciums in der Skeletsubstanz wurde eine Anzahl von Acanthometreenskeleten in 5% Essigsäure aufgelöst und zu der Lösung ein Tropfen von oxalsaurem Ammonium zugesetzt, wobei die Bildung von schönen charakteristischen Krystallen von oxalsaurem Calcium, in der Gestalt von flachen quadratischen Pyramiden und kleinen Prismen, sowie 4- bis 8-strahligen Sternen erfolgte.

Wenn es mir demnach auch als ziemlich sicher erwiesen schien, dass die Skeletsubstanz der Acanthometreen aus kieselsaurem Calcium besteht, so hielt ich es doch für möglich und sogar für sehr wahrscheinlich, dass in derselben noch andere Elemente vorhanden sein können oder mit anderen Worten, dass sie ein Doppelsilikat darstellt. Ich beschloss daher eine quantitative chemische Analyse der Acanthometreenskelete vorzunehmen, umsomehr da mir die Beschaffung der erforderlichen Quantität der Skeletsubstanz, wenn auch etwas langwierig, aber nicht unmöglich erschien.

3. Quantitative chemische Analyse der Skeletsubstanz.

In der ersten Hälfte August 1899 war der pelagische Auftrieb in Neapel sehr reich an Acanthometreen, ja an einigen Tagen bestand er fast ausschliesslich aus denselben. In-

folge der bereitwilligen Zuvorkommenheit der Direktion der Neapler Zoologischen Station und ganz besonders dank der Freundlichkeit des Herrn Dr. S. Lo Bianco wurde mir das Material in genügender Menge zur Verfügung gestellt und da es mir darauf ankam lebende (nicht abgestorbene) Acanthometreen zu haben, so fuhr das Boot mehrere Male am Tage in die Bucht zum Fischen heraus und lieferte mir immer frischen Auftrieb. Der pelagische Mulder wurde unter der Lupe mit Glasnadeln von anderen kleinen pelagischen Wesen, Fremdkörpern etc. befreit und auf diese Weise kleine Partien von etwa 200—300 Acanthometreen isolirt. Diese kleinen Klümpchen wurden in destillirtem Wasser mehrere Male ausgewaschen, das überschüssige Wasser entfernt und die Klümpchen mit Glasnadeln oder Platindraht auf ein Platinblech übertragen, auf welchem sie über einem 3-fachen Bunsenbrenner 3—5 Minuten geglüht wurden, bis die Masse zu glühen anfang d. h. bis zum Moment, wo die Skelete zu einem Gerüstwerk verschmolzen. Nach dem Glühen wurde die schwammige Masse der verschmolzenen Skelete, die schneeweiss, zuweilen mit einem Stich in's Graue aussah, in ein kleines Gläschen übertragen. Auf diese Weise erhielt ich, dank der Beihülfe meiner Frau, welche mit mir zusammen während 14 Tage Acanthometreen isolirte, gegen 30 Milligramm Skeletsubstanz, die später zur chemischen Analyse verwendet wurde.

Die quantitative Analyse wurde im Winter 1899/1900 im Zoologischen Laboratorium der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg gemeinsam mit meinem Freunde Iw. Schröder, o. Prof. der Chemie am St. Petersburger Berg-Institut vorgenommen, dem ich auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aussprechen möchte. Da es mir etwas gewagt erschien die ganze Quantität auf einmal zur Analyse aufzubrauchen, so nahm ich 25,5 Milligramm von der Skeletsubstanz und theilte sie in 2 Proben, welche beide nach gleichem Verfahren analysirt wurden und dasselbe Resultat ergaben.

Da die in Neapel angestellten mikrochemischen Reactionen erwiesen haben, dass in der Skeletsubstanz Kieselsäure vorhanden ist, wurde zuerst nach ihr gefahndet. Zu diesem Zwecke wurden 12,75 mgr. Skeletsubstanz mit der vierfachen Menge Soda im Platintiegel zusammengeschmolzen, worauf ich die Masse erkalten liess. Die geschmolzene Masse wurde mit verdünnter Salzsäure auf dem Wasserbade bis zum Trockenwerden eingedampft — worauf ein gelber Satz zurückblieb. Derselbe wurde mit Salzsäure befeuchtet und eingedampft; darauf wurde Wasser und ein Tropfen Salzsäure zugesetzt und der Satz darin aufgelöst. — Es blieb ein weisser sandiger Niederschlag zurück, der auf dem Filter (Schleicher u. Schüll's Filter) gesammelt und darauf mit dem Filter in einem kleinen Platintiegel verbrannt wurde. Die gewonnene Substanz war SiO_2 , welches Ergebniss durch Auflösen der Substanz in Flusssäure noch bestätigt wurde. Das Gewicht der SiO_2 betrug 2,75 mgr. und demnach betrug der % Gehalt des SiO_2 in der Skeletsubstanz 21,6%.

Das Filtrat (vom sandigen Niederschlag der SiO_2 abfiltrirte Lösung) wurde mit Ammoniak versetzt und aufgeköcht — es bildete sich ein flockiger Niederschlag von schwach gelblicher Farbe (also Aluminium mit Spuren von Eisen), welcher auf dem Filter gesammelt

und im Platintiegel geglüht wurde. Die erhaltene Substanz wurde nach der Bestimmung ihres Gewichts qualitativ auf Aluminium und Eisen geprüft: zu diesem Zwecke wurde sie mit Soda im Tiegel geschmolzen, die Schmelze in Wasser aufgelöst, filtrirt und das Filtrat unter Zusatz von NH_4Cl gekocht — worauf eine Trübung und später ein flockiger Niederschlag von Aluminiumoxydhydrat $\text{Al}_2\text{O}(\text{HO})_4$ entstand; auf dem Filter blieb ein gelbbrauner Niederschlag von Fe_2O_3 zurück, welcher in Salzsäure aufgelöst wurde, worauf die Lösung mit gelbem Blutlaugensalz (K_4FeCN_6) auf Eisen geprüft wurde — es bildete sich ein guter Niederschlag von Berlinerblau. — Das Gewicht des $\Sigma(\text{Al}+\text{Fe})_2\text{O}_3$ betrug 2,25 mgr. und demnach der Procentgehalt des Aluminiums und Eisens in der Skeletsubstanz 17,6%.

Das Filtrat [vom gelblichen flockigen Niederschlage des $\Sigma(\text{Al}+\text{Fe})_2\text{O}_3$ abfiltrirte Lösung] wurde mit einer gesättigten Lösung von Ammoniumoxalat versetzt, etwa 2 Stunden erhitzt und der erhaltene weisse Niederschlag von Calciumoxalat auf dem Filter gesammelt und im Platintiegel stark geglüht, um ihn in CaO überzuführen und als solches zu wägen. Das Gewicht des CaO betrug 4 mgr. und demnach der Procentgehalt des Calciums in der Substanz — 31,4%.

Das Filtrat (vom weissen Niederschlage des CaO abfiltrirte Lösung) wurde stark mit Ammoniak versetzt, ein Paar Tropfen von Natriumphosphat (Na_3PO_4) zugesetzt und stehen gelassen; nach 4 Tagen bildeten sich kleine Flöckchen — welche auf Spuren von Mg hinwiesen.

Die vorgenommene quantitative Analyse der Skeletsubstanz zeigt uns demnach, dass die letztere aus Calciumaluminiumsilikat (mit Spuren von Eisen) besteht. Ferner scheint es mir aber recht wahrscheinlich zu sein, dass die nicht geglühte (also in lebenden Acanthometreen vorhandene) Skeletsubstanz ein Hydrat des Calciumaluminiumsilikats darstellt. Letztere Vermuthung wird dadurch bestärkt, dass 1) die Veränderungen, welche die Skelete beim Glühen erleiden (Auftreten von kleinen Bläschen und ein etwas anderes Verhalten zu Reagentien) durch das Entweichen des Hydratwassers erklärt werden können und 2) die Doppelsalze überhaupt, im Vergleich mit den einfachen Salzen, ein erhöhtes Bestreben haben Hydrate zu bilden, so z. B. erhärten die Silikate von CaAl , welche die Hauptbestandtheile der hydraulischen Cemente bilden, gerade durch die Bildung der Hydrate.

Was den bei der Analyse entstandenen Verlust von 29,6% der Substanz betrifft, so wird er verständlich, wenn man folgende Erwägungen in Betracht zieht: 1) wurden die Alkali-Metalle nicht mitbestimmt, die möglicherweise ein Bestandtheil des Silikats bilden können, 2) kann beim Glühen mit Soda das Hydratwasser der Skeletsubstanz (wenn letztere wirklich ein Hydrat des Silikats ist) entwichen sein und 3) kann es zum Theil ein Fehler der analytischen Methode sein, welcher, bei der äusserst geringen Quantität (12,75 mgr.) des in der Arbeit gewesenen Materials, verhältnissmässig enorm sein muss.

Die chemische Zusammensetzung des Skelets der Acanthometreen macht es auch begreiflich, wesshalb wir keine fossilen Reste der Acanthometreen besitzen, da die auf den Boden gefallenen Skelete der Acanthometreen im Seewasser, wie wir gesehen haben, aufgelöst werden.

II. Ueber den hydrostatischen Apparat der Acanthometrea.

Das Schwimmen und die auf- und absteigenden Bewegungen der Radiolarien sind von jeher ein Gegenstand des Interesses für verschiedene Protozoenforscher gewesen und haben die betreffenden Gelehrten mehrfach versucht mehr oder weniger befriedigende Erklärungen für diese Erscheinung zu geben. Bereits J. Müller (59; pag. 24—25) beobachtete, dass die Radiolarien in Meeren über ansehnlichen Tiefen bei ruhiger See in reichlicher Menge anzutreffen sind und behauptete, dass sie nicht auf passivem Wege (durch Strömung oder Wellen) an die Meeresoberfläche gebracht werden konnten. Er hielt die Acanthometreen für specifisch schwerer als Wasser; auch konnte er unter dem Mikroskope wahrnehmen, dass sie in Glasschälchen ruckweise Verschiebungen des Körpers vornehmen. Die Ursache dieser Bewegungen, sowie auch des Schwimmens suchte J. Müller (59; pag. 27) durch die von Claparède (58; pag. 458—463 und Müller 55b; pag. 674) gemachte Beobachtung, dass nämlich die Enden der ausgestreckten Pseudopodien der Acanthometreen peitschen- oder geisselartig schnellen können, zu erklären. Auf dem Boden oder auf einer festen Unterlage können nach J. Müller die Acanthometreen vermöge der Pseudopodien kriechende oder wälzende Bewegungen, ähnlich wie Rhizopoden und Heliozoen, ausführen.

Häckel (62; pag. 133—4) bemerkte treffend, dass die letzteren Bewegungen bei Radiolarien nur ausnahmsweise vorkommen, dass dagegen, bei der schwimmenden Lebensweise, welche sie führen, andere Locomotionsbewegungen für sie besonders charakteristisch sind. Das Flottiren der Radiolarien auf der Oberfläche der See glaubte Häckel dadurch erklären zu können, dass sie mit ihren Pseudopodien an dem Oberflächenhäutchen des Wasserspiegels anhaften und gleich einigen Süßwasserschnecken (*Lymnaeus*, *Planorbis*) sich langsam kriechend fortbewegen. Die Bewegungen der Radiolarien in verticaler Richtung sind von Häckel an Collozoiden und Sphaeroiden (*Peripylaria Spumellaria*) unmittelbar beobachtet und für aktive erklärt worden, die Mittel aber, durch welche diese Bewegungen zu Stande kommen, blieben ihm «völlig unklar». Am wahrscheinlichsten erschien Häckel die Vermuthung, dass das Emporsteigen durch aktive, wenn auch äusserst schwache und träge Schwimmbewegungen bedingt wäre, wobei die vielfältige Ausbreitung der Pseudopodien genügen sollte, um die Radiolarien schwebend zu erhalten.

R. Hertwig (79; pag. 19) sprach bezüglich der Acanthometreen die Vermuthung aus, ob nicht die sogenannten Gallertcilien oder contractile Fäden, welche eine Gestaltsveränderung der Gallerte verursachen, einen Einfluss auf das Auf- und Absteigen der Acanthometreen ausüben könnten, hielt es aber für unzweckmässig, bestimmtere Anschauungen über diesen Punkt auszusprechen.

Bütschli in seinem Protozoenwerke (82; pag. 442—444) sagt bei der Besprechung

der verschiedenen Erklärungsversuche betreffs der Bewegungserscheinungen der Radiolarien, dass der Vorgang des Schwimmens bis jetzt unerklärt geblieben sei. Bezüglich der Bewegung in verticaler Richtung bemerkt Bütschli treffend, dass wenn die absteigenden Bewegungen resp. das Sinken der Radiolarien auch durch die infolge der Verringerung des Wassergehalts der Gallerte eingetretene Erhöhung des specifischen Gewichtes des Gesamtorganismus und die gleichzeitig durch die Einziehung der Pseudopodien hervorgerufene Verringerung des Wasserwiderstandes zu erklären wären, für die aufsteigenden Bewegungen jedoch noch keine befriedigende Erklärung vorliege. Dabei scheint ihm die Annahme activer Thätigkeit der Pseudopodien zur Vermittelung des Aufsteigens wenig wahrscheinlich zu sein und er hält selbst nicht für ausgeschlossen, «dass es sich hierbei nur um passive Strömungserscheinungen oder durch Zunahme des specifischen Gewichtes des umgebenden Wassers bedingte Bewegungen handelt».

• Brandt (85; pag. 97—102) wies für die sogenannten koloniebildenden Radiolarien (*Spumellaria Collozoïda* und *Sphaerozoïda*) nach, dass die auf- und absteigenden Bewegungen derselben durch die stetige Verminderung und Vergrösserung ihres specifischen Gewichtes bedingt werden. Diese Schwankungen im specifischen Gewichte werden hervorgerufen durch das Auftreten und Schwinden von Flüssigkeitsvacuolen in der Gallertsubstanz, welche eine Vergrösserung oder Verminderung der Oberfläche des Gesamtorganismus zur Folge haben. Diese einfache und plausible Erklärung lässt sich aber nicht ohne Weiteres auf die *Acanthometreen* ausdehnen, da bei denselben keine Vacuolen in der Gallertsubstanz vorhanden sind.

Häckel endlich in seinen letzten Arbeiten (87; pag. LXIV und CXL—CXLI und 88; pag. 9—10) entwickelte den von R. Hertwig ausgesprochenen Gedanken weiter, dass die kontraktilen Fäden der *Acanthometreen* auf das Auf- und Absteigen derselben einen Einfluss ausüben könnten, indem er behauptete, dass die contractilen Fäden durch ihre Contraction augenscheinlich die Gallertthülle erweitern und dadurch bei Wasseraufnahme eine Verringerung des specifischen Gewichtes der *Acanthometreen* zur Folge haben würden. Neue diesbezügliche Beobachtungen an lebenden Exemplaren, ebenso wie besondere Versuche, welche für diese Erklärung sprechen würden, scheint Häckel nicht angestellt zu haben, wenigstens ist von solchen in seinen beiden Monographien nicht die Rede.

Ich selbst konnte mich während meines Aufenthalts in Neapel mehrfach davon überzeugen, dass die *Acanthometreen* die Fähigkeit besitzen sogar in Aquarien beliebig auf- und abzusteigen. Jeden Morgen wurde mir das nöthige Material in grossen Glascylindern auf mein Arbeitszimmer gebracht, wobei der pelagische Mulder stets in Gestalt von grösseren oder kleineren Flocken auf dem Boden zu finden war und ich konnte, trotz aufmerksamen Suchens, nie eine *Acanthometree* an der Oberfläche des Wassers finden. Die Glascylinder wurden in grössere Bassins mit fliessendem kalten Wasser gestellt und nach einiger Zeit vollkommener Ruhe begannen die *Acanthometreen* in die Höhe zu steigen und konnten an der Oberfläche des Wassers gefischt werden. Wurde das Wasser in den Glascylindern

stark umgerührt, so fielen die Acanthometreen auf den Boden, um später wieder in die Höhe emporzusteigen. Diese Versuche wurden in engen Glascylindern resp. in Glasröhren, welche an einem Ende zugeschmolzen waren und in welchen man das Auf- und Absteigen der Acanthometreen mit einer Lupe bequemer beobachten konnte, mit gleichem Erfolge wiederholt. Das Aufsteigen erfolgt ziemlich langsam (leider habe ich versäumt Messungen anzustellen), bedeutend langsamer als das Sinken.

Nach diesen Beobachtungen unterlag es für mich keinem Zweifel mehr, dass die Bewegungen der Acanthometrea in vertikaler Richtung keine passiven sind, sondern wahrscheinlich durch besondere Bewegungsorgane resp. eigenartige Vorrichtungen vermittelt werden. Ich hielt es daher für gerathen diejenigen Gebilde der Acanthometreen, von denen man erwarten konnte, dass sie sich bei der Locomotion wesentlich betheiligen oder dieselbe gar bewirken könnten, zunächst eingehender vom morphologischen und histologischen Standpunkte aus zu studiren, um darauf ihre physiologische Rolle beim Bewegungsprocesse zu ermitteln. Als solche Gebilde erschienen mir selbstredend die sogenannten Gallertcilien oder contractilen Fäden, natürlich im Zusammenhang mit dem Ektoplasma, den Pseudopodien und der Gallerte der Acanthometreen.

1. Anordnung und feinerer Bau der contractilen Elemente, des extracapsulären Protoplasmas, der Pseudopodien und der Gallerte.

Die contractilen Elemente wurden bereits von J. Müller (59; pag. 11) bei einigen Acanthometreen gesehen und als ein einzeiliger Kranz von langen, dünnen Fäden, welcher jeden Stachel umgibt, beschrieben und abgebildet (Taf. XI, Fig. 5). Er beobachtete, dass beim Absterben der Acanthometreen die Fäden sich stark verkürzen und als sogenannte Cilien oder Stümpfe in kranzförmiger Anordnung um den Stachel (Taf. XI, Fig. 1 u. 4) erscheinen. Häckel (62; pag. 113—115) sah dieselben bei mehreren Acanthometreen, jedoch meist an todtten Exemplaren in verkürztem Zustande (Taf. XV, Fig. 1, 2 u. 5; Taf. XVI, Fig. 3 u. 5; Taf. XIX, Fig. 1 u. 6 und Taf. XX, Fig. 3 u. 5) und bezeichnete sie als Gallertzäpfchen oder Gallertcilien. Dieselben schienen ihm, ihrem hyalinen und homogenen Aussehn nach, von Gallertscheiden substantiell nicht verschieden zu sein. Bezüglich ihrer Deutung schloss Häckel sich Müller an, indem er zugab, dass die Gallertcilien verkürzte Pseudopodien seien, fügte aber hinzu, dass auch eine andere Erklärung zulässig wäre, diejenige nämlich, dass die Gallertcilien «eigentlich differenzirte Sarkodetheilchen, Organe von bestimmter Bedeutung» seien. Diese Vermuthung wurde von R. Hertwig (79; pag. 16—19) durch seine eingehenden Untersuchungen an Acanthometreen bestätigt, welcher in den Gallertcilien Bildungen eigener Art — contractile Elemente erkannte und sie als «contractile Fäden» bezeichnete. Häckel schloss sich in seinen letzten Werken (87; pag. LXIV—LXV und 88; pag. 9—10) Hertwig vollkommen an und bezeichnete die contractilen Fäden als «Myoplhrisken», ohne über ihren feineren Bau oder ihr Verhalten bei der Contraction etwas

neues hinzugefügt zu haben. Nach Häckel's Untersuchungen sollten sie nur den Vertretern der Unterabtheilung *Acanthometrea* eigen sein, bei der Unterabtheilung *Acanthophracta* dagegen fehlen.

Ich untersuchte diese Gebilde bei folgenden Acanthometreen: *Acanthometron pellucidum*, *elasticum* und *siculum*, *Acanthonia tetracopa*, *mülleri*, *fragilis* und *cuspidata*, *Xiphacantha alata*, *Amphilonche elongata*, *Octopelta furcella* und *Phatnaspis (Haliommatidium) mülleri* und konnte bei sämtlichen Arten ihre Anwesenheit feststellen. Demnach sind die contractilen Elemente auch den Acanthophracta (die beiden letzten Gattungen) eigen und müssen zweifellos sämtlichen Acanthometreen (sie wurden von Häckel bei Actinelida gesehen) zukommen, indem sie für diese Unterordnung wohl sicher ein ebenso charakteristisches Merkmal, wie der Gallertmantel und das nach seiner Anordnung und chemischen Zusammensetzung eigenartige Skelet, bilden.

Im ausgestrecktem Zustande erscheinen die contractilen Elemente (Taf. II, Fig. 13, Taf. III, Fig. 18 u. 20, Taf. IV, Fig. 21 u. 23) als fadenförmige Gebilde, die um jeden der 20 Stachel derart angeordnet sind, dass sie in ihrer Gesamtheit ein Bündel oder richtiger einen Kegel von Muskelfibrillen oder Myonemen (*m*) bilden, dessen Spitze nach aussen und dessen Grundfläche gegen die Centralkapsel gerichtet ist. Die Myoneme selbst sind an ihrem proximalen Ende unbedeutend erweitert (Taf. II, Fig. 13, Taf. III, Fig. 17, 18 u. 20, Taf. IV, Fig. 23) und gegen das Distalende allmählich zugespitzt. Sie erscheinen glashell, vollkommen homogen und ziemlich stark lichtbrechend und nur bei einigen Formen (z. B. *Amphilonche elongata*) kann man bei starken Vergrößerungen eine feinfibrilläre Längsstreifung (Taf. IV, Fig. 23) derselben wahrnehmen.

Im contrahirten Zustande erscheinen die Myoneme bandförmig (Taf. I, Fig. 8 u. 9, Taf. II, Fig. 11, Taf. III, Fig. 15 u. 19), an beiden Enden etwas erweitert (*Acanthometron pellucidum* und *siculum* und *Acanthonia tetracopa*), oder am proximalen Ende breiter (Taf. IV, Fig. 22 u. 24 *m*) als am distalen (*Acanthonia cuspidata*, *Amphilonche elongata* und *Phatnaspis mülleri*). Sie erscheinen bedeutend kürzer — um das 4-, 5- ja 6-fache, — dafür aber dicker als im ausgestreckten Zustande, und zeigen einen deutlich längsfibrillären oder richtiger wabigen Bau.

Bei einigen Acanthometreen so z. B. bei *Acanthonia fragilis*, *cuspidata* und *tetracopa* kann man wahrnehmen, dass die Myoneme aus abwechselnd dunkleren und helleren Abschnitten bestehen (Taf. I, Fig. 10, Taf. IV, Fig. 24 *m*), welche stärker und schwächer lichtbrechend sind und sich verschieden gegen Farbstoffe verhalten, indem die dunkleren Abschnitte stärker als die hellen tingirt werden. Im polarisirten Lichte erweisen sich die dunkleren Abschnitte anisotrop und die helleren isotrop, wogegen die Myoneme anderer Acanthometreen, welche solche Differenzirungen nicht aufweisen, in ihrer ganzen Länge doppeltbrechend erscheinen. Betrachtet man die aus abwechselnd dunkleren und helleren Abschnitten bestehenden Myoneme bei sehr starken Vergrößerungen (Appochr. 2 mm., Apert. 1,30, Oc. 12 od. 18), so sieht man, dass jeder Abschnitt aus einer Reihe von läng-

lichen Waben besteht, die so geordnet sind, dass die Waben zweier auf einander folgenden Wabenreihen unter einander alterniren. Der hier beschriebene feinere Bau erinnert gewissermaassen an die Verhältnisse, welche Prof. Bütschli und ich¹⁾ bei quergestreiften Muskeln der Arthropoden beschrieben haben. Im Grossen und Ganzen haben wir aber Gebilde vor uns, welche vollkommen den contractilen Elementen oder Fibrillen der übrigen Protozoën, bei welchen sie gefunden wurden, als Infusorien und Gregarinen [vgl. W. Schewiakoff. Zur Biologie der Protozoën (russisch). Berichte d. Kaiserl. Akad. d. Wissensch. St. Petersburg 1894. Bd. LXXV, Suppl. № 1, pag. 14—15 und 25—31 und Ueber die Ursache der fortschreitenden Bewegung der Gregarinen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LXIII 1894, pag. 350—351] entsprechen und daher mit demselben Namen, also als Myoneme zu bezeichnen wären.

Die Länge der Myoneme ist bei verschiedenen Arten recht verschieden (gemessen wurden dieselben bei *Acanthometron pellucidum* und *elasticum*, *Acanthonia tetracopa* und *cuspidata* und *Phatnaspis mülleri* und hängt selbstredend von der Grösse der Exemplare ab. Bei erwachsenen Formen sind die Myoneme im ausgestreckten Zustande 0,06—0,1 mm. lang und am proximalen Ende 0,0005—0,0006 mm. breit; im contrahirten Zustande 0,012—0,02 mm. lang bei einer Breite von 0,0025—0,003 mm.

Nicht minder wechselnd ist bei verschiedenen Arten auch die Zahl der Myoneme, die um jeden Stachel angeordnet sind. Jedenfalls ist die Zahl derselben für jede Species nicht beständig und beträgt durchaus kein vielfaches von 5, wie es Häckel (62; pag. 113—114) seinerzeit glaubte, so dass ich Hertwig (79; pag. 17) vollkommen beistimmen möchte, wenn er sagt, dass die Zahl der Myoneme bei verschiedenen Acanthometreen «durch kein besonderes Gesetz geregelt» sei. Ich zählte die Myoneme bei verschiedenen Arten und Exemplaren und konnte durchaus keine Gesetzmässigkeit feststellen; so sind die Myoneme gewöhnlich sehr zahlreich bei *Xiphacantha alata*, weniger zahlreich bei *Acanthometron siculum* (circa 26 an jedem Stachel) und *pellucidum* (circa 16—22), *Acanthonia tetracopa* (24), *cuspidata* (16) und *fragilis* und sehr geringzählig bei *Octopelta furcella* (8—10) und *Amphilonche elongata* (an einigen Stacheln 6, an anderen 8).

Die Myoneme befestigen sich mit ihrem Distalende nicht unmittelbar an den Stachel, wie es Hertwig (79; pag. 17) und Häckel (87; pag. LXIV u. 88; pag. 9) beschrieben haben, sondern an ektoplasmatische Fäden, welche die Fortsetzung des extrakapsulären protoplasmatischen Maschenwerks ausserhalb des Gallertmantels bilden. Diese Fäden oder Pseudopodien sind besonders zahlreich an den Stellen, wo die Gallerte von den Stacheln durchbohrt wird (Taf. II, Fig. 11); sie treten hier als ganze Bündel auf, welche gegen die Spitze des Stachels convergiren (Taf. I, Fig. 7 u. 8 ps) und den Stachel allseitig umgeben. Dieser plasmatische Ueberzug ist bis an das Stachelende zu verfolgen, wo er sich in einige längere, zum Theil gegabelte oder verzweigte Pseudopodien fortsetzt (Taf. II, Fig. 12, Taf. IV, Fig. 21 ps);

1) O. Bütschli und W. Schewiakoff. Ueber den feineren Bau der quergestreiften Muskeln von Arthro- | poden. Biolog. Centralbl. Bd. XI 1891, pag. 33—39.

ausserdem zweigen sich von demselben noch kleinere, spitze Pseudopodien ab, die sich ebenfalls verzweigen und sogar unter einander Anastomosen bilden können. An einem *Acanthometron pellucidum* war dieser plasmatische Ueberzug des Stachels besonders gut zu sehen und bestand aus durch Anastomosen fest unter einander verbundenen Pseudopodienbündeln (Taf. II, Fig. 13), welche wie ein plasmatischer Cylindermantel den Stachel umgeben und nach stattgefundener starken Contraction über das Stachelende frei hinausragten; bei darauffolgender Streckung der Myoneme konnte man sich vollkommen davon überzeugen, dass diese letzteren mit ihren Distalenden an diese Fäden resp. Pseudopodien befestigt sind.

Was die Befestigungsstelle des Myonemkegels resp. des plasmatischen Fadenkegels am Stachel betrifft so liegt sie in recht verschiedener Höhe nicht nur bei verschiedenen Arten, sondern auch bei verschiedenen Exemplaren ein und derselben Art; sie liegt meist im äusseren Viertel oder Drittel der Gesamtlänge des Stachels, bei einigen in der Mitte der Stachellänge oder aber ganz an der Spitze des Stachels.

Mit ihren Proximalenden sind die Myoneme an die Gallerte, welche den Acanthometreenkörper allseitig umgibt und von den Stacheln durchbohrt wird, befestigt, wobei sie mit den innerhalb des Gallertmantels vorhandenen ektoplasmatischen Fäden resp. Pseudopodien unmittelbar verbunden sind. Die letzteren oder vielmehr das ganze extrakapsuläre Protoplasma steht im engen Zusammenhange mit den Myonemen und spielt keine unbedeutende Rolle bei der Contraction, so dass ich, besonders zum besseren Verständniss der letzteren, seine Anordnung und Bau kurz beschreiben möchte.

Um die Centralkapsel der meisten Acanthometreen liegt eine Schicht von etwas dichterem Ektoplasma, welches der Sarcomatrix Häckel's (87; pag. LIX—LX u. 88; pag. 8) entspricht. Sie tritt besonders deutlich bei *Acanthometron pellucidum* (Taf. II, Fig. 11 *ek*), *Acanthonia fragilis* (Taf. II, Fig. 14 *ek*) und *mülleri* und *Octopelta furcella* hervor und wird zuweilen bei einigen Formen wie z. B. *Acanthonia cuspidata* (Taf. IV, Fig. 24), *Xiphacantha alata* und *Phatnaspis mülleri* noch durch einen hellen Saum von der Centralkapsel getrennt.

Diese Schicht setzt sich unmittelbar in das ektoplasmatische Maschenwerk (Taf. II, Fig. 11 *ek, m*) fort, welches die ganze Gallertschicht durchsetzt und Häckel's Sarcoplegma (Häckel 87; pag. LX—LXI) entspricht. Die Wände der einzelnen Maschen bestehen aus ziemlich dichtem Protoplasma, wobei in den Wabenkanten und Wabenecken des Maschenwerks kleine Körnchen eingelagert sind; den Inhalt der Maschen bildet eine flüssige Substanz, die schwächer lichtbrechend ist als das protoplasmatische Gerüstwerk und bei ausgespanntem Gallertmantel (Taf. III, Fig. 19) heller erscheint, als bei zusammengezogenem (Taf. III, Fig. 20). Diese Substanz besteht höchst wahrscheinlich aus einer flüssigen Gallerte und Wasser. Das Maschenwerk tritt mehr oder weniger deutlich hervor (schlecht bei *Phatnaspis*) und ist in ständiger Veränderung begriffen — so erscheinen bei ausgestreckten Myonemen und zusammengezogenem Gallertmantel (Taf. II, Fig. 13 u. 14, Taf. III, Fig. 10 und 20, Taf. IV, Fig. 23 *ek, m*) die Maschen als fast regelmässige Sechsecke, bei contrahierten Myonemen und ausgespanntem Gallertmantel (Taf. II, Fig. 11, Taf. III, Fig. 15 u.

19, Taf. IV, Fig. 22 u. 24 *ek, m*) dagegen — als lange prismatische Sechsecke oder längliche, unregelmässige Vielecke.

Die Gallerthülle, welche den ganzen Acanthometreenkörper umkleidet, ist scharf nach aussen begrenzt, kann aber, infolge ihrer Durchsichtigkeit und weil ihr Brechungsvermögen annähernd mit demjenigen des umgebenden Meerwassers übereinstimmt (besonders wenn die Gallerte ausgespannt ist), nicht immer mit Deutlichkeit wahrgenommen werden. Bei ausgestreckten Myonemen (Taf. III, Fig. 20, Taf. IV, Fig. 21 u. 23) erscheint die Gallerthülle zwischen den benachbarten Stacheln stark ausgehöhlt (kleiner Krümmungsradius der sphärischen Membranfläche) und ihr Volum auf das Minimum reducirt, bei contrahirten Myonemen (Taf. III, Fig. 19 u. Taf. IV, Fig. 22) dagegen erscheint sie fast angespannt (der Krümmungsradius also bedeutend grösser als im ersten Falle), wobei das Volum der Gallerte sein Maximum erreicht. Diese bedeutenden Differenzen in den Krümmungsradien der zwischen den Stacheln ausgespannten sphärischen Gallertflächen und die damit im Zusammenhang stehende Volumvergrösserung der gesamten Gallertschicht, kann nur, wie es zuerst richtig von Häckel (62; pag. 109) gedeutet wurde, durch die Wasseraufnahme (Imbibition) der Gallerte aus dem umgebenden Medium erklärt werden. Für diese Erklärung scheint auch die verschiedene Schichtung der Gallerte (heller nach aussen und dunkler nach innen zu), welche man zuweilen bei einigen Acanthometreen mit ausgespannter Gallerthülle gewahren kann und die ebenfalls von Häckel seinerzeit beobachtet wurde, zu sprechen. Besondere Radialstreifen oder gar Netzwerke auf der Oberfläche der Gallerte, welche von Häckel (62; pag. 109 und 87; pag. LII u. 724) und Hertwig (79; pag. 14—15 und 114—115) beschrieben und mit elastischen Fasern der Medusen verglichen resp. als Stützfibrillen gedeutet wurden, konnte ich nicht als ständige Gebilde feststellen. Es entstehen zwar zuweilen, beim Zurückziehen der Gallerte in letzterer im Umkreise der Stacheln radiäre Streifen, welche jedoch, meines Erachtens, als Falten der stark ausgespannt gewesenen und nun collabirten Gallerthülle zu deuten wären; was aber die sogenannten Netzwerke auf der Gallertoberfläche betrifft, so vermüthe ich, ob nicht das die Gallertschicht durchsetzende und ihr zum Theil eng anliegende ektoplasmatische Maschenwerk von den beiden Forschern für solche Gebilde gehalten wurde.

Das ektoplasmatische (extrakapsuläre) Maschenwerk setzt sich auch ausserhalb der Gallerthülle in Gestalt von dünnen, zum Theil verzweigten Pseudopodien fort. Besonders stark sind die letzteren an den Stacheln entwickelt, indem sie, wie bereits oben erwähnt wurde, eine Umkleidung derselben bilden und an ihren Spitzen als lange, dünne, geisselartige oder verästelte Pseudopodien auslaufen (Taf. II, Fig. 11 u. 13, Taf. IV, Fig. 21 *ps*). Bei einigen Acanthometreen, so z. B. bei *Octopelta furcella* ist das Ektoplasma ausserhalb der Gallertschicht sehr schön entwickelt, indem die einzelnen Pseudopodien sich stark verzweigen und unter einander anastomosiren, sodass sie ausserhalb des Gallertmantels noch ein Geflecht bilden, welches dem Sarcodictyum Häckel's (87; pag. LXI—LXII) entsprechen würde.

Die extrakapsuläre Protoplasmaschicht oder das ektoplasmatiscbe Maschenwerk, sowie der Gallertmantel werden noch von ziemlich starken und grossen Pseudopodien durchsetzt, die öfters über die Länge der Stacheln hervorrageu und nach innen zu die Centralkapsel durchbohreu und bis zum Centrum des Skelets reichen (Taf. II, Fig. 11 u. 14, Taf. III, Fig. 19 u. 20, Taf. IV, Fig. 21—24 *ps*). Diese Pseudopodien sind mit den anderen, welche vom ektoplasmatiscben Maschenwerke, sei es innerhalb oder ausserhalb des Gallertmantels, ausstrahlen, nicht zu verwechseln. Sie sind radial angeordnet, bedeutend kräftiger und enthalten den bekannten Axenfaden, welcher zuerst von Hertwig (79; pag. 15—17 und 117—118) nachgewiesen wurde und der bis zum Centrum der Centralkapsel zu verfolgen ist. An diesen Pseudopodien, welche gleichfalls beliebig eingezogen und ausgestreckt werden können, bemerkt man varicöse Anschwellungen und ein ununterbrochenes Auf- und Absteigen von kleinen Körnchen.

Behandelt man lebende Acanthometreen mit Neutralroth, indem man schwache Lösungen von diesem Farbstoffe in Seewasser (hell rosa) durchleitet, so bleiben die Acanthometreen längere Zeit (über zwei Stunden) am Leben und werden intravital gefärbt: es färben sich die Myoneme (an contrahirten besser zu sehen) zinnoberroth und die kleinen Körnchen, welche im ektoplasmatiscben Maschenwerke liegen und an den Pseudopodien dahingleiten — rubinroth, wogegen das Protoplasma selbst (ektoplasmatiscbes Maschenwerk und Pseudopodien), sowie die Gallerte farblos bleiben. Intensiv roth färben sich auch die Kerne, die in der Centralkapsel liegen. Beim nachherigen Durchleiten von schwachen Methylenblaulösungen färbt sich das ektoplasmatiscbe Maschenwerk und die Pseudopodien blau, sodass man deutlich die Ansatzstellen der zinnoberrothen Myoneme an das blaue ektoplasmatiscbe Maschenwerk, sowie das Dahingleiten der roth gefärbten Körnchen an den blauen Pseudopodien beobachten kann. Leider leben die Acanthometreen nicht lange in Methylenblau und gehen bald zu Grunde, wobei dann die Gallerte und die Centralkapsel intensiv blau gefärbt werden.

2. Contraction und Streckung der Myoneme und die damit im Zusammenhang stehenden Veränderungen am Acanthometreenkörper.

Den Process der Contraction und Streckung der Myoneme konnte ich mehrere mal an lebenden Acanthometreen beobachten. Zu diesem Zwecke sind jedoch durchaus lebenskräftige und vollkommen unverletzte Exemplare erforderlich, welche nicht so leicht zu beschaffen sind. Bereits Johannes Müller (59) und Häckel (62 und 87) machten an mehreren Stellen ihrer Schriften darauf aufmerksam, dass die Untersuchung lebender Radiolarien und insbesondere Acanthometreen mit grossen Schwierigkeiten verknüpft ist, indem dieselben infolge ihres äusserst zarten Körpers beim Fischen (besonders mit dem pelagischen Netze) derart verstümmelt oder verletzt werden, dass sie bald absterben, so dass fast ausschliesslich todte Exemplare zur Untersuchung kommen und zwar unter Umständen, unter welchen

andere Protozoën oder pelagische Larven vollkommen lebendig bleiben. Wenn es mir daher geglückt ist verschiedene Beobachtungen und physiologische Versuche an lebenden und vollkommen lebenskräftigen Acanthometreen anzustellen, so habe ich es nur der Freundlichkeit und lebenswürdigen Fürsorge des Personals der Neapler Station zu verdanken, welches eifrig bemüht war mir das Material in gewünschtem Zustande in grosser Menge zu beschaffen.

Die Acanthometreen wurden mit dem pelagischen Netze oder mit Hülfe der von Hertwig für die Radiolarien mit gutem Erfolge angewandten Schöpfmethode gefischt und in geringer Anzahl in mehrere grosse Glascylinder gesetzt, welche in kühlen Aquarien mit fliessendem Wasser gehalten wurden. Die Glascylinder wurden fortwährend durchlüftet oder das in ihnen befindliche Wasser durch automatisch sich bewegende Trichter von Zeit zu Zeit in Bewegung gebracht. An heissen Sommertagen wurden die Glascylinder mit pelagischem Auftrieb noch während des Fanges auf dem Boote in grosse Holzkübel mit Eis gesetzt um den schädlichen Einfluss der hohen Temperatur auf die Lebensenergie der Acanthometreen zu verhindern. Trotz aller erwähnten Vorsichtsmassregeln waren jedoch die eingefangenen Acanthometreen nicht lange am Leben zu erhalten und eigneten sich zu Beobachtungen und Versuchen nur während der ersten 3—4 Stunden, worauf sie allmählich abzusterben begannen, verschiedene Verletzungen und Artefacta aufwiesen und auf die angewandten Reize bedeutend schwächer reagierten.

Die im Nachstehenden zu schildernden Beobachtungen wurden an *Acanthometron pelucidum* und *siculum*, *Acanthonia tetracopa* und *Amphilonche elongata* angestellt.

Fängt man an der Oberfläche des Wassers flottirende Acanthometreen und bringt sie mit grosser Vorsicht, um das zarte Skelet und den Weichkörper nicht zu beschädigen, auf den Objectträger, so befinden sie sich fast ausnahmslos im Zustande der Contraction (Taf. II, Fig. 11, Taf. III, Fig. 19, Taf. IV, Fig. 22 u. 24), d. h. die Gallerte (*g*) ist ausgespannt, die Myoneme (*m*) sind contrahirt, wobei sie in ihrer Gesammtheit einen flachen abgestumpften Kegel um jeden Stachel (*S*) bilden, und das ektoplasmatiscbe Maschenwerk (*ek. m*) ist radial (in der Richtung der Stacheln) stark in die Länge gezogen, sodass die einzelnen Maschen als langgezogene Sechsecke (5 oder 6 mal so lang als breit) erscheinen (Taf. III, Fig. 15 *ek. m*). Distalwärts vom Myonemkegel sieht man noch protoplasmatische Fäden (*ps*), welche die Fortsätze des Maschenwerks ausserhalb des Gallertmantels bilden und zum Stachel convergiren, indem sie die Kegelspitze des Myonemkegels bilden.

Lässt man die Acanthometree ruhig auf dem Objectträger liegen, so beginnen nach etwa 10—25 Minuten die Myoneme sich in die Länge zu strecken. Die Myoneme (Taf. III, Fig. 16 *m*) werden allmählich dünner und länger und der ganze Myonemkegel bewegt sich zur Centralkapsel; die radiären Plasmabälkchen des Maschenwerks bekommen einen welligen Verlauf und es findet an ihnen ein lebhaftes Strömen von Körnchen statt. Das ganze Maschenwerk kommt in Bewegung und im Verhältniss wie die Myoneme an Länge zunehmen, verkürzen sich die Maschen des Ektoplasmanetzes allmählich und sind nicht mehr

so stark in die Länge gezogen (Taf. III, Fig. 16 *ek. m*) wie zuvor (Taf. III, Fig. 15 *ek. m*). Die Myoneme erlangen etwa die doppelte Länge und sind nicht angespannt, sondern besitzen eine wellenförmige Form, wobei ihr feinfibrillärer Bau nicht so deutlich hervortritt.

Bei weiterer Ausstreckung (Taf. III, Fig. 17) werden die Myoneme (*m*) noch länger (dreimal so lang als zuvor), verlieren ihre feinfibrilläre Beschaffenheit und sehen homogen aus, wogegen das Maschenwerk (*ek. m*) noch breitmaschiger wird. Der ganze Myonemkegel bewegt sich langsam am Stachel entlang in der Richtung zu der Stachelspitze und das ektoplasmatische Maschenwerk wird angespannt; bald darauf contrahirt sich das ganze Maschenwerk und die Myonemkegel werden stramm angezogen. Der Process geht in der beschriebenen Weise weiter vor sich, wobei die Verkürzung der Maschen des ektoplasmatischen Maschenwerks mit der Streckung der Myoneme Hand in Hand geht.

Schliesslich werden die Myoneme (Taf. III, Fig. 18 *m*) zu langen (vier bis fünfmal so lang als im contrahirten Zustande), stark lichtbrechenden Fäden ausgezogen, wobei das ektoplasmatische Maschenwerk (*ek. m*) aus regelmässigen Sechsecken aufgebaut erscheint. Gleichzeitig mit dieser Streckung der Myoneme und der Verkürzung des ektoplasmatischen Maschenwerks lässt auch der ausgespannt gewesene Gallertmantel nach und nähert sich der Centralkapsel, sodass die allgemeine Gestalt der Acanthometree verändert wird (Taf. III, Fig. 20, Taf. IV, Fig. 21 u. 23), wobei ihr Volum sich bedeutend vermindert.

Die Streckung der Myoneme nimmt auf dem Objectträger, wenn keine Reize angewendet werden und das Thier sich selbst vollkommen überlassen ist, einige Minuten (10—20), ja zuweilen bis zu einer Stunde in Anspruch. Bisweilen folgt auf die vollkommene Streckung der Myoneme eine Contraction derselben, welche genau dieselben Stadien, wie sie soeben für die Streckung beschrieben wurden, durchläuft, nur in umgekehrter Reihenfolge. Die Contraction wird beschleunigt durch mechanische Reize, wie Klopfen auf den Objectträger oder das Deckglas oder Durchleiten von Wasser etc.

Erfolgt die Contraction sehr plötzlich und ist sie besonders energisch (wie z. B. beim Abtöden mit einigen Reagentien), so können die distalen Enden der Myoneme (Taf. I, Fig. 8 *m*), mit welchen letztere vermittlek ektoplasmatischer Fäden (*ps*) am Stachel (*S*) befestigt sind, von denselben sich abreißen und wenn sie mit ihren proximalen Enden mit der Gallerte resp. dem ektoplasmatischen Maschenwerke (*ek. m*) verbunden sind — als kleine, verkürzte, nach aussen gerichtete Bänder in kranzförmiger Anordnung (Taf. I, Fig. 9 *m*) um den Stachel zurückbleiben. Solche Stümpfe wurden von J. Müller und namentlich Häckel beobachtet und mehrfach abgebildet, und, da sie nach dem Absterben leicht verquellen, als Gallertcilien bezeichnet.

Reissen solche contrahirte Myoneme bei lebenden Acanthometreen (die nicht abgetödtet wurden oder bei welchen die plötzliche Contraction den Tod des Organismus nicht herbeiführte) an einem Ende (dem distalen) ab, so können sich die Myoneme nach einer Ruhepause von einigen Minuten von neuem in die Länge strecken (Taf. II, Fig. 12). Da sie nun aber keine zweite Befestigungsstelle haben, so nehmen sie gewöhnlich einen geschlän-

gelten oder welligen Verlauf an und sehen wie Pseudopodien aus, wobei ihr distales Ende knopfförmig angeschwollen ist. Legt sich das letztere an die ektoplasmatische Schicht, welche den Stachel umgibt, an, so wird das Myonem an dem Stachel befestigt und kann durch die Bewegung des Protoplasmas am Stachel stramm angezogen werden.

Reissen die Myoneme, was seltener der Fall ist, an ihrem proximalen Ende ab (bei plötzlichem Abtöden und sehr starker Contraction), so contrahiren sie sich gleichfalls zu Bändern und werden an ektoplasmatischen Fäden zu den Stachelspitzen verschoben. Reissen dagegen die Myoneme an beiden Enden ab, so contrahiren sie sich gleichfalls (Taf. I, Fig. 7), können an den plasmatischen Fäden dahingleiten und erinnern an die Verschiebung von Chromosomen an achromatischen Fäden bei karyokinetischer Theilung. Ist die Acanthometree noch am Leben, so werden die Myoneme von den ektoplasmatischen Fäden resp. Pseudopodien ergriffen und an den Stachel bezw. die Gallerte befestigt und angespannt.

Aus den geschilderten Beobachtungen geht, glaube ich, zur Genüge hervor: 1) dass die Myoneme contractionsfähig sind und als selbstthätig contractile Gebilde zu betrachten wären, 2) dass eine unmittelbare Wechselbeziehung zwischen den Myonemen und dem ektoplasmatischen Maschenwerke besteht. Bei der Contraction der Myoneme wird das ektoplasmatische Maschenwerk angespannt und radial in die Länge gezogen, wobei der vom letzteren in allen Richtungen durchsetzte und mit ihm auf das engste verbundene Gallertmantel stark ausgespannt wird und infolge dessen eine Volumzunahme der Acanthometree stattfindet. Umgekehrt wird die Streckung der Myoneme durch die Contraction (Verkürzung) des ektoplasmatischen Maschenwerks verursacht, was seinerseits ein Zurückziehen des Gallertmantels und eine Volumverminderung der Acanthometree zur Folge hat. Das regulär angeordnete, aus 20 im Centrum verbundenen Stacheln bestehende Skelet, an welches die 20 Myonemkegel mittels ektoplasmatischer Fäden oder Pseudopodien befestigt sind, bietet eine feste Stütze für den ganzen Mechanismus.

Das Ausspannen des Gallertmantels resp. die Volumzunahme des Gesamtkörpers kann nur auf Kosten des vom umgebenden Medium aufgenommenen Wassers erfolgen, welches durch die Gallertmembran durchdiffundiren und von der flüssigen Gallertsubstanz, welche das ganze extrakapsuläre oder ektoplasmatische Maschenwerk erfüllt, imbibirt werden muss. Für diese Erklärung spricht auch die Beobachtung, dass die Grenzen der Gallertschicht bei ausgespannter Gallerte viel schwerer wahrzunehmen sind, als bei zurückgezogener und dass die gesammte Gallertschicht im ersten Falle viel heller, durchsichtiger und weniger stark lichtbrechend, als im letzteren erscheint. Ferner sprechen dafür, wie bereits oben erwähnt wurde, auch die verschiedene concentrische Schichtung der Gallerte, die man bei einigen Acanthometreen wahrnehmen kann und die auch von Häckel (62; pag. 109) gesehen wurde.

3. Einwirkung verschiedener Reize auf die Erregbarkeit der Myoneme.

Nachdem ich mich durch die oben beschriebenen Beobachtungen davon überzeugt hatte, dass den Myonemen der Acanthometreen ein Contractionsvermögen zukommt, hielt ich es für gerathen die Einwirkung verschiedener Reize auf die Erregbarkeit der Myoneme zu erproben, um auf diese Weise nicht nur einen weiteren Beweis für ihre contractile Natur zu liefern, sondern vielleicht noch einiges von allgemeiner Bedeutung bezüglich der Contractionserscheinungen dieser einfachsten contractilen Gebilde zu ermitteln. Ich wandte mich zunächst zu den elektrischen Einwirkungen und zwar zum Inductionsstrom¹⁾.

1) Elektrische Einwirkungen.

a) *Wirkung des Inductionsstromes.* Ich bediente mich eines du Bois-Reymond'schen Schlitteninductoriums, welches verbunden wurde: einerseits mit einem Grenè'schen Elemente, anderseits mit einem Schaper'schen Apparate zur Application elektrischer Ströme auf mikroskopische Objecte (siehe Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie. Bd. XIV. 1897, pag. 436), welcher auf den Objecttisch des Mikroskops aufgesetzt wurde. Zwischen dem Schlitteninductorium und dem Schaper'schen Apparat wurde ein Schlüssel eingeschaltet, um das Schliessen und Oeffnen des Stromes bequemer vornehmen zu können. Sämmtliche Apparate wurden auf einem Nebentische aufgestellt um keine Erschütterungen (besonders beim Schliessen und Oeffnen des Stromes) zu verursachen. Ich bediente mich der Platten-elektroden, welche den Strom die Flüssigkeit in Parallellinien durchsetzen lassen.

Zu diesen Versuchen können nur ganz frische und lebenskräftige, vollkommen unverletzte Exemplare von Acanthometreen verwendet werden; sodass die Versuche nur während der ersten 1½ Stunden nach dem Fange der Radiolarien angestellt wurden. Zu den Versuchen wurden verschiedene Acanthometreen genommen: am besten eigneten sich *Acanthometron pellucidum* und *Acanthonia tetracopa*, vor allen Dingen weil bei denselben die Myoneme schön zu sehen sind und sie anderseits in grosser Menge vorhanden waren. Gute, intakte Exemplare wurden vorsichtig herausgefangen und auf den Objectträger des Schaper'schen Apparats in die Mitte zwischen den Elektroden (deren Entfernung 3—7 mm. betrug) gebracht; der Objectträger wurde auf die, an dem Objecttisch des Mikroskops befestigte Conductorplatte gesetzt. Unter dem Mikroskope wurde der geeignete Moment abgewartet, bis sämmtliche Myoneme ausgestreckt waren und dann durch Schliessung des Schlüssels ein Inductionsstrom durchgeleitet. Durch Verschieben der secundären Spirale,

1) Bei diesen physiologischen Versuchen war mir Herr Prof. Dr. W. Lindemann wesentlich behülflich. Er theilte mir manchen guten Rath und übernahm bereitwillig die Herstellung einiger Apparate. Ich halte es für

eine angenehme Pflicht Herrn Prof. W. Lindemann auch an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank für seine lebenswürdige Unterstützung auszusprechen.

sowie durch Annähern und Auseinanderrücken der Electroden kann man Inductionsströme von beliebiger Stärke bekommen.

Beim Durchleiten von relativ starken Strömen (Abstand der Electroden 5 mm. und die secundäre Spirale auf 30—40 mm. ausgezogen, oder Abstand der Electroden 3 mm. und secundäre Spirale auf 40—60 mm.) erfolgt eine augenblickliche Contraction sämtlicher Myoneme, wobei die Gallerte angespannt und die Acanthometreen abgetödtet werden. Bei schwächeren Strömen (Abst. d. Electr. 5 mm., sec. Spir. 50—60 mm.) erfolgt zwar eine ziemlich plötzliche Contraction der Myoneme, begleitet von einer Ausdehnung der Gallerte, jedoch bleibt das Thier gewöhnlich am Leben, obgleich einige ektoplasmatiscbe Fäden, an denen die Myoneme am Stachel befestigt sind, durchgerissen werden und überhaupt Verletzungen wahrzunehmen sind. Bei noch schwächeren Strömen (Abst. d. Electr. 5 mm., sec. Spir. 60—80 mm., oder Abst. d. Electr. 7 mm., sec. Spir. 40—50 mm.) finden Contractions der Myoneme statt, die um so schneller und energischer nach Schliessung des Stromes erfolgen, je stärker der Strom ist. Unterbricht man nach stattgefunder Contraction der Myoneme den Strom, so beginnen die Myoneme sich allmählich in die Länge zu strecken, wobei die Ausstreckung um so rascher erfolgt, je kürzere Zeit der Strom durchgeleitet wurde. Schliesst man nach vollkommener Ausstreckung der Myoneme von neuem den Strom, so findet wieder eine Contraction derselben statt; solche Versuche kann man an ein und derselben Acanthometree einige Male (4—5 mal) wiederholen, wobei sie immer gut reagirt, die Contractions aber allmählich an Stärke abnehmen. Noch schwächere Ströme (Abst. d. Electr. 5 mm., spec. Spir. 80—100 mm., oder Abst. d. Electr. 7 mm., sec. Spir. 50—60 mm.) üben entweder gar keine Wirkung aus, oder es contrahiren sich nur solche Myoneme, die im ausgestreckten Zustande in der Richtung des durchleitenden Stromes liegen, was nach der Lage der Stacheln sehr leicht festzustellen ist.

Die beschriebenen Contractionserscheinungen sind nicht nur an Myonemen zu beobachten, welche vermittelst ektoplasmatiscber Fäden am Stachel befestigt sind, sondern auch an solchen, welche abgerissen waren und frei lagen; waren dieselben ausgestreckt, oder boten sie einen welligen Verlauf dar, und es wurde ein Strom von genügender Stärke durchgeleitet, so verkürzten sie sich momentan zu kurzen, dicken Bändern, welche nach Unterbrechung des Stromes sich wieder ausstrecken konnten.

Die Schnelligkeit der Contraction der Myoneme und ihrer Wiederausstreckung steht im unmittelbaren Zusammenhang mit der Stärke und der Einwirkungszeit des durchgeleiteten Stromes. Ich suchte zu bestimmen: 1) die Zeit, in welcher nach der Schliessung des Stromes die Contraction der Myoneme stattfand und 2) die Zeitdauer, in welcher die Streckung der Myoneme nach der Oeffnung des Stromes, welche sofort nach stattgefunder Contraction vorgenommen wurde, eintrat. Diese Bestimmungen wurden mit Hülfe eines arretirbaren Chronometers gemacht oder noch genauer vermittelst eines elektrischen Registrirapparates. Der letztere wurde in den primären Strom des Inductionsapparates derart eingeschaltet,

dass er nach Belieben ausgeschaltet werden konnte. Dazu bediente ich mich eines Grenè'schen Elementes (siehe Fig. 1 E_1) und verband seine Kathode mit dem Zeiger des Registrir-

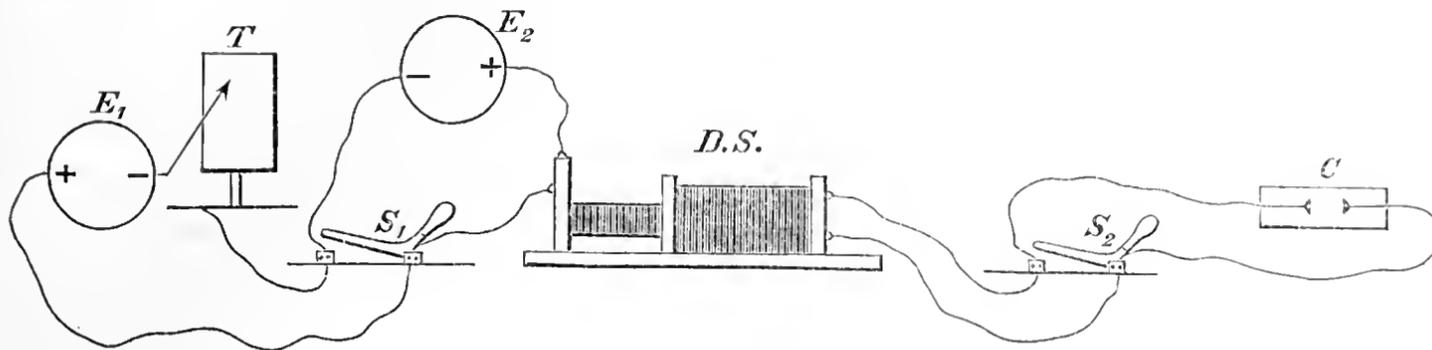


Fig. 1.

apparates (T), die Anode dagegen mit einem Schlüssel (S_1); letzterer wurde mit der Kathode eines zweiten Grenè'schen Elementes (E_2) verbunden, dessen Anode mit dem einen Pole der primären Spirale des du Bois-Reymond'schen Schlitteninductoriums ($D. S.$) in Verbindung stand. Der andere Pol der primären Spirale stand durch den Schlüssel (S_1) mit dem Registrirapparat (T) in Verbindung. Die Pole der secundären Spirale des Schlitteninductoriums ($D. S.$) wurden mittelst eines zweiten Schlüssels (S_2) mit der Conductorplatte (C) des Schaper'schen Apparates verbunden, welche auf dem Objecttische befestigt wurde. Bei der Schliessung des Stromes markirte der Zeiger an der geschwärtzten Trommel des Registrirapparates, indem er etwas nach unten ging, bei der Oeffnung des Stromes dagegen ging er wieder in die Höhe. Auf diese Weise konnte mit Hülfe der beiden Schlüssel an der Trommel die Zeitdauer, in welcher die Contraction der Myoneme nach der Schliessung des Stromes erfolgte, markirt werden, wobei nach stattgefundener Contraction der Strom sofort wieder geöffnet wurde. Desgleichen konnten an der Trommel auch die Zeitdauer, welche zwischen der Oeffnung des Stromes und dem Beginn der Streckung der contrahirten Myoneme lag, angegeben werden. Zur Bestimmung der auf der Trommel in Form von Linien erhaltenen Zeitdauer wurden später in der üblichen Weise an der Trommel Zeiteinheiten von 0,2 und 1 Secunde mit einem Chronographen aufgetragen und mit ihrer Hülfe die entsprechenden Zeitdauern des Beginns der Contraction und Streckung berechnet.

Im Ganzen machte ich gegen 60 Bestimmungen an 15 Exemplaren. Die Versuche wurden angestellt bei einem Abstände der Electroden von 5 mm. und der ausgezogenen secundären Spirale bis auf 50 mm. Dabei erfolgte die Contraction der Myoneme in 0,3 bis 2,3 Secunden nach der Schliessung des Stromes und die Streckung begann, je nachdem die Contraction schneller oder langsamer eingetreten war, nach einer kürzeren oder längeren Zeitdauer und zwar nach 20 Secunden bis zu 1 Minute 6 Secunden. Wurde der Strom nach der Contraction der Myoneme noch einige Secunden (bis zu 7 Secunden) durchgeleitet, so verfiel die Acanthometree in eine Art von Tetanus und die Streckung erfolgte erst nach $2\frac{1}{2}$ Minuten.

Beim Durchleiten von relativ starken Strömen (Abstand der Electroden 5 mm. und die secundäre Spirale auf 30—40 mm. ausgezogen), welche eine momentane Contraction der Myoneme und ein Ausspannen des Gallertmantels verursachten und öfters den Tod der Acanthometree herbeiführten, konnte ich einige Male bemerken, dass die Acanthometree nach stattgefundener Contraction in die Höhe ging und auf der Oberfläche des unbedeckten Wassertropfens verweilte, wobei einzelne Skeletstacheln, oder richtiger ihre Spitzen, über dem Wasserminisk sogar nach aussen hervorragten. Die evidentesten Resultate wurden erzielt, wenn der Wassertropfen genügend gross und auf dem Objectträger nicht flach ausgebreitet, sondern stark gewölbt war und zu den Versuchen die mit dicken Skelet-Stacheln versehene *Acanthonia tetracopa* genommen wurden. Diese Beobachtungen machten die Annahme sehr wahrscheinlich, dass eine synchronische Contraction der Myoneme und die damit verbundene Ausbreitung des Gallertmantels eine aufsteigende Bewegung der Acanthometree zur Folge haben muss. Um mich davon zu überzeugen, stellte ich folgenden Versuch, mit Hilfe eines zu diesem Zwecke construirten Apparates, an.

Dieser Apparat bestand aus einem Objectträger englischen Formats, auf welchen drei Glasleisten (von circa 1,5 mm. Dicke) mit Canadabalsam derart aufge kittet wurden, dass eine kleine Glaszelle von etwa 9×9 mm. gebildet wurde. Zwischen den Glasleisten wurden 2 Platinblechelectroden eingekittet, wobei der Abstand der Pole 6 mm. betrug. In die Glaszelle wurde ein Tropfen Meerwasser mit lebenden Acanthometreen gebracht, die Glaszelle mit einem Deckgläschen bedeckt und von drei Seiten mit Paraffin verkittet. Der Objectträger wurde senkrecht gestellt, d. h. mit dem offenen Rande der Glaszelle nach oben und die letztere mit Meerwasser bis an den Rand gefüllt. Darauf wurde der Objectträger vermittels Klemmschrauben an den Objecttisch eines horizontal umgelegten Mikroskops befestigt und der Beleuchtungsapparat sammt dem Spiegel entfernt. Die beiden Electroden wurden vermittels eines Schlüssels mit der auf 35 mm. ausgezogenen secundären Spirale des du Bois-Reymond'schen Schlitteninductoriums verbunden. Unter dem Mikroskope (Oc. 8, Obj. 16 mm.) wurde der geeignete Moment abgewartet, bis die Acanthometreen mit ausgestreckten Myonemen auf den Boden der Glaszelle d. h. zwischen den beiden Electroden zu liegen kamen und dann der Strom geschlossen.

Beim Durchleiten des Stromes contrahirten sich sämtliche Myonembündel der Acanthometreen, die Gallerte wurde ausgespannt und die Acanthometreen gingen relativ langsam in die Höhe und blieben auf dem Wasserniveau der Glaszelle. Diese Versuche habe ich mehrere Mal stets mit gleichem Erfolge wiederholt. Waren die Acanthometreen dagegen nicht vollkommen intakt d. h. mehr oder weniger beschädigt — indem entweder die Gallerte oder das ektoplasmatische Maschenwerk, oder die Myoneme an ihrem distalen oder proximalen Ende gerissen waren, — so erfolgte zwar beim Durchleiten des Stromes eine Contraction der Myoneme, jedoch hatte dieselbe selbstredend keine Ausspannung der Gallerte zur Folge, infolge dessen auch das Aufsteigen unterblieb und solche Exemplare auf dem Boden der Glaszelle liegen blieben.

Diese Versuche beweisen zweifellos, dass die aufsteigende Bewegung der Acanthometreen durch die synchronische Contraction sämtlicher Myonembündel und der damit im unmittelbaren Zusammenhang stehenden Ausbreitung des Gallertmantels bedingt wird. Was aber die Ursache des Aufsteigens betrifft, so lassen sich darüber zur Zeit nur Vermuthungen aussprechen. Die Ausbreitung des Gallertmantels hat eine Volumzunahme des gesammten Acanthometreenkörpers zur Folge und diese kann, wie ich bereits oben erörtert habe, nur auf Kosten des von aussen aufgenommenen Wassers erfolgen. Da aber eine blosser Volumzunahme keine Veränderung im specifischen Gewichte bewirken und daher auch weder eine aufsteigende, noch eine absteigende Bewegung der Acanthometree zur Folge haben würde, so muss das Meerwasser bei der Diffusion durch die äussere Gallertmembran oder richtiger durch die Gallertschicht, die wir uns «halbdurchlässig» oder «semipermeabel» denken müssen und durch die Vermischung mit der, das ektoplasmatische Maschenwerk durchsetzenden Gallertsubstanz, dialysirt werden d. h. ein gewisses Procent seines Salzgehaltes verlieren und auf diese Weise specifisch leichter werden als das umgebende Meerwasser. Zieht man die, durch die Contraction der Myoneme erfolgte, relativ kolossale Volumzunahme des gesammten Acanthometreenkörpers (vergl. Taf. III, Fig. 18 und 19, sowie Taf. IV, Fig. 21 und 22) in Betracht, so bedarf es eines geringen Verlustes an Dichtigkeit des Meerwassers, um eine Verminderung des specifischen Gewichtes der Acanthometree und, als Folge davon, eine aufsteigende Bewegung derselben zu verursachen.

Demnach halte ich es für erwiesen, dass die synchronische Contraction sämtlicher Myonembündel eine Ausspannung des Gallermantels und eine Volumzunahme des Gesamtkörpers der Acanthometree bedingt. Diese Volumzunahme wird höchst wahrscheinlich durch die von aussen stattfindende Wasseraufnahme verursacht, wobei das Meerwasser zum Theil seinen Salzgehalt verliert und eine Verminderung des specifischen Gewichtes der Acanthometree bedingt, welche Verminderung ihrerseits eine aufsteigende Bewegung der Acanthometree zur Folge hat. Die absteigende Bewegung der Acanthometree wäre umgekehrt durch die eintretende Vergrösserung ihres specifischen Gewichtes zu erklären. Diese Zunahme im specifischen Gewichte wird verursacht durch den Wasseraustritt bei Volumabnahme des Gesamtkörpers d. h. beim Zurückziehen des Gallertmantels, welches durch die Contraction des ektoplasmatischen Maschenwerks verbunden mit der Ausstreckung der Myoneme bedingt wird.

Wie bei unseren Versuchen die relativ starken applicirten elektrischen Reize die Acanthometreen zum Aufsteigen brachten, müssen auch in der Natur verschiedene Reize, wenn sie auch noch so unbedeutend sind, die Myoneme der Acanthometreen erregen, sie demnach zur Contraction bringen und auf diese Weise ein Aufsteigen der Acanthometreen im Meere bedingen. Durch die beschriebenen Vorrichtungen wird demnach den Acanthometreen die Möglichkeit geboten nicht nur in verschiedenen Meerestiefen sich aufzuhalten (bei unvollkommener oder bei theilweiser Contraction der Myoneme d. h. an den dem Erreger näher stehenden Myonembündeln), sondern auch an der Meeresoberfläche zu ver-

weilen (bei vollkommener Contraction sämtlicher Myonembündel und eingetretenem Maximum des Volums des Gesamtkörpers), sowie auf dem Meeresgrunde (bei erfolgter Streckung der Myoneme und Minimum des Volums) zu leben.

b) *Wirkung des constanten Stromes.* Die Versuche mit dem constanten Strome wurden hauptsächlich in der Absicht angestellt, um zu prüfen, ob das sogenannte electropolare Erregungsgesetz seine Gültigkeit auch für die Myoneme der Acanthometreen bewahrt, d. h. ob bei der Einwirkung des galvanischen Stromes die Myoneme der Acanthometreen sich ebenso wie die contractilen oder irritablen Gebilde (Muskeln und Nerven) aller Metazoën verhalten, oder ob sie gleich den protoplasmatischen Gebilden (Pseudopodien) aller Protozoën, wie die Beobachtungen von Kühne¹⁾ und Verworn²⁾ an Actinosphaerium und einigen Rhizopoden (*Polystomella* und *Pelomyxa*) gezeigt haben, eine Ausnahme von dem fundamentalen Erregungsgesetze bilden und somit ein diametral verschiedenes Verhalten zeigen. Diese Versuche erschienen mir nicht nur aus dem Grunde ganz besonders erwünscht, weil uns in den Myonemen der Acanthometreen gut differenzierte, zweifellos contractile Gebilde der Protozoën vorliegen, sondern hauptsächlich deswegen, weil dieselben nicht so wie bei einigen Gregarinen und ciliaten Infusorien (*Holophrya*, *Stentor*, *Spirostomum* und *Peritricha*) im Ektoplasma eingeschlossen sind, sondern frei liegen und infolge der regelmässigen Anordnung des Skelettes, an dem sie befestigt sind, bezüglich der Electroden leicht zu orientiren sind.

Bei meinen Untersuchungen bediente ich mich einer Batterie (s. Fig. 2 *B*) von 12

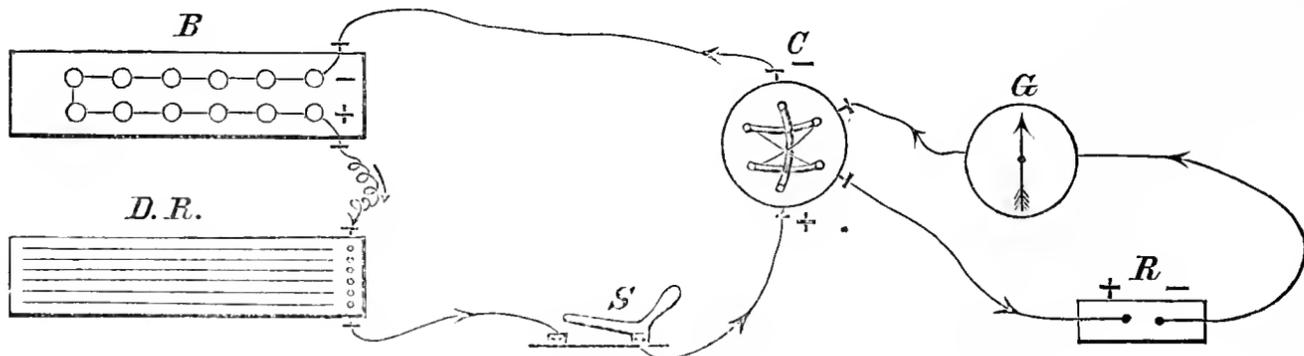


Fig. 2.

Grenè'schen Elementen und zwar einer Batterie von 4 Elementen und noch 8 einzelnen Elementen, die aus- und eingeschaltet werden konnten. In den Strom wurden eingeführt: 1) ein du Bois-Reymond'sches Rheochord (*D. R.*), um die Stromstärke beliebig verändern zu können, 2) ein Schlüssel (*S*), zur bequemeren Schliessung und Oeffnung des Stromes, 3) ein Commutator oder Stromwender (*C*), um die Pole des Stromes wechseln zu können, 4) ein Galvanometer (*G*) und ein speciell zu diesen Versuchen construirter Reizapparat (*R*).

1) W. Kühne. Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität. durch den galvanischen Strom. Pflüger's Archiv für d. gesammte Physiologie. 1889. Bd. 45, pag. 1—36.

2) M. Verworn. Die polare Erregung der Protisten

Zunächst wurden die Pole bezüglich der verschiedenen Lagen des Stromwenderschlüssels genau festgestellt (vermöge angefeuchteten Lackmuspapiers) und um ein etwaiges Versehen zu vermeiden, auf den Tisch eingezeichnet; so lagen bei der Richtung des Stromwenderschlüssels nach links, die Anode rechter Hand und die Kathode linker Hand vom Beobachter, dagegen bei der Richtung des Stromwenderschlüssels nach rechts — umgekehrt — die Anode links und die Kathode rechts.

Als Electroden wurden anfangs unpolarisierbare Electroden verwendet und zwar zwei kleine, mit Zinksulfatlösung gefüllte Glasröhren, in welche Zinkplättchen eingetaucht wurden; das offene Ende wurde mit Thon zugepfropft, durch welchen wollene, mit Meerwasser befeuchtete Fäden geleitet wurden, die zum Tropfen führten, welcher die zur Reizung bestimmten Acanthometreen enthielt. Diese Electroden, ebenso wie die von Verworn angewandten Pinselectroden erwiesen sich als nicht praktisch, da sie einen grossen Widerstand leisteten und sehr starke Ströme angewendet werden mussten. Um dies zu vermeiden wurden Electroden nach Helmholtz construiert, deren Idee Herrn Dr. W. Lindemann gehört und die den oben erwähnten Reizapparat (s. Fig. 3) darstellten. An beiden Enden einer circa 12 cm.

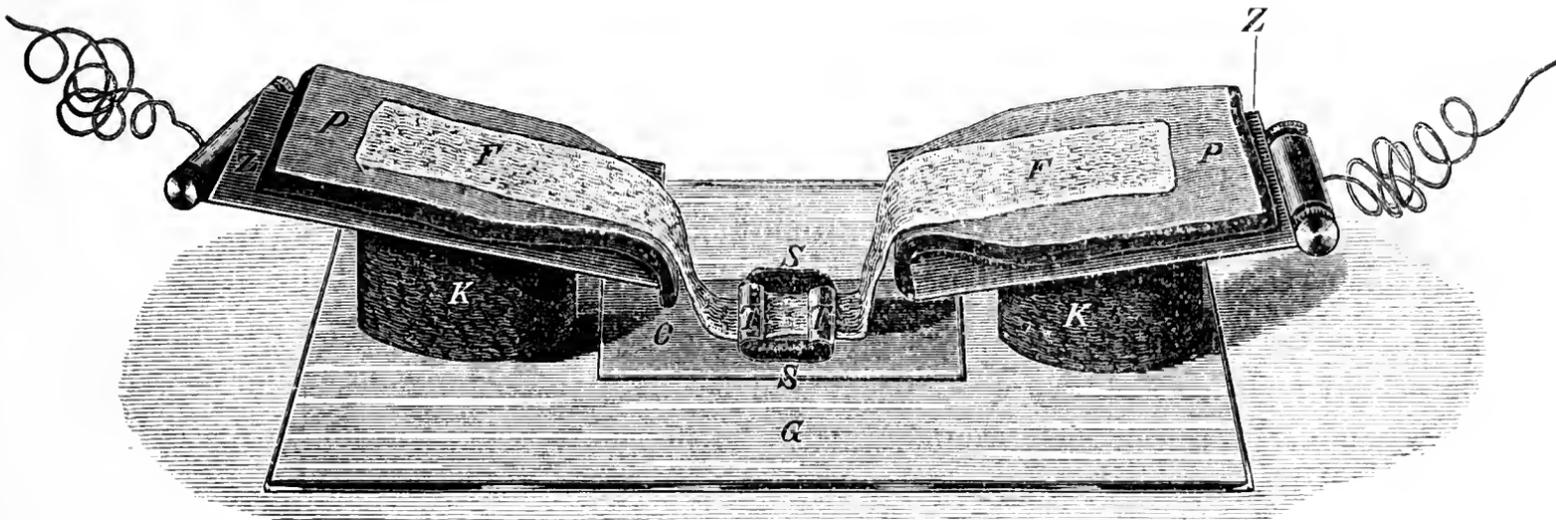


Fig. 3.

langen und 7 cm. breiten Glasplatte (*G*) wurden zwei Korke (*K*) von etwa 3 cm. Durchmesser und 2,5 cm. Höhe aufgekittet und ihre freien Enden schief abgeschnitten, so dass die schiefen Ebenen zum Centrum der Glasplatte geneigt waren. Auf die Korke wurden quadratische Zinkplatten (*Z*) von 5 cm. Seitenlänge aufgeklebt und auf dieselben wiederum ein Packet von einigen (6—8) Fliesspapierstreifen (*P*), die zum Centrum der Glasplatte spitz zuliefen und nach unten herabgingen. Die Fliesspapierpackete wurden mit Zinksulfatlösung durchtränkt und auf dieselben circa 6 cm. lange und 1 cm. breite Flanellstreifen (*F*) gelegt, die mit Meerwasser benetzt wurden und ebenfalls nach unten und innen frei herunterhingen, so dass sie auf die Glasplatte gelegt werden konnten. Zwischen die beiden Electroden wurde ein Objectträger (*O*) gelegt, auf welchem zwei Leisten (von circa 1,5—2 cm. Länge und 3 mm. Höhe und Breite) aus gebranntem Thon (*T*) (in einem Abstände

von 6 mm. von einander) aufgekittet wurden, deren freie Enden mit einander durch Wachs- oder Siegelack-Leisten (*S*) verbunden waren. Auf diese Weise war auf dem Objectträger eine kleine Zelle gebildet, in welche Meerwasser mit Acanthometreen gebracht wurde, wobei die Thonleistenelectroden mit den herabhängenden Flanellelectroden verbunden wurden. Dieser abnehmbare Objectträger mit Zelle gewährte den Vortheil, dass er von den zuleitenden Poldräthen unabhängig war und somit unter dem Mikroskope frei bewegt, sowie zum Zwecke der Präparation bequem herausgenommen und unter eine Präparirlupe gebracht werden konnte. Der ganze Reizapparat wurde auf dem Objecttische des Mikroskops befestigt und die Beobachtungen bei Ocular 12, Obj. 16 mm. angestellt.

Die zu schildernden Versuche nahmen recht viel Zeit in Anspruch und erforderten grosse Geduld, umso mehr, da nur vollkommen lebensfrische und gut erhaltene (intakte) Acanthometreen auf die Reize reagierten, wogegen beschädigte oder im Absterben begriffene Exemplare entweder garnicht reagierten oder ein solches Verhalten zeigten, dass absolut keine Gesetzmässigkeit festzustellen war. Die Schwierigkeit der Untersuchung wurde noch dadurch vergrössert, dass die Acanthometree in eine bestimmte Lage zur Stromesrichtung gebracht und darauf immer der Moment abgewartet werden musste, bis alle Myoneme und Pseudopodien ausgestreckt wurden. Nach langen, mühsamen Versuchen, von denen die meisten Anfangs fehlschlügen, gelangte ich zu folgenden Resultaten.

Der constante Strom erweist sich weniger wirkungsvoll als der Inductionsstrom. Dabei werden (wie bei sehr schwachen Inductionsströmen) nur diejenigen Myonemkegel erregt, welche an den Stacheln sitzen, die in der Richtung des Stromes liegen d. h. der Anode oder der Kathode zugekehrt sind, oder an den beiden angrenzenden Stacheln sitzen d. h. an solchen, welche mit den ersteren einen Winkel von 45° bilden. Die Contraction der Myoneme erfolgt nicht so plötzlich oder rasch, wie bei der Anwendung des Inductionsstromes; die Myoneme contrahieren sich weniger stark (nicht zu ganz kurzen Bändern), dafür aber erfolgt nach Oeffnung des Stromes die Streckung der Myoneme bedeutend schneller.

Bei der Schliessung des Stromes contrahieren sich nur diejenigen Myoneme, welche an den Stacheln sitzen, welche der Kathode zugekehrt sind. Sie verbleiben in diesem contrahierten Zustande während der ganzen Zeit, in welcher der Strom durchgeleitet wird. Bei der Oeffnung des Stromes hört die Contraction an der Anode auf und die Myoneme beginnen sich auszustrecken, bis sie ihre frühere Gestalt wieder erlangen; dagegen lässt sich aber eine schwache Zuckung an den Myonemen wahrnehmen, welche der Anode zugewendet sind. Wechselt man, vermöge des Commutators die Richtung des Stromes, so findet das Entgegengesetzte statt — d. h. die Contraction erfolgt an diametral gegenüberliegenden Myonemen (d. h. solchen, welche früher bei der Schliessung sich nicht contrahierten), aber immer an der Kathode, die sich jetzt an der anderen Seite des Objectes befand. Bei diesem Experimente, wie bei jedem zweimaligen Durchleiten des Stromes tritt die Kathodenerregung weniger stark auf und muss, wenn dieselben Resultate erzielt werden sollen, die Stromstärke vergrössert werden.

Wendet man einen starken Strom an, so entsteht bei der Schliessung gewöhnlich, ausser der Kathodenerregung, noch eine Zuckung der Myoneme an der Anodenseite, die sofort wieder aufhört; bei schwachen Strömen dagegen lässt sich diese Anodenerregung nur selten wahrnehmen.

Wie ich bereits erwähnte, erfolgt die Contraction der Myoneme nicht sofort nach der Schliessung des Stromes, sondern einige Zeit darauf. Ich suchte diese Zeitdauer zu bestimmen und konnte feststellen, dass sie vor allen Dingen von der Stärke des Stromes abhängt, und dass bei schwachen Strömen die Kathodenerregung erst nach einem relativ beträchtlichen Stadium der latenten Reizung auftritt. So erfolgte die Contraction der Myoneme resp. dauerte der Latenzzustand bei 11 Elementen 2—3 Secunden, bei 9 Elementen — 7—11 Secunden und bei 4 Elementen 10—20 Secunden.

Nach den angestellten Versuchen, von denen 16 die gleichen Resultate ergaben, könnte man folgende Tabelle des Erregungsgesetzes für die Myoneme der Acanthometreen aufstellen.

Erregung für die Myoneme.

	A N O D E.	K A T H O D E.
Bei der Schliessung des Stromes	Ruhe (zuweilen Erregung).	Erregung.
Beim Durchleiten » »	Ruhe.	Dauernde Erregung.
Bei der Oeffnung » »	Erregung.	Ruhe.

Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, dass die Myoneme der Acanthometreen bezüglich des constanten Stromes sich genau ebenso verhalten, wie normale Nerven und Muskeln der Wirbelthiere oder mit anderen Worten, dass das fundamentale Gesetz der polaren Erregung seine allgemeine Gültigkeit auch für die zweifellos contractilen Gebilde der Protozoen, wie die Myoneme der Acanthometreen, bewahrt.

Von diesem allgemeinen Gesetz waren jedoch Ausnahmen festzustellen und zwar in den Fällen, wenn ein Strom von ziemlicher Stärke durch ein und dasselbe Exemplar mehrmals nach einander durchgeleitet wurde, oder wenn die Versuche an schwachen, nicht lebenskräftigen, im Absterben begriffenen Exemplaren angestellt wurden. In solchen Fällen kann man zuweilen beobachten, dass bei der Schliessung des Stromes keine vollkommene Contraction, sondern nur eine sehr schwache Zuckung, dafür aber an beiden Polen d. h. an den der Kathode und Anode zugewendeten Myonemen stattfindet. Zuweilen aber bemerkt man unter den gleichen Umständen das Umgekehrte von dem, was an normalen und frischen Myonemen wahrzunehmen ist d. h. eine Anodenerregung bei der Schliessung des Stromes,

die während des Durchleitens andauert und eine Kathodenerregung bei der Oeffnung des Stromes. Letzteres Verhalten entspricht vollkommen der sogenannten «Entartungsreaction», welche nach Angaben der Kliniker (siehe Verworn l. c. pag. 24) bei degenerirenden Nerven und Muskeln neben anderen Erscheinungen auftreten soll und die darin besteht, dass die polare Erregung durch den constanten Strom sich umgekehrt verhält, wie im normalen Zustande.

Die oben beschriebenen Beobachtungen bezüglich der Wirkung des constanten Stromes auf die Myoneme schienen nun im Widerspruche mit den von Kühne und Verworn (l. c.) angestellten Beobachtungen über die Erregung der Protisten zu stehen. Da aber Verworn solche Sarcodinen untersuchte, welche keine besonders differenzirten contractile Gebilde besitzen und seine Versuche sich nur auf die Erregung des Protoplasmas oder richtiger der Pseudopodien bezogen, so beschloss ich bei meinen Versuchen auf die grossen Pseudopodien der Acanthometreen zu achten resp. neue diesbezügliche Versuche anzustellen, umso mehr da diese Pseudopodien in jeder Beziehung den Pseudopodien der von Kühne und Verworn untersuchten Heliozoë *Actinosphaerium eichhorni* entsprechen. Meine Beobachtungen zeigten mir alsbald, dass die grossen mit Axenfäden versehenen Pseudopodien der Acanthometreen zum constanten Strom sich ebenso verhalten, wie es Kühne und Verworn für die Pseudopodien des *Actinophaeriums* festgestellt haben.

Vor allem wäre zu bemerken, dass die Pseudopodien der Acanthometreen schwerer erregbar sind als ihre Myoneme, indem solche Ströme, welche bereits eine Zuckung der Myoneme hervorrufen, sich bezüglich der Pseudopodien scheinbar vollkommen wirkungslos erweisen. Die Einwirkung des Stromes spricht sich auch bei den Acanthometreen darin aus, dass nur die den beiden Polen zugekehrten Pseudopodien erregt werden: es treten an ihnen varicöse Anschwellungen auf, worauf sie in den Körper eingezogen werden. Dabei wird entweder das Pseudopodium in toto eingezogen oder zunächst das Protoplasma und dann der starre Axenfaden oder aber zunächst der Axenfaden und darauf das schlaaffe, gebogene oder umgeknickte Protoplasma des Pseudopodiums.

Bei der Schliessung des Stromes findet gewöhnlich eine Erregung des Pseudopodiums an beiden Polen statt, wobei die Erregung an der Anode meist stärker als diejenige an der Kathode ist, welche letztere (bei schwachen Strömen) auch ganz unterbleiben kann. Die Erregung dauert an der Anode während der ganzen Durchleitungszeit des Stromes fort, wogegen an der Kathode keine weiteren Veränderungen an den Pseudopodien wahrzunehmen sind d. h. diese letzteren in Ruhe verbleiben und wenn eine Erregung derselben bei der Schliessung stattfand — dieselbe auch sofort aufhört. Bei der Oeffnung des Stromes findet eine Erregung blos an der Kathode (und nie an der Anode) statt, kann aber zuweilen, besonders bei Anwendung von schwachen Strömen, auch ganz unterbleiben.

Demnach würde das Erregungsgesetz für die Pseudopodien der Acanthometreen folgendes sein.

Erregung für die Pseudopodien.

	A N O D E.	K A T H O D E.
Bei der Schliessung des Stromes	Erregung.	Erregung (schwache) oder Ruhe.
Beim Durchleiten » »	Dauernde Erregung.	Ruhe.
Bei der Oeffnung » »	Ruhe.	Erregung oder Ruhe.

Vergleicht man dieses merkwürdig verschiedene, diametral entgegengesetzte Verhalten der Myonemé und Pseudopodien der Acanthometreen zum constanten Strom mit dem der Muskeln der Metazoën, so wird man unwillkürlich zu folgendem Schlusse geführt. Die contractilen Gebilde der Thiere, gleichviel ob sie durch die Differenzirung besonderer Zellen, wie die Muskeln der Metazoën, oder durch Differenzirung eines Protoplasmatheiles einer einzigen Zelle, wie die Myoneme der Protozoën, entstanden sind — bleiben in ihrer physiologischen Leistung einander vollkommen gleich und analog, und diese Analogie spricht sich auch in ihrem Verhalten zum constanten Strome aus. Dagegen muss das undifferenzierte Protoplasma, wie die Pseudopodien der Protozoën (welchen, wie jedem lebenden Protoplasma, ein Contractionsvermögen zukommt) ein anderes Verhalten besitzen, welches sich bezüglich der Wirkung des constanten Stromes darin ausspricht, dass das electropolare Erregungsgesetz sich bei ihnen umgekehrt documentirt.

Jedenfalls sind weitere diesbezügliche Untersuchungen sehr erwünscht und vor allen Dingen an solchen Protozoën, die besonders differenzierte contractile Elemente oder Myoneme besitzen, wie z. B. einige Gregarinen und ciliate Infusorien. Ich vermuthe stark, dass die Gültigkeit des electropolaren Erregungsgesetzes auch auf die Protozoën auszudehnen sein wird, umsomehr da die Beobachtungen Verworn's (l. c.) bezüglich des Galvanotropismus der Infusoria ciliata (*Stentor*) diese Möglichkeit durchaus nicht ausschliessen.

2) Mechanische Einwirkungen.

Auf die Wirkung mechanischer Reize wurden *Acanthometron pellucidum* und *Acanthonia mülleri*, *fragilis* und *tetracopa* untersucht, indem sie in einem Tropfen Wasser auf den Objectträger gebracht und bei Oc. 12, Obj. 16 mm. beobachtet wurden. Das Schütteln des Objectträgers, sowie das Klopfen auf denselben üben nicht immer eine Wirkung aus; zuweilen reagiren die Acanthometreen auf diese Reize garnicht, zuweilen recht schwach, indem die ausgestreckten Myoneme sich schwach contrahiren. Dieselben Resultate werden erzielt, wenn man den Wassertropfen vermittelst einer Nadel oder eines Pinsels in Bewegung

zu bringen versucht. Berührt man dagegen vorsichtig den Skeletstachel oder gar ein Myonembündel (natürlich in ausgestrecktem Zustande) mit einer Nadel oder noch besser mit einem Pinsel, so entsteht eine Contraction der Myoneme am berührten und an den nächstliegenden Stacheln, — wogegen die Myoneme an entfernten, besonders an gegenüberliegenden Stacheln unverändert bleiben. Die Contraction erfolgt nicht so plötzlich wie bei der Einwirkung des Inductionsstromes und wie es scheint noch langsamer als beim constanten Strome. Nach Aufhebung des Reizes findet eine Streckung der verkürzten Myoneme statt, die ziemlich langsam erfolgt und 3—4 Minuten in Anspruch nimmt.

Bezüglich der thermischen und chemischen Einwirkungen habe ich, infolge der Kürze meines Aufenthaltes auf der Zoologischen Station, leider keine Beobachtungen angestellt. Von besonderem Interesse erscheinen mir die thermischen Einwirkungen, welche einen entschiedenen Einfluss auf das Aufsteigen und Herabsinken der Acanthometreen im Meere haben müssen. Ich hoffe diese, so wie manche andere Lücken in meinen Untersuchungen auszufüllen, so bald mir von neuem die Möglichkeit geboten wird, meine Studien über die Acanthometreen an lebendem Material in Neapel fortzusetzen.

Rajala bei Wiborg, im August 1901.



Literatur-Verzeichnis.

- K. Brandt. **82**. Untersuchungen an Radiolarien. Monatsbericht d. K. Preuss. Akad. d. Wissensch. zu Berlin aus d. Jahre 1881. Berlin 1892. pag. 388—404.
- K. Brandt. **85**. Die Koloniebildenden Radiolarien des Golfes von Neapel. Fauna und Flora d. Golfes v. Neapel. Berlin 1885.
- O. Bütschli. **82**. Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Protozoa. Bd. I. Sarcodina u. Sporozoa. Leipzig 1880—1882.
- E. Claparède et J. Lachmann. **58**. Etudes sur les infusoires et les rhizopodes. 2 vls. Genève 1858—1859.
- E. Hæckel. **62**. Die Radiolarien (Rhizopoda radiaria). Eine Monographie. Berlin 1862.
- E. Hæckel. **82**. Entwurf eines Radiolarien-Systems auf Grund von Studien der Challenger-Radiolarien. Jenaisch. Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. XV 1882. pag. 418—472.
- E. Hæckel. **87**. Report on the Radiolaria collected by H. M. S. Challenger during the years 1873—1876. 2 vls. London. 1887.
- E. Hæckel. **88**. Die Radiolarien (Rhizopoda radiaria). Eine Monographie. 3. und 4. Theil. Acantharia und Phaeodaria. Berlin 1888.
- R. Hertwig. **79**. Der Organismus der Radiolarien. Jena 1879.
- J. Müller. **55a**. Ueber Sphaerocozum und Thalassicolla. Monatsber. d. K. Preuss. Akad. d. Wissensch. z. Berlin, aus d. Jahre 1855. Berlin 1855. pag. 229—253.
- J. Müller. **55b**. Ueber die im Hafen von Messina beobachteten Polycystinen. Monatsber. d. K. Preuss. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, aus d. Jahre 1855. Berlin 1855. pag. 671—676.
- J. Müller. **59**. Ueber die Thalassicolen, Polycystinen und Acanthometren des Mittelmeeres. Abhandl. d. K. Preuss. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, aus d. Jahre 1858. Berlin 1859.
-

Erklärung der Abbildungen.

Sämtliche Abbildungen, mit Ausnahme der Fig. 1—6 die nach Präparaten entworfen wurden, sind nach lebenden Exemplaren gezeichnet. Die Vergrößerungen sind in Zahlen jeder Figur beigefügt.

Bedeutung der Buchstaben.

- Ck* — Centralkapsel.
- ek* — Ektoplasma.
- ek. m* — ektoplastisches (extrakapsuläres) Maschenwerk.
- G* — Gallerte.
- m* — Myoneme.
- n* — Kerne.
- ps* — Pseudopodien.
- ps'* — Pseudopodien mit Axenfäden.
- S* — Skeletstachel.
- Z* — Zooxanthellen.

Tafel I.

Fig. 1. Skelet von *Acanthometron pellucidum* J. Müll. etwa 2 Minuten auf dem Objectträger über einem Bunsenbrenner geglüht. *A* ein vollkommen erhaltenes Stachelskelet, in der Mitte die verkohlte Weichsubstanz (Centralkapsel, extrakapsuläres Protoplasma und Gallerte), an den Stacheln Reste von verkohltem Protoplasma resp. Myonemen. 230. *B* ein einzelner Stachel mit anhaftendem verkohltem Protoplasmareste. 460.

Fig. 2. Acanthometreenskelette (*Acanthometron pellucidum* und *siculum*, *Acanthonia tetracopa*) nach einem Glühen von 15—30 Secunden auf dem Platinblech über einem dreifachen Bunsenbrenner—alle organische Substanz ist zu Asche verbrannt und nur das Skelet in der Gestalt von glashellen Nadeln ist erhalten. 460.

- Fig. 3. Dasselbe, etwa 1—1½ Minuten auf dem Platinblech geglüht — die Nadeln bekommen ein körniges Gefüge (kleine Bläschen) und sehen nicht mehr homogen aus. 460.
- Fig. 4. Dasselbe, etwa 2—3 Minuten auf dem Platinblech geglüht — die Nadeln beginnen an ihren Kanten und Spitzen abzuschmelzen und die Körnelung nimmt an Deutlichkeit zu. 460.
- Fig. 5. Dasselbe, etwa 3—4 Minuten auf dem Platinblech geglüht — an den Nadeln treten varicöse Anschwellungen auf; die Nadeln schmelzen ab und verschmelzen mit einander, wobei die Körnelung an Deutlichkeit abnimmt. 460.
- Fig. 6. Dasselbe, etwa 5—7 Minuten auf dem Platinblech geglüht — die Nadeln verschmelzen untereinander zu einem Gerüstwerk, in welchem man hier und da einzelne Nadelsterne unterscheiden kann; das Gerüstwerk sieht vollkommen homogen aus und ist ziemlich stark lichtbrechend. 460.
- Fig. 7. Ein Stachel von *Acanthometron pellucidum* J. Müll.; die bei der Contraction an beiden Enden abgerissenen und etwas contrahirten Myoneme (*m*) verschieben sich an ektoplasmatischen Fäden (*ps*). 900.
- Fig. 8. Ein Stachel von *Acanthometron siculum* Häck.; bei der Contraction rissen die Myoneme (*m*) an ihrem distalen Ende ab und sitzen kranzförmig auf der Gallerte resp. dem ektoplasmatischen Maschenwerke (*ek. m*). 900.
- Fig. 9. Dasselbe — die kranzförmige Anordnung der contrahirten Myoneme (= Gallerstümpfe) zeigend. 900.
- Fig. 10. Einzelne Myoneme von *Acanthonia fragilis* Häck. 2600.

Tafel II.

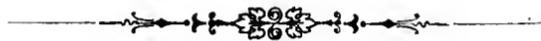
- Fig. 11. *Acanthometron pellucidum* J. Müll. mit ausgebreitetem Gallertmantel und contrahirten Myonemen. 230.
- Fig. 12. Ein Stachel von *Acanthometron pellucidum* J. Müll.; einige bei der Contraction am distalen Ende abgerissene Myoneme (*m*) beginnen sich auszustrecken und sind im Begriffe sich an den Stachel resp. seine ektoplasmatische Umkleidung zu befestigen, andere haben sich bereits befestigt, noch andere endlich (an beiden Enden abgerissen) liegen frei und haben eine bandförmige Gestalt. 900.
- Fig. 13. Dasselbe; die ektoplasmatischen Fäden (*ps*), welche den Stachel umkleiden und zur Befestigung der Myoneme (*m*) an dem Stachel (*S*) dienen, haben sich vom Stachel abgelöst und bilden einen plasmatischen Cylindermantel, welcher über den Stachel hervorragt und von dem noch einzelne Pseudopodien ausstrahlen. 900.
- Fig. 14. Ein Theil des Körpers von *Acanthonia fragilis* Häck.; die Myoneme (*m*) zeigen bei der Streckung einen welligen Verlauf. 230.

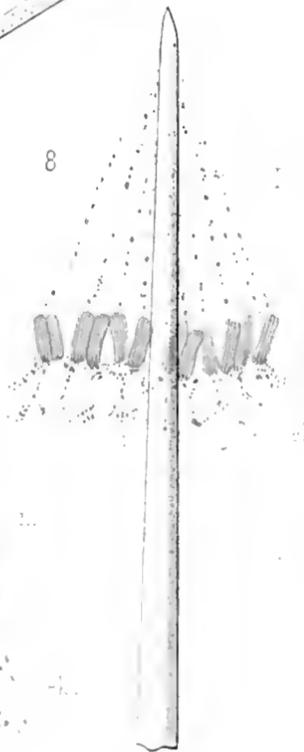
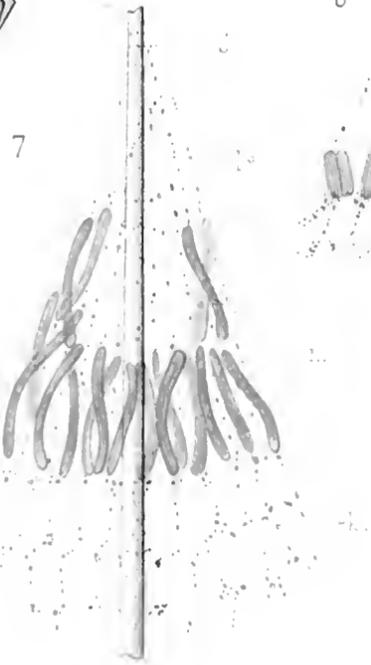
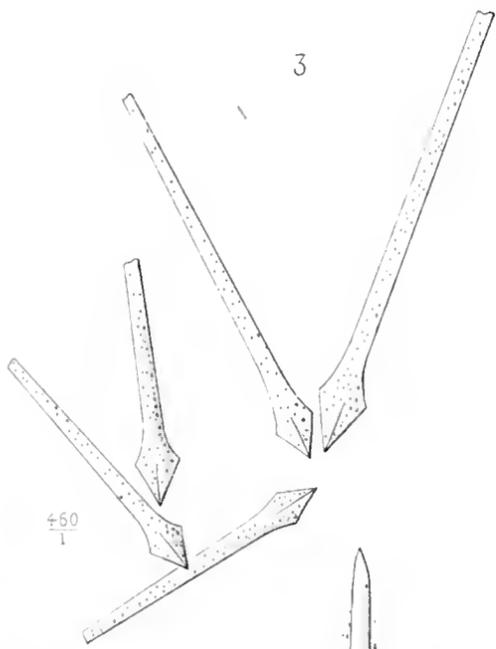
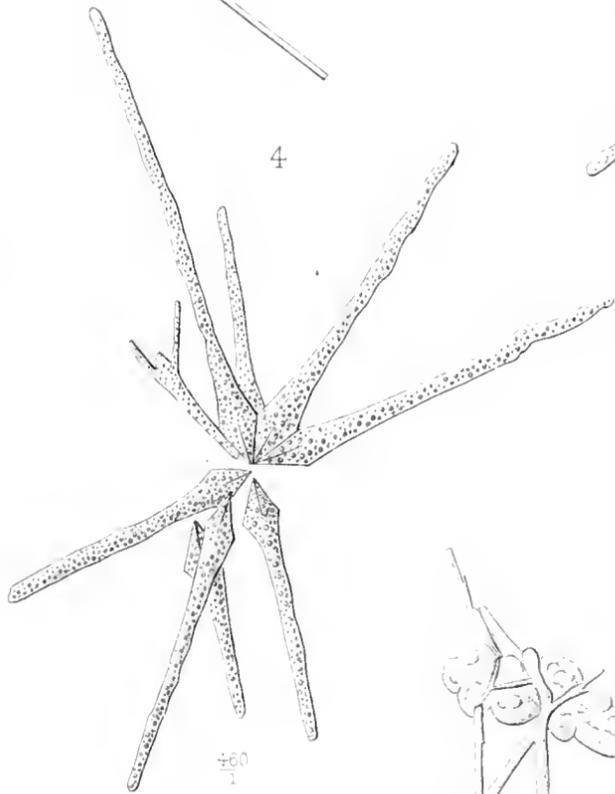
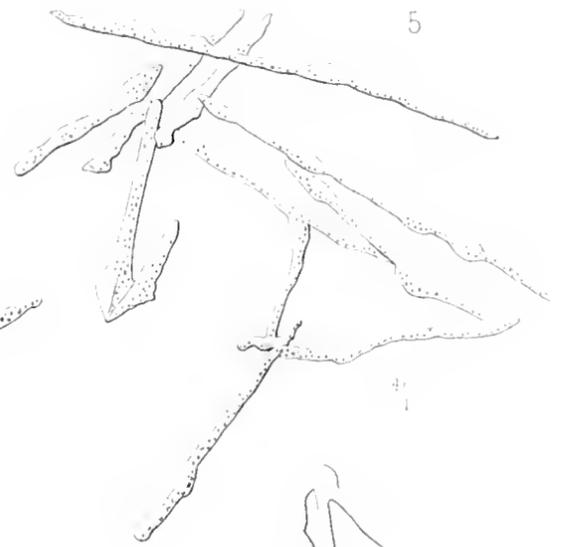
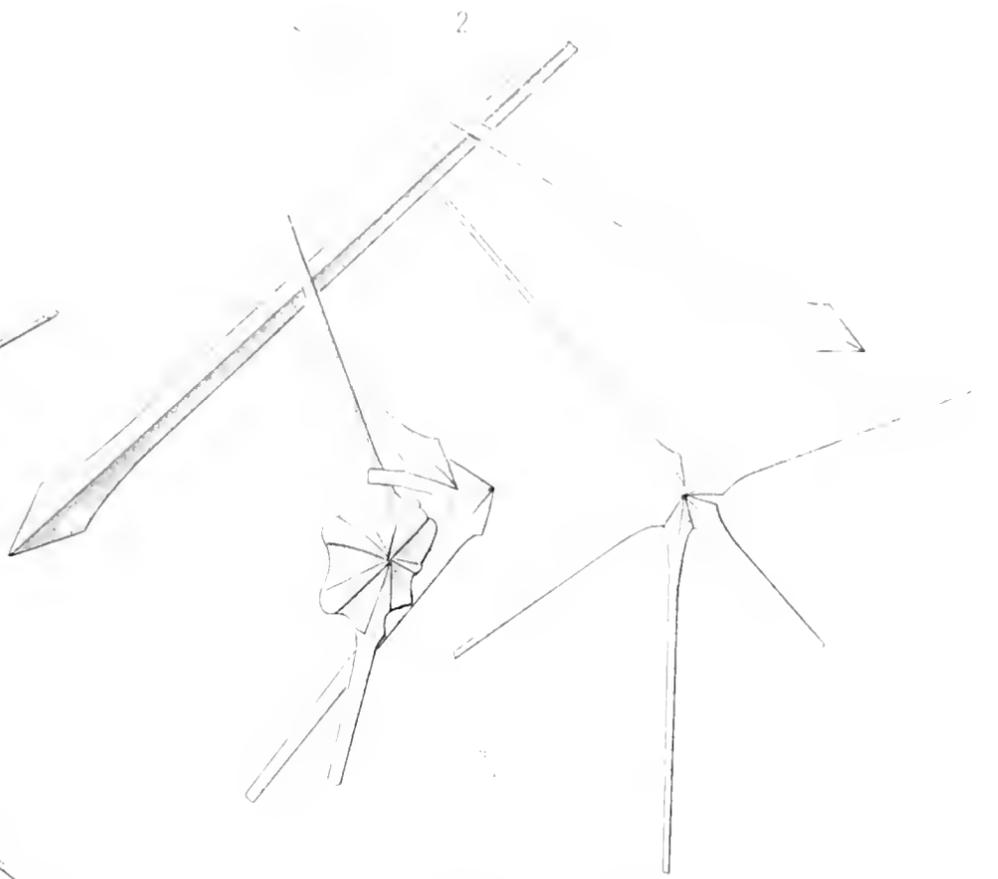
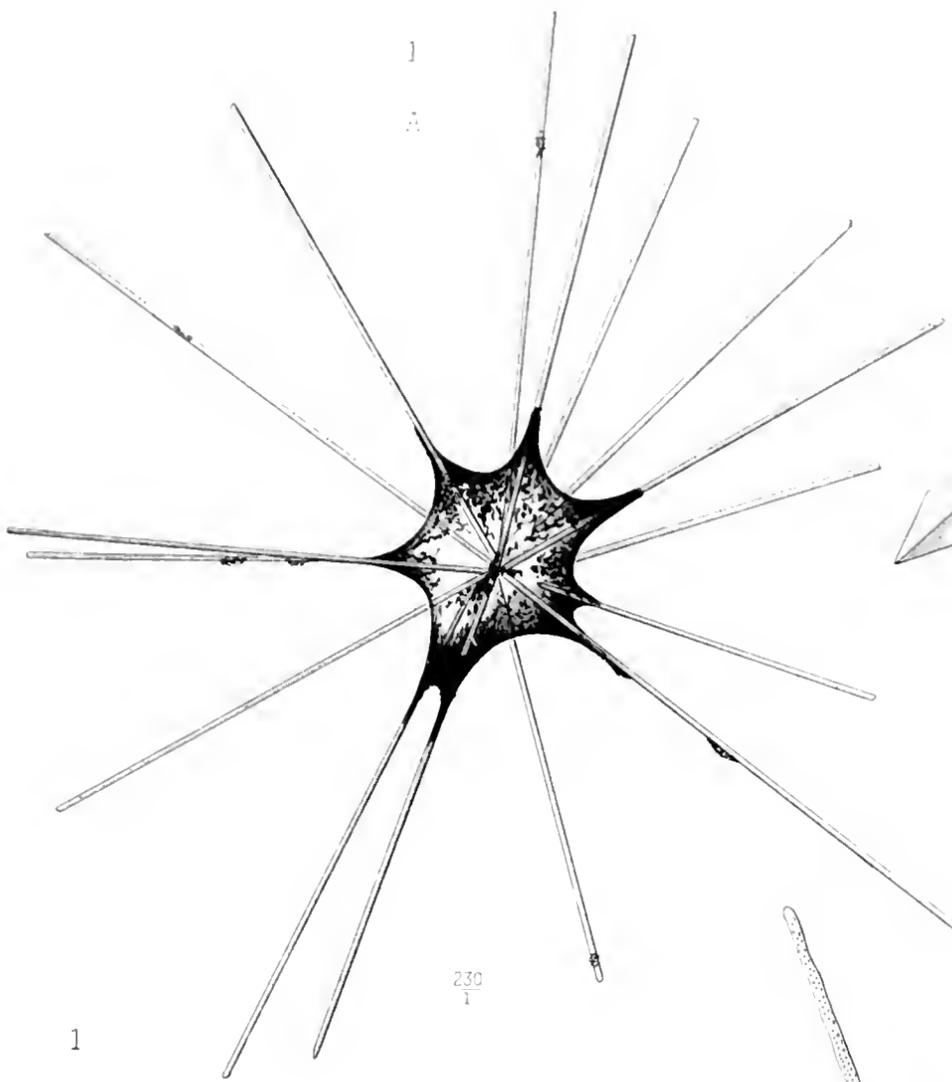
Tafel III.

- Fig. 15. Ein Stachel von *Acanthometron pellucidum* J. Müll.; die Myoneme (*m*) sind contrahirt; das ektoplasmatische Maschenwerk radial in die Länge gezogen und aus langen prismatischen Sechsecken bestehend. 900.
- Fig. 16. Dasselbe. Beginn der Streckung der Myoneme. 900.
- Fig. 17. Dasselbe. Weiteres Stadium der Streckung. 900.
- Fig. 18. Dasselbe. Die Myoneme (*m*) haben sich zu langen Fäden ausgestreckt; das ektoplasmatische Maschenwerk besteht aus fast regelmässigen Sechsecken. 900.
- Fig. 19. *Acanthonia tetracopa* J. Müll. sp. mit ausgebreitetem Gallertmantel und contrahirten Myonemen (im Zustande der Contraction). 230.
- Fig. 20. Dasselbe mit eingezogenem Gallertmantel und ausgestreckten Myonemen (im ausgestrecktem Zustande). 230.

Tafel IV.

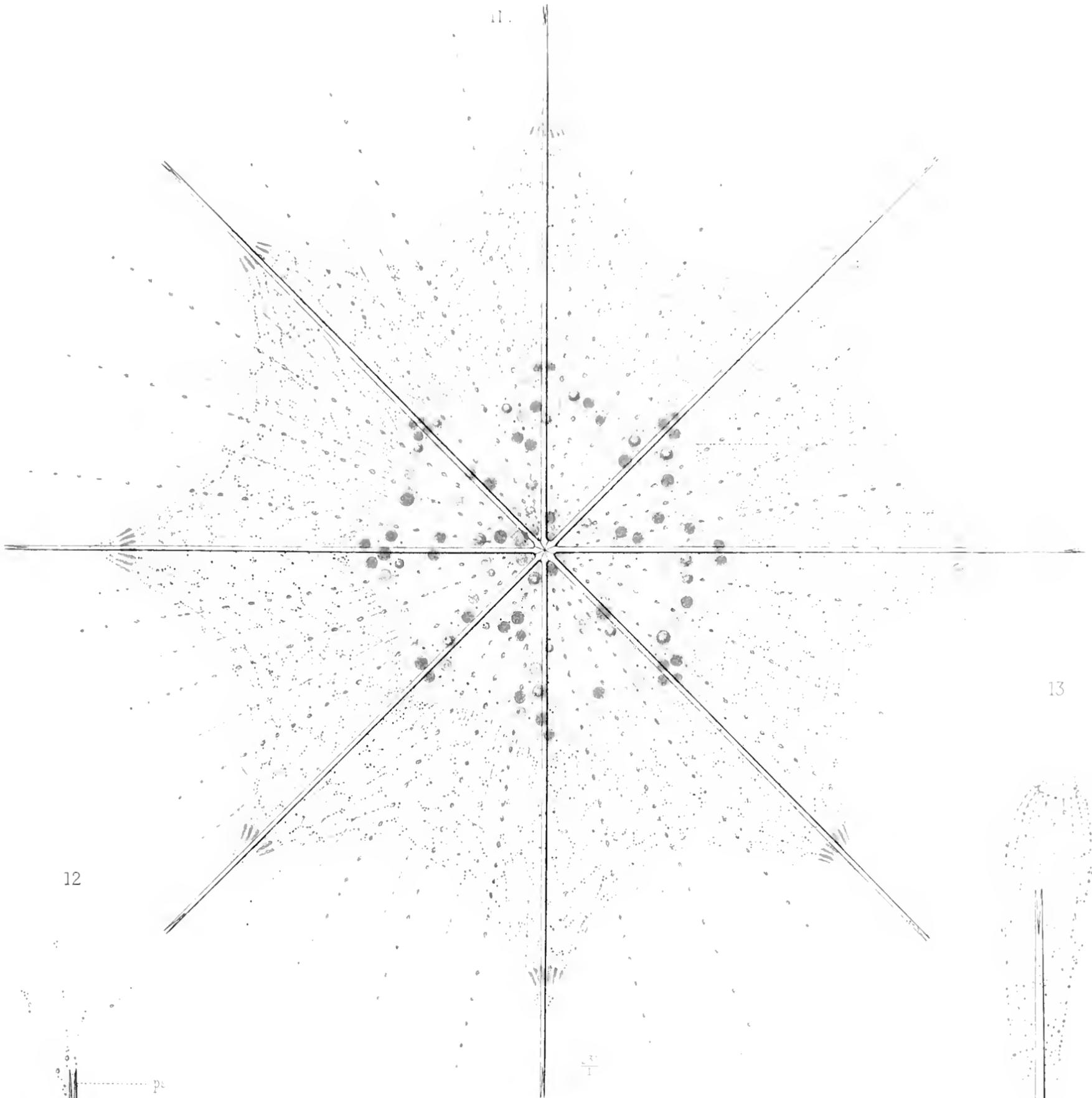
- Fig. 21. *Amphilonche elongata* J. Müll. sp. mit eingezogenem Gallertmantel und ausgestreckten Myonemen. 230.
- Fig. 22. Ein Theil des Körpers von *Amph. elongata* J. Müll. sp. im Zustande der Contraction (die Myoneme contrahirt, der Gallertmantel ausgebreitet). 900.
- Fig. 23. Dasselbe; im Zustande der Streckung (die Myoneme ausgestreckt, der Gallertmantel eingezogen). 900.
- Fig. 24. Ein Theil des Körpers von *Acanthonia cuspidata*; die Myoneme sind contrahirt und bestehen aus abwechselnd dunkleren (anisotropen) und helleren (isotropen) Abschnitten. 230.





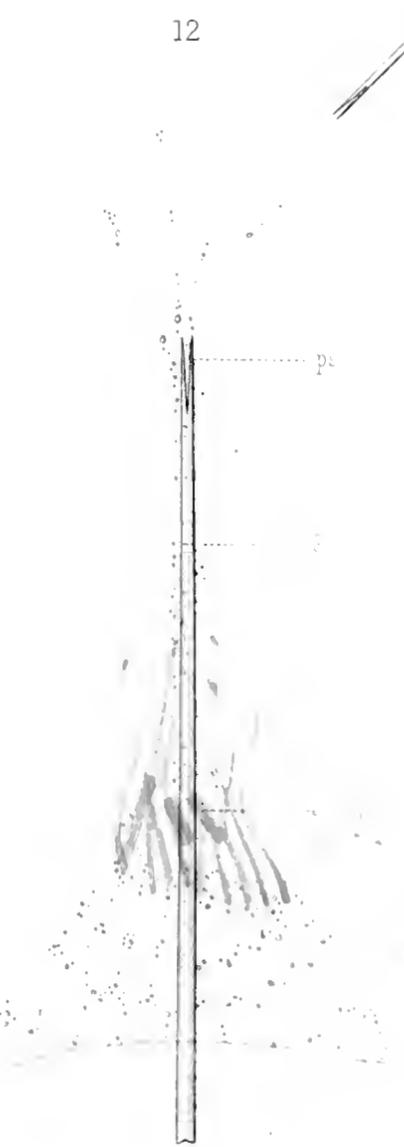
10

11.

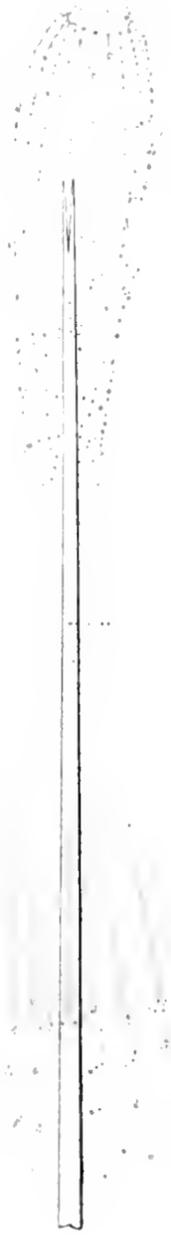
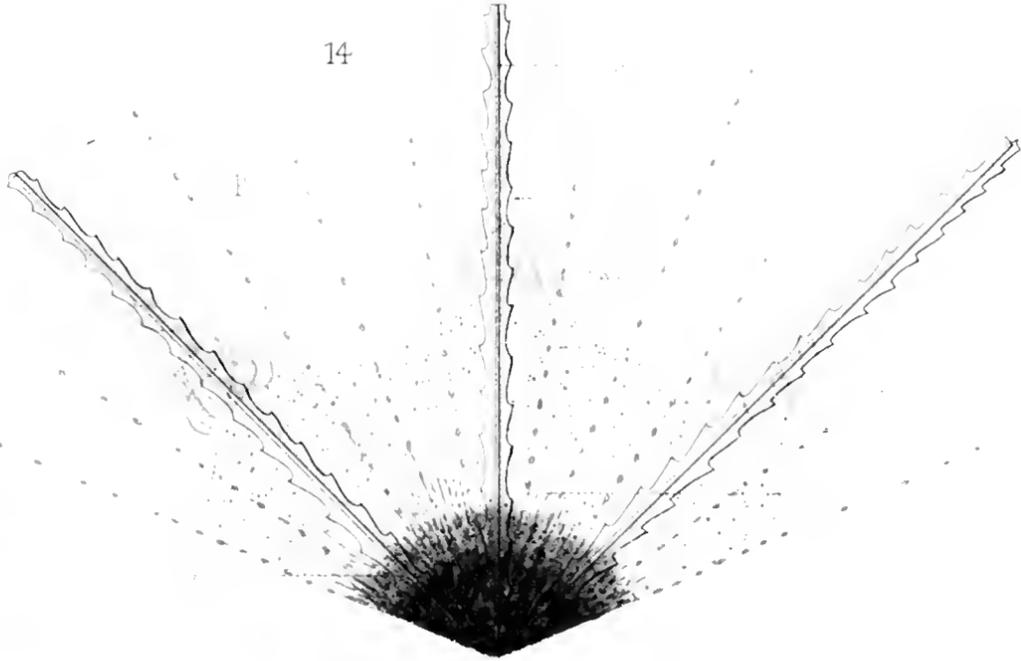


13

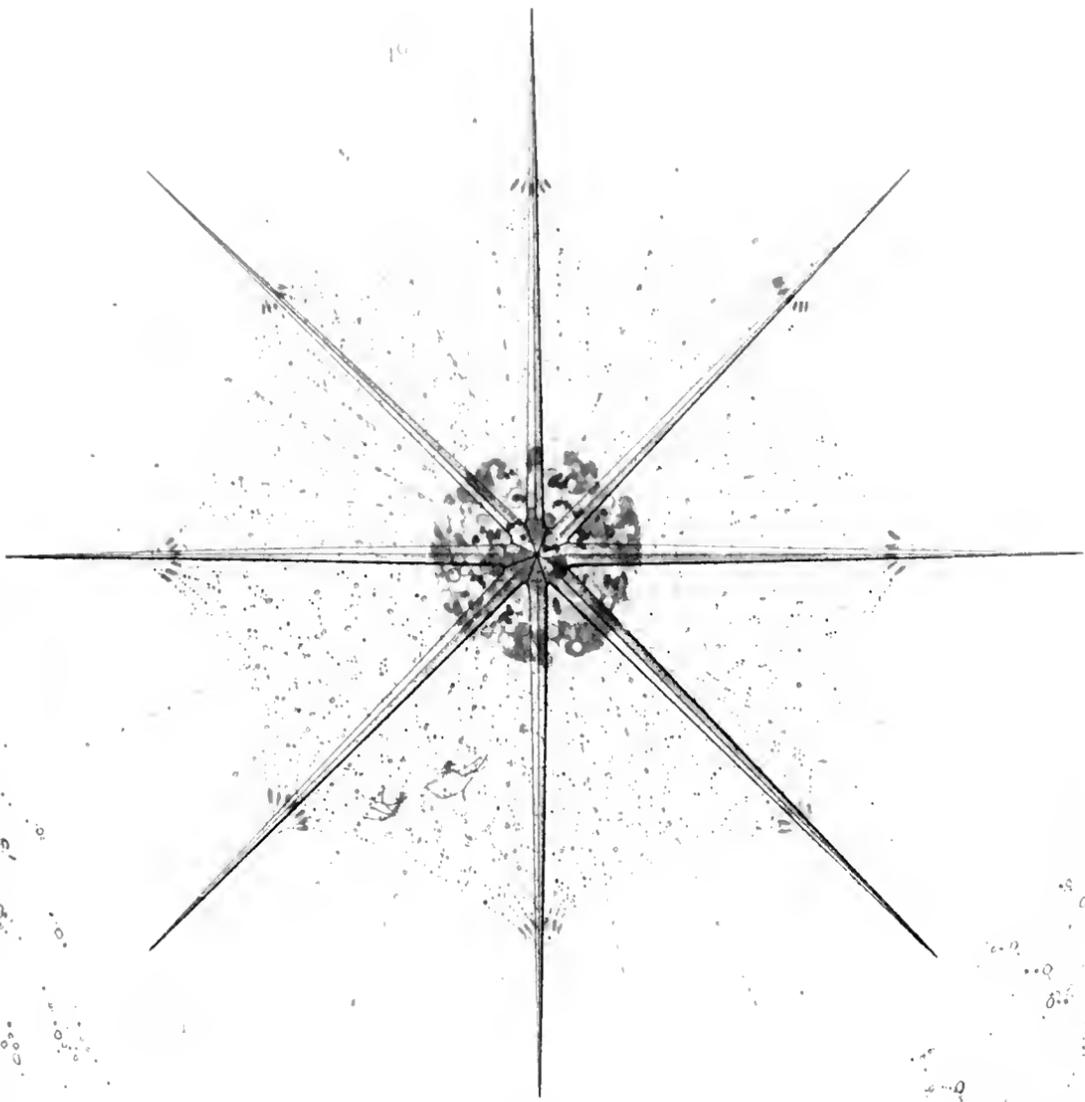
12



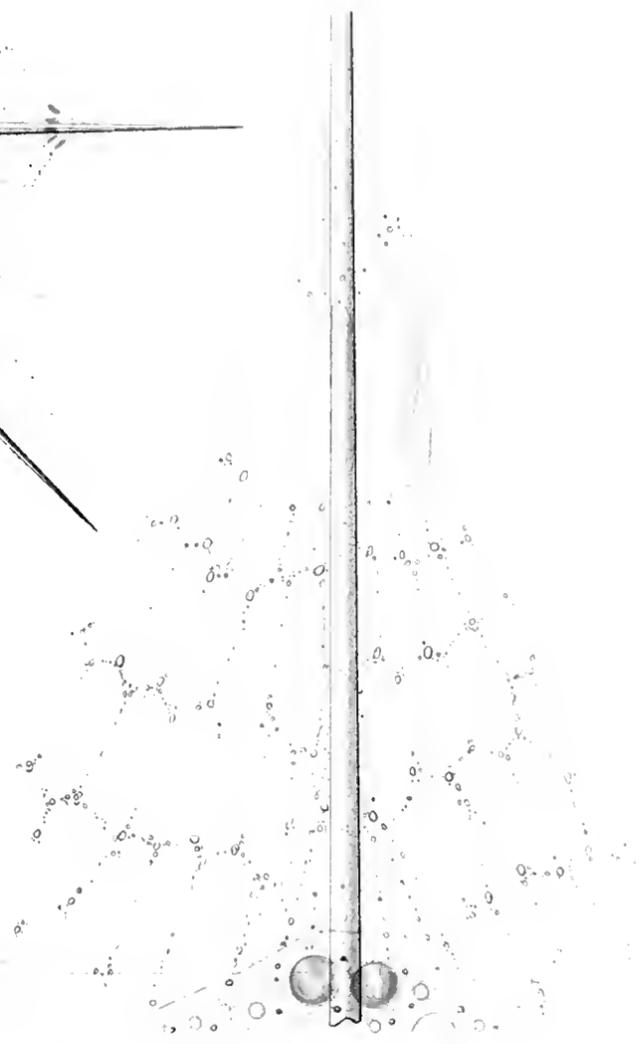
14



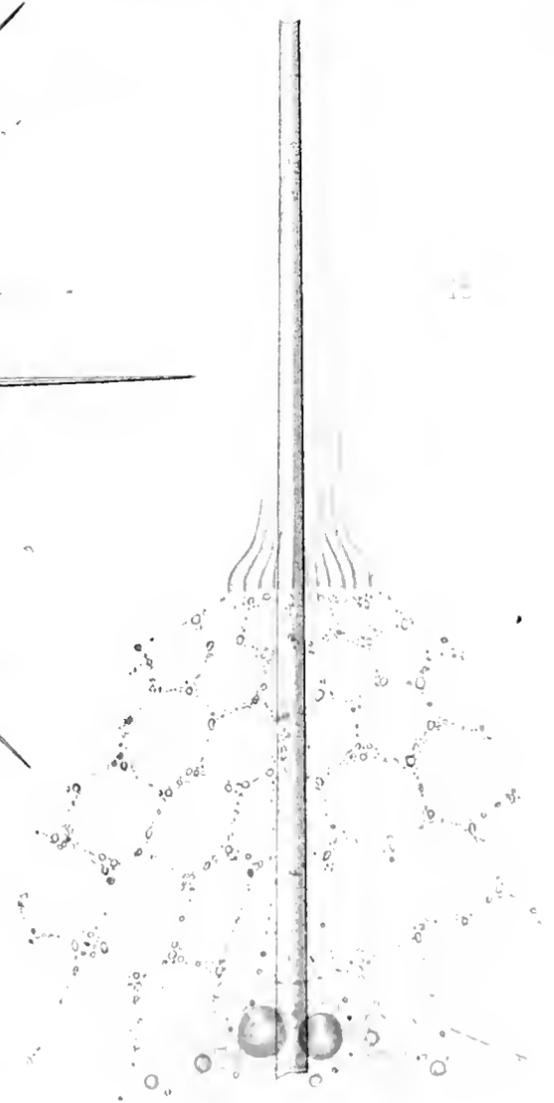
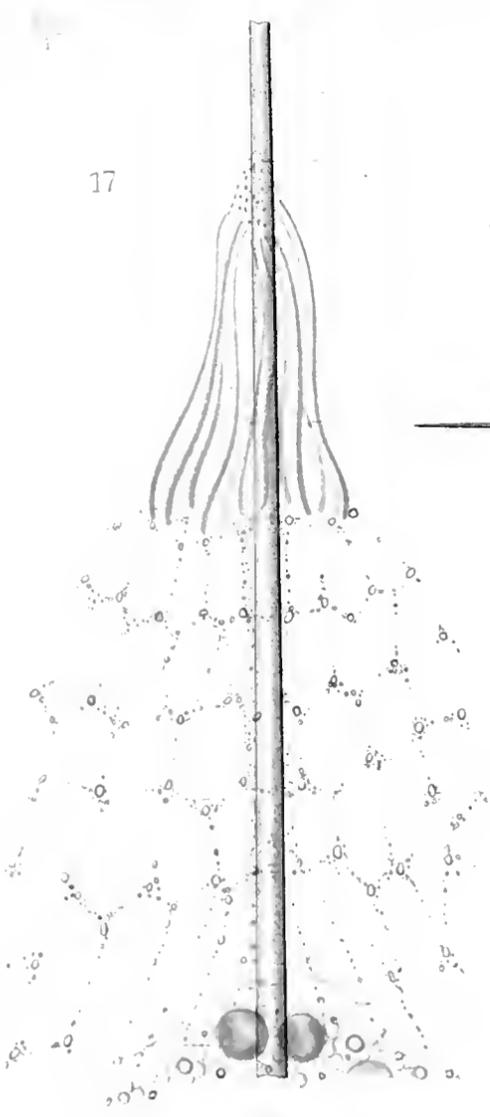
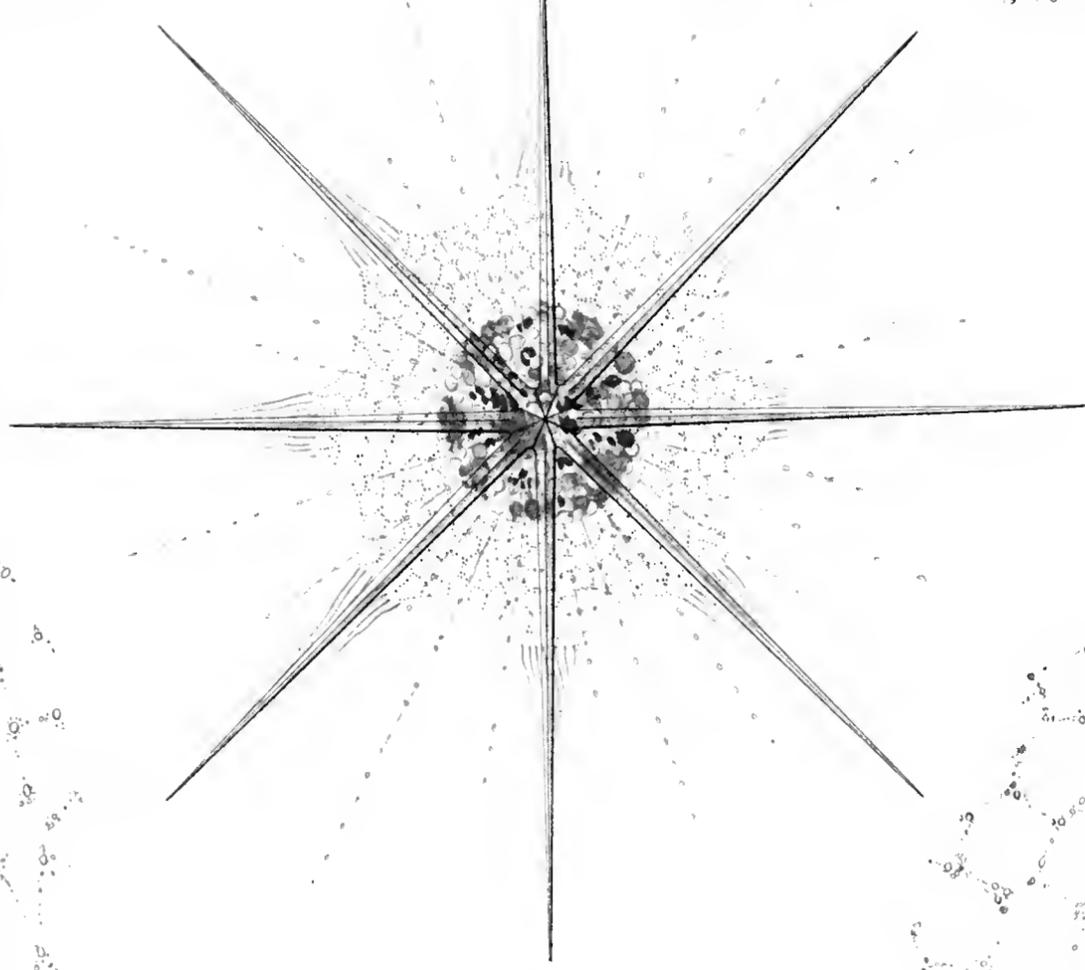
16

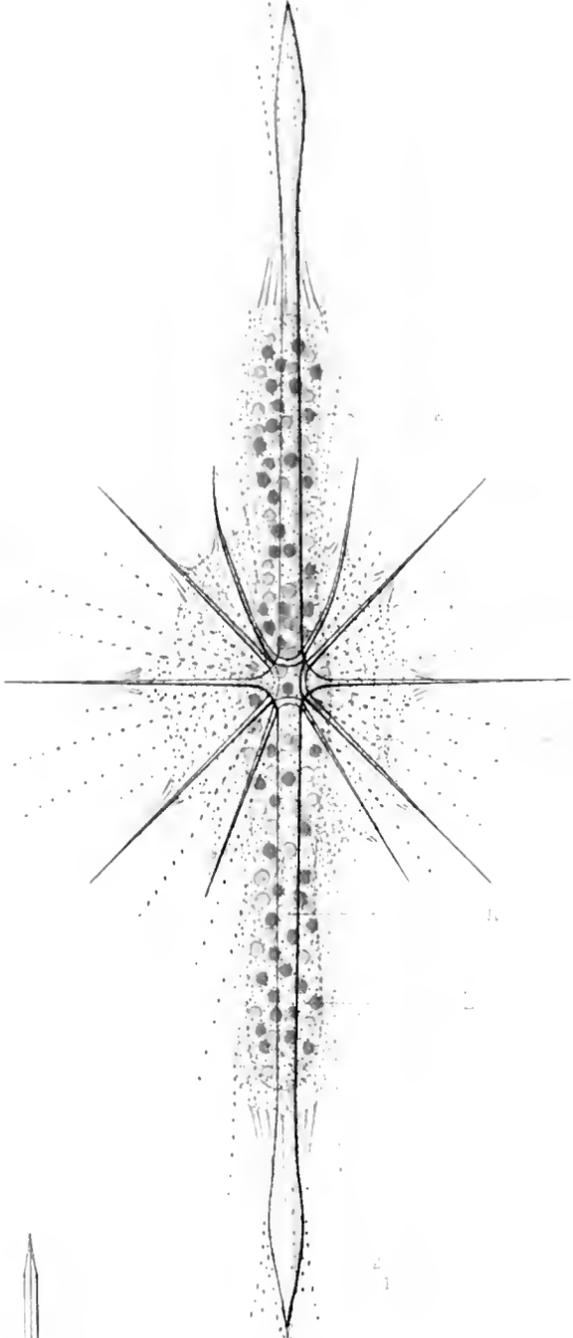


20

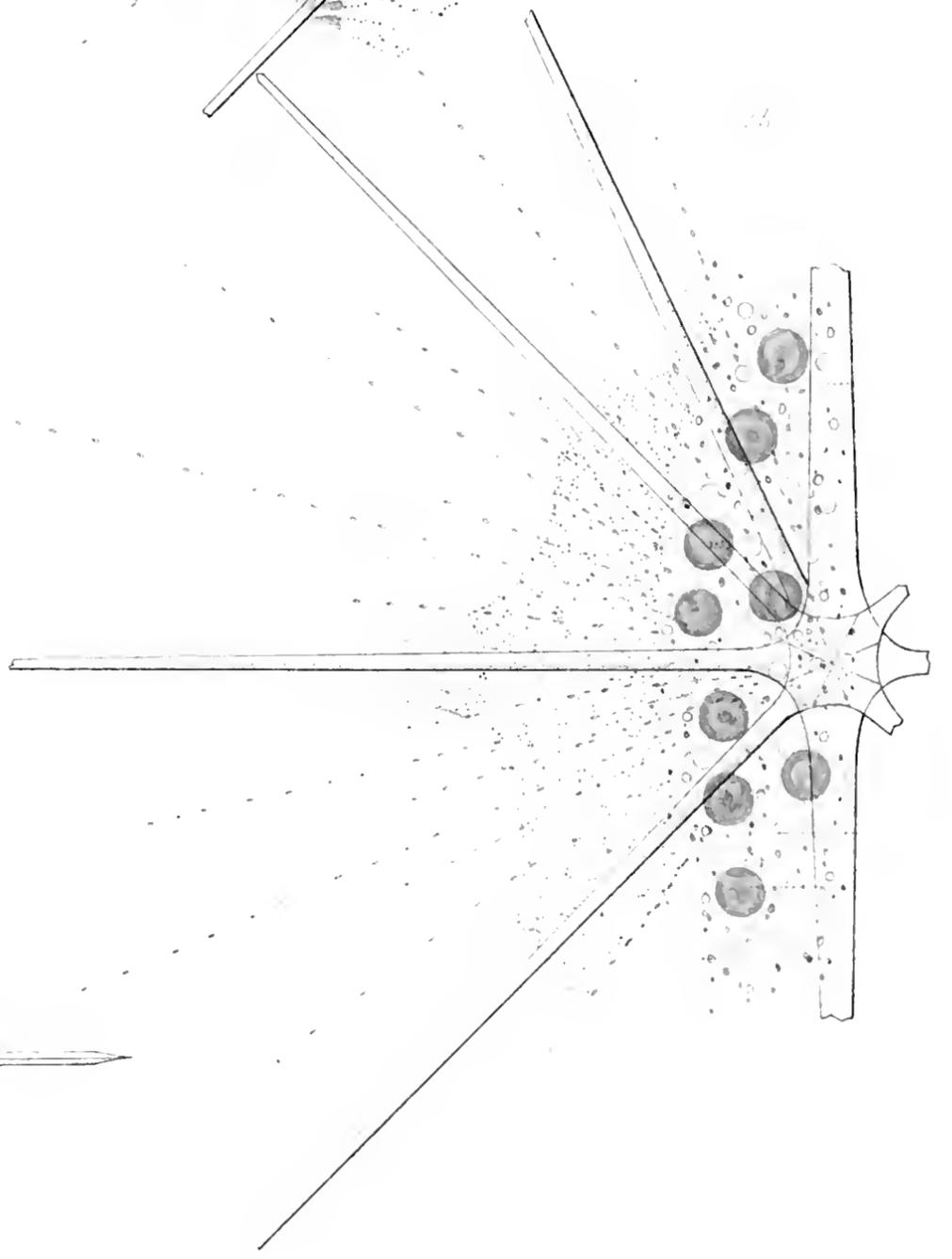
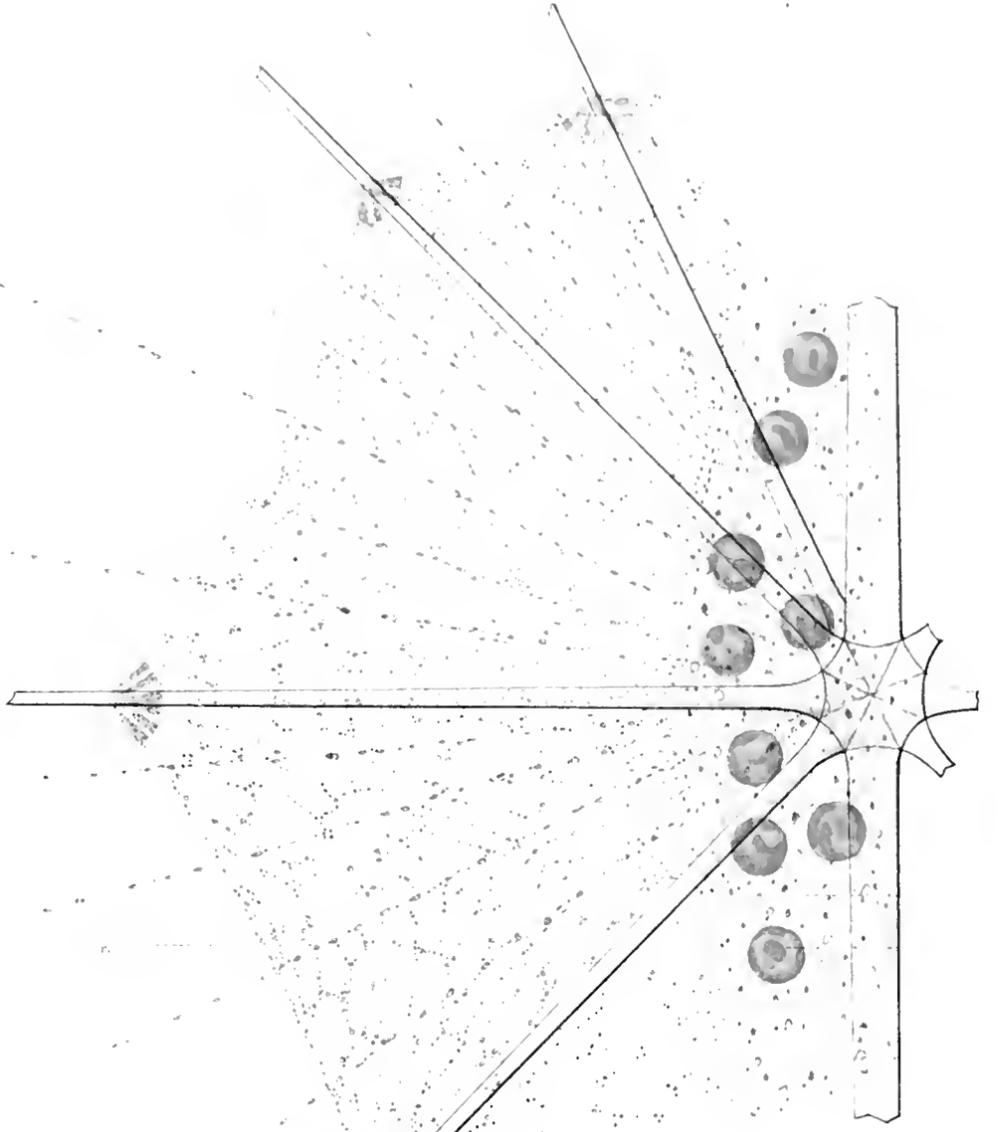


17





24



ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.
MÉMOIRES
DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.
VIII^e SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ.

Томъ XII. № 11 и послѣдній.

CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Volume XII. № 11 et dernier.

ANGENÄHERTE JUPITERSTÖRUNGEN

FÜR

DIE HECUBA-GRUPPE

VON

H. v. Zeipel.

(Vorgelegt der Akademie am 11. April 1901.)



С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1902. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской
Академіи Наукъ:

И. И. Глазунова, М. Эггерса и Комп. и К. Л. Риккера
въ С.-Петербургѣ,
И. П. Карбасникова въ С.-Петербур., Москвѣ, Варшавѣ
и Вильнѣ,
И. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Ключкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
И. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie IMPÉRIALE des
Sciences:

J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Péters-
bourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et
Vilna,
N. Oglobline à St.-Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kymmel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipzig,
Luzac & Cie. à Londres.

Цѣна: 2 р. 40 коп. — Prix: 6 Mk.

INHALTSVERZEICHNISS.

	Seite
Einleitung	I
1. Die Differentialgleichungen der Störungen	1
2. Entwicklung der Störungfunction	10
3. Entwicklung der Functionen T und $Qa^2 \frac{\partial \Omega}{\partial z}$	40
4. Integration der Differentialgleichung für W	52
5. Störungen der mittleren Anomalie	78
6. Störungen des Radius vector	99
7. Störungen der dritten Coordinate	115
8. Bestimmung der Integrationsconstanten	121
9. Zusammenstellung der Hauptformeln	133
10. Anwendung auf den Planeten (48) Doris und (10) Hygiea	136

ERRATA.

Seite	Zeile	statt:	lies:
9	1 v. u.	ω	w
12	8 v. o.	β_{n+i}^{2i+1}	$\beta_{n+i}^{(2i+1)}$
12	9 v. o.	β_p^q	$\beta_p^{(q)}$
45	18 v. o.	$(n \cdot -2 - n - 1)$	$(n - 2 \cdot -n - 1)$
50	6 v. u.	$\frac{r^2}{a^2}$	$\frac{\bar{r}^2}{a^2}$
50	6 v. u.	$3 + \eta^2$	$3 + 14\eta^2$
61	11 v. u.	$2\theta + 2\theta$	$2\theta + 2\Delta$
62	5 v. u.	$+ 436$	$+ 439$
83	10 v. o.	$+ 3744$	$+ 3344$
100	6 v. o.	$-\frac{1}{2}u_2$	$-\frac{1}{2}u_2$

Year	Population	Area	Value
1900	1,000,000	100	100
1910	1,500,000	150	150
1920	2,000,000	200	200
1930	2,500,000	250	250
1940	3,000,000	300	300
1950	3,500,000	350	350
1960	4,000,000	400	400
1970	4,500,000	450	450
1980	5,000,000	500	500
1990	5,500,000	550	550
2000	6,000,000	600	600

EINLEITUNG.

Der Zweck der vorliegenden Arbeit ist die allgemeinen Jupiterstörungen für eine gewisse Gruppe von kleinen Planeten durch Reihen darzustellen, in welchen alle Elemente, also auch die halben grossen Achsen, analytisch vorkommen. Die Reihen sind nach Potenzen der Excentricität, der Neigung und der kleinen Grösse $\frac{n-2n'}{n}$ geordnet. Alle diejenigen Planeten, für welche die mittlere Bewegung zwischen den ungefährlichen Grenzen $550''$ und $650''$ liegt und für welche ausserdem die Excentricität und die Neigung den ungefährlichen Betrag von 10° nicht überschreiten, können durch die in Rede stehende Theorie behandelt werden.

Die benutzte Methode kann einfach dadurch charakterisirt werden, dass die Differentialgleichungen von Hansen mittels des Integrationsverfahrens des Herrn K. Bohlins¹⁾ gelöst worden sind. Die Grundzüge dieses Verfahrens sind bekanntlich ein rationales Verhältniss der mittleren Bewegungen als Ausgangspunkt zu wählen und die Aufgabe mit Anwendung von partiellen Differentialgleichungen zu behandeln.

Freilich kann die Theorie von Hansen (wie alle älteren Störungstheorien) eine Uebersicht über die säcularen Veränderungen der Bahn nicht in der vollkommenen Weise liefern wie die von Herrn O. Backlund²⁾ angewandte Gylden'sche Theorie; die ältere Theorie ist aber der mehr modernen gegenüber etwas einfacher, da die Grössen η , π , η' und π' Constanten sind und nicht wie bei Gylden Functionen der Zeit. Es wird deshalb möglich den Störungen eine Form zu geben, in welcher η , π , η' und π' nicht analytisch vorkommen. (Vergl. pag. 140, 141.)

1) Formeln und Tafeln zur gruppenweisen Berechnung der allgemeinen Störungen benachbarter Planeten. Nova Acta Reg. Soc. Sc. Upsaliensis, Ser. III, Band XVII, 1896.

Vergl. auch: Eine neue Annäherungsmethode in der Störungstheorie. Bihang t. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Band 14, Afd. I, № 5, 1888.

2) Über die Bewegung kleiner Planeten des Heecuba-Typus. Mém. de l'Académie Imp. des Sciences de St. Pétersbourg. VIII-e Série, Volume VI, № 10.

Angenäherte Bahn des Planeten (184) Dejepeja. Acta Societatis Scientiarum Fennicæ. T. XXIX. № 1.

Vergl. auch: Iwanow: Hilfstafeln zur Berechnung angenäherter Bahnen der kleinen Planeten vom Heecuba-Typus. Bull. de l'Académie Imp. des Sc. de St. Pétersbourg. Band X, № 1 und Band XIII, № 3.

Da in der Hecubagruppe die Entwicklungen nach der störenden Masse ziemlich langsam fallen, so ist es nöthig gewesen zum Theil die Störungen 2. und 3. Ordnung zu berechnen. Im Bezug auf Excentricität und Neigung sind ferner alle Glieder 2. Grades sowie die Hauptglieder 3. Grades berücksichtigt worden. In den nach der kleinen Grösse $\frac{n-2n'}{n}$ fortschreitenden Reihen wurden endlich im Allgemeinen die drei ersten Glieder mitgenommen.

Ausser den Störungen ist es auch eine schwierige Aufgabe gute Elemente zu berechnen. Mit Anwendung der im § 8 gegebenen Methode ist es möglich von den aus 2 oder 3 Oppositionen berechneten osculierenden Elementen sehr einfach, ohne zeitraubende Versuche oder Annäherungen, mittlere Elemente von der Genauigkeit zu finden, dass die damit berechneten Störungen erst nach 100 Jahren zu fehlerhaft werden können. So wird z. B. der Fehler der so gefundenen mittleren Bewegung nur in sehr schwierigen Fällen den Betrag von 0,1 überschreiten. Diese ersten mittleren Elemente sind auch hinreichend genau um die Wiederauffindung und sichere Identificirung des Planeten für die nächsten 10 Jahre zu ermöglichen.

Während aber die Berechnung der Störungen (mit einer Genauigkeit von ungefähr 3' in 50—100 Jahren) nach nur 2 oder 3 Oppositionen ausführbar ist, so erfordert dagegen die weitere Verbesserung der mittleren Elemente eine Beobachtungsreihe, welche über eine ebenso lange Zeit ausgedehnt ist wie die Zeit, für welche man den Ort des Planeten mit einer Genauigkeit von ungefähr 5' vorausberechnen will. Ausserdem ist es wichtig, dass die bei der Elementenverbesserung angewandten Oerter möglichst regelmässig über die ganze Bahn verbreitet liegen.

Im § 10 ist die Theorie mit Erfolg auf dem Planeten (10) Hygica angewandt worden.

Ich möchte die Gelegenheit benutzen Herrn Professor K. Bohlin meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen. Ihm verdanke ich nämlich die Anregung zur vorliegenden Abhandlung sowie auch manche werthvolle Ratschläge, welche die Arbeit bedeutend erleichtert haben.

1. Die Differentialgleichungen der Störungen.

Mit x und y seien die von Hansen¹⁾ definierten rechtwinkligen Coordinaten des gestörten Planeten in seiner Bahnebene bezeichnet; r mag der Radiusvector des Planeten sein, t die Zeit, k^2 die Anziehungskraft zwischen zwei Masseneinheiten in der Entfernung 1; x', y', z', r', m' die Coordinaten, der Radiusvector und die Masse des störenden Planeten (Jupiter).

Wenn die Masse des gestörten Planeten $= 0$ gesetzt wird, so ist die Bewegung in der Bahnebene durch die folgenden Gleichungen gegeben

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2x}{dt^2} + k^2 \frac{x}{r^3} &= k^2 \frac{d\Omega}{dx} \\ \frac{d^2y}{dt^2} + k^2 \frac{y}{r^3} &= k^2 \frac{d\Omega}{dy} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

wo

$$\Omega = m' \left\{ \frac{1}{\Delta} - \frac{xx' + yy'}{r'^3} \right\}; \quad \Delta^2 = (x - x')^2 + (y - y')^2 + z'^2 \text{ ist.}$$

Anstatt der Veränderlichen x und y führt Hansen zwei neue Grössen $n\delta z$ und ν durch die Gleichungen

$$\left. \begin{aligned} x &= r \cos \nu, & \nu &= f + \pi \\ y &= r \sin \nu, & r &= \bar{r} (1 + \nu) \\ \bar{r} \cos f &= a (\cos \varepsilon - e), & \varepsilon - e \sin \varepsilon &= nt + c + n\delta z = nz \\ \bar{r} \sin f &= a \sqrt{1 - e^2} \sin \varepsilon, & n^2 a^3 &= k^2 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

ein, wo a , e , π und c Constanten sind.

Um die Differentialgleichungen für $n\delta z$ und ν zu finden geht Hansen von der Theorie der Variation der Constanten aus. Die folgende Herleitung setzt diese Theorie nicht voraus

1) Auseinandersetzung einer zweckmässigen Methode zur Berechnung der absoluten Störungen der kleinen Planeten. Erste Abhandlung § 1.

und giebt ausserdem eine Kontrolle der Gleichungen von Hansen, welche in ihrer Allgemeinheit, wenn auch die Störungen höherer Ordnung berücksichtigt werden, nicht oft zur Anwendung gekommen sind.

Zuerst werden, in Übereinstimmung mit einer Methode von Lagrange für die Transformation von Differentialgleichungen, die Gleichungen für ϵ und ν dargestellt. Man hat

$$\begin{aligned} x &= a (1 + \nu) \{(\cos \epsilon - e) \cos \pi - \sqrt{1 - e^2} \sin \epsilon \sin \pi\} \\ y &= a (1 + \nu) \{(\cos \epsilon - e) \sin \pi + \sqrt{1 - e^2} \sin \epsilon \cos \pi\}, \end{aligned}$$

wovon sich ergibt

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= a\nu' \{(\cos \epsilon - e) \cos \pi - \sqrt{1 - e^2} \sin \epsilon \sin \pi\} + a(1 + \nu)\epsilon' \{-\sin \epsilon \cos \pi - \sqrt{1 - e^2} \cos \epsilon \sin \pi\} \\ \frac{dy}{dt} &= a\nu' \{(\cos \epsilon - e) \sin \pi + \sqrt{1 - e^2} \sin \epsilon \cos \pi\} + a(1 + \nu)\epsilon' \{-\sin \epsilon \sin \pi + \sqrt{1 - e^2} \cos \epsilon \cos \pi\}. \end{aligned}$$

Hier sind die Bezeichnungen

$$\nu' = \frac{d\nu}{dt}, \quad \epsilon' = \frac{d\epsilon}{dt}$$

angewandt.

Die lebendige Kraft T und ihre partiellen Ableitungen werden jetzt aus den folgenden Formeln erhalten:

$$\begin{aligned} \frac{1}{a^2} \cdot 2T &= \frac{1}{a^2} \left\{ \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 + \left(\frac{dy}{dt} \right)^2 \right\} = \nu'^2 (1 - e \cos \epsilon)^2 + 2\nu'\epsilon' (1 + \nu) e \sin \epsilon (1 - e \cos \epsilon) + \\ &\quad + \epsilon'^2 (1 + \nu)^2 (1 - e^2 \cos^2 \epsilon) \\ \frac{1}{a^2} \frac{\partial T}{\partial \nu'} &= \nu' (1 - e \cos \epsilon)^2 + \epsilon' (1 + \nu) e \sin \epsilon (1 - e \cos \epsilon) \\ \frac{1}{a^2} \frac{\partial T}{\partial \nu} &= \nu'\epsilon' e \sin \epsilon (1 - e \cos \epsilon) + \epsilon'^2 (1 + \nu) (1 - e^2 \cos^2 \epsilon) \\ \frac{1}{a^2} \frac{\partial T}{\partial \epsilon'} &= \nu' (1 + \nu) e \sin \epsilon (1 - e \cos \epsilon) + \epsilon' (1 + \nu)^2 (1 - e^2 \cos^2 \epsilon) \\ \frac{1}{a^2} \frac{\partial T}{\partial \epsilon} &= \nu'^2 e \sin \epsilon (1 - e \cos \epsilon) + \nu'\epsilon' (1 + \nu) \{e \cos \epsilon (1 - e \cos \epsilon) + e^2 \sin^2 \epsilon\} + \\ &\quad + \epsilon'^2 (1 + \nu)^2 e^2 \sin \epsilon \cos \epsilon. \end{aligned}$$

Zufolge der Relation

$$ndt = d\epsilon \left(1 - e \cos \epsilon - \frac{dn\delta z}{d\epsilon} \right) = d\epsilon (1 - e \cos \epsilon) (1 - Z),$$

wo also

$$\frac{dn\delta z}{d\epsilon} = (1 - e \cos \epsilon) Z, \quad (3)$$

gehen die Gleichungen von Lagrange

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial v'} \right) - \frac{\partial T}{\partial v} = k^2 \frac{\partial}{\partial v} \left(\frac{1}{r} + \Omega \right)$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \epsilon'} \right) - \frac{\partial T}{\partial \epsilon} = k^2 \frac{\partial}{\partial \epsilon} \left(\frac{1}{r} + \Omega \right)$$

in die folgenden über:

$$\begin{aligned} & \frac{d}{d\epsilon} \left\{ v' \frac{1 - e \cos \epsilon}{1 - Z} + (1 + v) \frac{e \sin \epsilon}{1 - Z} \right\} - \\ & - \left\{ v' \frac{e \sin \epsilon}{1 - Z} + (1 + v) \frac{1 + e \cos \epsilon}{1 - Z} \right\} = a (1 - e \cos \epsilon) (1 - Z) \frac{\partial}{\partial v} \left(\frac{1}{r} + \Omega \right), \\ & \frac{d}{d\epsilon} \left\{ v' (1 + v) \frac{e \sin \epsilon}{1 - Z} + (1 + v)^2 \frac{1 + e \cos \epsilon}{1 - Z} \right\} - \\ & - \left\{ v'^2 \frac{e \sin \epsilon}{1 - Z} + v' (1 + v) \frac{\frac{d}{d\epsilon} [e \sin \epsilon (1 - e \cos \epsilon)]}{(1 - e \cos \epsilon) (1 - Z)} + (1 + v)^2 \frac{e^2 \sin \epsilon \cos \epsilon}{(1 - e \cos \epsilon) (1 - Z)} \right\} = \\ & = a (1 - e \cos \epsilon) (1 - Z) \frac{\partial}{\partial \epsilon} \left(\frac{1}{r} + \Omega \right). \end{aligned}$$

Diese Gleichungen können ferner mit Anwendung der Ausdrücke

$$\frac{\partial}{\partial v} \left(\frac{1}{r} \right) = - \frac{1}{a (1 - e \cos \epsilon)} \frac{1}{(1 + v)^2}$$

$$\frac{\partial}{\partial \epsilon} \left(\frac{1}{r} \right) = - \frac{e \sin \epsilon}{a (1 - e \cos \epsilon)^2} \frac{1}{1 + v},$$

folgendermassen geschrieben werden:

$$\left. \begin{aligned} & \frac{d}{d\epsilon} \left\{ \frac{v' (1 - e \cos \epsilon) + (1 + v) e \sin \epsilon}{1 - Z} \right\} - \frac{v' e \sin \epsilon + (1 + v) (1 + e \cos \epsilon)}{1 - Z} + \frac{1 - Z}{(1 + v)^2} = \\ & = a (1 - e \cos \epsilon) (1 - Z) \frac{\partial \Omega}{\partial v} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

$$\left. \begin{aligned} & \frac{d}{d\epsilon} \left\{ \frac{v' e \sin \epsilon + (1 + v) (1 + e \cos \epsilon)}{1 - Z} \right\} + \frac{v'}{1 - Z} \left\{ 1 - \frac{e^2 \sin^2 \epsilon}{1 - e \cos \epsilon} \right\} + \frac{e \sin \epsilon}{1 - e \cos \epsilon} \left\{ \frac{1 - Z}{(1 + v)^2} - e \cos \epsilon \frac{1 + v}{1 - Z} \right\} = \\ & = a (1 - e \cos \epsilon) \frac{1 - Z}{1 + v} \frac{\partial \Omega}{\partial \epsilon}. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Nach Elimination von $\frac{d^2 v}{d\epsilon^2}$ wird hieraus erhalten

$$\frac{d}{d\epsilon} \left\{ \frac{(1 + v)^2}{1 - Z} \right\} = \frac{a (1 - e \cos \epsilon) (1 - Z)}{1 - e^2} \left\{ (1 - e \cos \epsilon) \frac{\partial \Omega}{\partial \epsilon} - e \sin \epsilon (1 + v) \frac{\partial \Omega}{\partial v} \right\}. \quad (6)$$

Wir setzen nun

$$\frac{(1 + v)^2}{1 - Z} = X \quad (7)$$

und finden mit Anwendung der Bezeichnung

$$a_1 = a(1 + \nu) \quad (8)$$

und infolge der Relation

$$(1 + \nu) \frac{\partial \Omega}{\partial \nu} = r \frac{\partial \Omega}{\partial r} = \bar{r} \frac{\partial \Omega}{\partial \bar{r}} \quad (9)$$

anstatt (4) und (6) die folgenden Gleichungen:

$$(1 - e \cos \varepsilon) \left\{ \frac{d^2 \nu}{d\varepsilon^2} \frac{X}{(1 + \nu)^2} - 2 \frac{X}{(1 + \nu)^3} \left(\frac{d\nu}{d\varepsilon} \right)^2 \right\} + \frac{dX}{d\varepsilon} \left\{ (1 - e \cos \varepsilon) \frac{d\nu}{d\varepsilon} \frac{1}{(1 + \nu)^2} + \frac{e \sin \varepsilon}{1 + \nu} \right\} - \left. \begin{aligned} & - e \sin \varepsilon \frac{X}{(1 + \nu)^2} \frac{d\nu}{d\varepsilon} - \frac{X}{1 + \nu} + \frac{1}{X} = \frac{1 - e \cos \varepsilon}{X} a_1 \bar{r} \frac{\partial \Omega}{\partial \bar{r}} \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

$$\frac{dX}{d\varepsilon} = \frac{(1 - e \cos \varepsilon)^2}{1 - e^2} \frac{1 + \nu}{X} \left\{ a_1 \frac{\partial \Omega}{\partial \varepsilon} - \frac{e \sin \varepsilon}{1 - e \cos \varepsilon} a_1 \bar{r} \frac{\partial \Omega}{\partial \bar{r}} \right\}. \quad (11)$$

Die Gleichungen (10) und (11) werden mit zwei Funktionen $P(X, \nu, \varepsilon)$ und $Q(X, \nu, \varepsilon)$ multiplicirt und danach addiert. Damit die so entstehende Gleichung die Form

$$\frac{dW(X, \nu, \nu', \varepsilon)}{d\varepsilon} = F_1(X, \nu, \varepsilon) a_1 \frac{\partial \Omega}{\partial \varepsilon} + F_2(X, \nu, \varepsilon) a_1 \bar{r} \frac{\partial \Omega}{\partial \bar{r}} \quad (12)$$

bekomme, so müssen die Funktionen P , Q und W die folgenden Beziehungen genügen:

$$\left\{ (1 - e \cos \varepsilon) \frac{\nu'}{(1 + \nu)^2} + \frac{e \sin \varepsilon}{1 + \nu} \right\} P + Q = \frac{\partial W}{\partial X}$$

$$(1 - e \cos \varepsilon) \frac{X}{(1 + \nu)^2} P = \frac{\partial W}{\partial \nu'}$$

$$\left\{ -2 \frac{1 - e \cos \varepsilon}{(1 + \nu)^3} X \nu'^2 - \frac{e \sin \varepsilon}{(1 + \nu)^2} X \nu' - \frac{X}{1 + \nu} + \frac{1}{X} \right\} P = \frac{\partial W}{\partial \nu} \nu' + \frac{\partial W}{\partial \varepsilon}.$$

Aus der zweiten dieser Gleichungen geht hervor, dass W die Form

$$W = A(X, \nu, \varepsilon) \nu' + B(X, \nu, \varepsilon) \quad (13)$$

haben muss.

Dieselben Gleichungen geben dann zwischen den 4 Functionen P , Q , A und B die folgenden 6 Bedingungen:

$$\frac{\partial A}{\partial X} = \frac{1 - e \cos \varepsilon}{(1 + \nu)^2} P \quad (14)$$

$$\frac{\partial A}{\partial \nu} = -2 \frac{1 - e \cos \varepsilon}{(1 + \nu)^3} X P \quad (17)$$

$$\frac{\partial B}{\partial X} = \frac{e \sin \varepsilon}{1 + \nu} P + Q \quad (15)$$

$$\frac{\partial A}{\partial \varepsilon} + \frac{\partial B}{\partial \nu} = -\frac{e \sin \varepsilon}{(1 + \nu)^2} X P \quad (18)$$

$$A = \frac{1 - e \cos \varepsilon}{(1 + \nu)^2} X P \quad (16)$$

$$\frac{\partial B}{\partial \varepsilon} = \left(\frac{1}{X} - \frac{X}{1 + \nu} \right) P \quad (19)$$

Von diesen ergeben sich (14) und (17) aus (16), wenn P unabhängig von X und ν ist, d. h. wenn

$$P = P(\varepsilon).$$

Die Function P wird folgendermassen bestimmt.

Aus (16) und (18) geht hervor, dass

$$\frac{\partial B}{\partial \nu} = - \frac{X}{(1+\nu)^2} \left\{ (1 - e \cos \varepsilon) \frac{dP}{d\varepsilon} + 2e \sin \varepsilon P \right\}. \quad (20)$$

Die Gleichungen (19) und (20) geben dann für $\frac{\partial^2 B}{\partial \nu \partial \varepsilon}$ zwei Werthe, aus deren Vergleichung die Differentialgleichung

$$(1 - e \cos \varepsilon) \frac{d^2 P}{d\varepsilon^2} + 3e \sin \varepsilon \frac{dP}{d\varepsilon} + (1 + 2e \cos \varepsilon) P = 0 \quad (21)$$

folgt. Die allgemeinste Lösung dieser homogenen, linearen Differentialgleichung ist

$$P = \alpha_1 P_1 + \alpha_2 P_2,$$

wo

$$P_1 = \frac{\sin \varepsilon}{(1 - e \cos \varepsilon)^2}, \quad P_2 = \frac{\cos \varepsilon - e}{(1 - e \cos \varepsilon)^2}$$

und α_1 und α_2 willkürliche Constanten sind.

Wir setzen

$$P = c \frac{\rho \sqrt{1-e^2} \sin \varepsilon \cos \omega - \rho (\cos \varepsilon - e) \sin \omega}{a(1 - e \cos \varepsilon)^2} = c \frac{\rho \sin(f - \omega)}{r}. \quad (22)$$

Hier sind c und ω willkürliche Constanten; der Ausdruck von ρ ist

$$\rho = \frac{a(1-e^2)}{1+e \cos \omega}.$$

Die Gleichungen (15), (18), (19) und (14) geben nun

$$A = c \frac{X}{(1+\nu)^2} \frac{\rho}{a} \sin(f - \omega) \quad (23)$$

$$B = \left(\frac{X}{1+\nu} - \frac{1}{X} \right) \left\{ (1 - e \cos \varepsilon) \frac{dP}{d\varepsilon} + 2e \sin \varepsilon P \right\} + f(X) \quad (24)$$

$$Q = \left(\frac{1}{1+\nu} + \frac{1}{X^2} \right) \left\{ (1 - e \cos \varepsilon) \frac{dP}{d\varepsilon} + 2e \sin \varepsilon P \right\} - \frac{e \sin \varepsilon}{1+\nu} P + \frac{df(X)}{dX}, \quad (25)$$

wo $f(X)$ eine willkürliche Function von X ist.

Wenn wir hier die wahre Anomalie f anstatt der excentrischen Anomalie ϵ einführen, so bekommen wir das Formelsystem

$$\left. \begin{aligned} P &= c \cdot \frac{\rho \sin(f - \omega)}{r} \\ Q &= \frac{c \sqrt{1 - e^2}}{1 + v} \frac{\rho \cos(f - \omega)}{r} + \frac{c \rho \{\cos(f - \omega) - 1\}}{a \sqrt{1 - e^2} X^2} + \frac{c \sqrt{1 - e^2}}{X^2} + \frac{df(X)}{dX} \\ A &= c \frac{X}{(1 + v)^2} \frac{\rho}{a} \sin(f - \omega) \\ B &= \left(\frac{X}{1 + v} - \frac{1}{X} \right) \left[\frac{c \rho}{a \sqrt{1 - e^2}} \{\cos(f - \omega) - 1\} + c \sqrt{1 - e^2} \right] + f(X). \end{aligned} \right\} (26)$$

Wir können nun die Gleichung (12) folgendermassen schreiben

$$\left. \begin{aligned} \frac{dW}{d\epsilon} = T &= c \frac{\rho}{a} \sin(f - \omega) \frac{1}{X} a_1 \bar{r} \frac{\partial \Omega}{\partial \bar{r}} + \\ &+ \frac{Q \bar{r}^2}{a^2 (1 - e^2)} \frac{1 + v}{X} \left\{ a_1 \frac{\partial \Omega}{\partial \epsilon} - \frac{e \sin f}{\cos \varphi} a_1 \bar{r} \frac{\partial \Omega}{\partial \bar{r}} \right\}. \end{aligned} \right\} (27)$$

Die entsprechende Gleichung bei Hansen lautet

$$\left. \begin{aligned} \frac{dW}{d\epsilon} = T &= \frac{2}{\sqrt{1 - e^2}} \frac{\rho}{a} \sin(f - \omega) \frac{1 - v}{1 + v} \frac{1}{1 + \bar{W}} a_1 \bar{r} \frac{\partial \Omega}{\partial \bar{r}} + \\ &+ \frac{\bar{r}^2}{a^2 (1 - e^2)} \left\{ \left[\frac{2\rho}{\bar{r}(1 + v)} \cos(f - \omega) - 1 \right] \frac{1 - v}{1 + \bar{W}} + \frac{2\rho [\cos(f - \omega) - 1]}{a (1 - e^2)} \frac{(1 - v)^3}{(1 + \bar{W})^3} \frac{1}{(1 + v)^2} \right\} \left\{ a_1 \frac{\partial \Omega}{\partial \epsilon} - \frac{e \sin f}{\cos \varphi} a_1 \bar{r} \frac{\partial \Omega}{\partial \bar{r}} \right\}. \end{aligned} \right\} (28)$$

Um die allgemeinere Gleichung (27) mit Hansen's Gleichung (28) identisch zu machen, setzen wir

$$\left. \begin{aligned} c &= \frac{2}{\sqrt{1 - e^2}} \\ \frac{df(X)}{dX} &= - \frac{c \sqrt{1 - e^2}}{X^2} - \frac{c \sqrt{1 - e^2}}{2} = - \frac{2}{X^2} - 1 \end{aligned} \right\} (29)$$

woraus sich ergibt

$$f(X) = \frac{2}{X} - X + c_1$$

und führen gleichzeitig anstatt X die Grösse \bar{W} durch die Gleichung

$$\frac{1}{X} = \frac{1 - v}{1 + v} \frac{1}{1 + \bar{W}} \quad (30)$$

ein.

Wie bei Hansen ist auch hier

$$\bar{W} = \left| W \right|_{\omega=f} \quad (31)$$

wenn nur

$$c_1 = -1 \quad (32)$$

d. h. \bar{W} ist der Werth von W , wenn ω durch f ersetzt wird.

Wir haben also der Gleichung (27) die Hansen'sche Form

$$\frac{dW}{d\varepsilon} = T = Ma_1 \frac{\partial \Omega}{\partial \varepsilon} + Na_1 \bar{r} \frac{\partial \Omega}{\partial \bar{r}} \quad (33)$$

geben können. Die Ausdrücke für M und N sind

$$\left. \begin{aligned} M &= \frac{1}{a^2 \cos^2 \varphi} \left\{ \left[\frac{2\rho \bar{r}}{1+\nu} \cos(f-\omega) - \bar{r}^2 \right] \frac{1-\nu}{1+\bar{W}} + \frac{2\rho \bar{r}^2}{a \cos^2 \varphi} [\cos(f-\omega) - 1] \frac{(1-\nu)^3}{(1+\bar{W})^3} \frac{1}{(1+\nu)^2} \right\} \\ N &= \frac{2\rho \sin(f-\omega)}{a \cos \varphi} \frac{1-\nu}{1+\nu} \frac{1}{1+\bar{W}} - \frac{e \sin f}{\cos \varphi} \cdot M. \end{aligned} \right\} \quad (34)$$

Für die Integration der fundamentalen Gleichung (33) durch successive Annäherungen ist noch eine Relation nöthig, durch welche ν aus W zu berechnen ist. Aus den Gleichungen (13), (26), (29), (30) und (32) finden wir

$$\left. \begin{aligned} W &= \frac{1+\bar{W}}{1-\nu^2} \frac{2\rho \sin(f-\omega)}{a \sqrt{1-e^2}} \frac{d\nu}{d\varepsilon} + \left(\frac{1+\bar{W}}{1-\nu} - \frac{1-\nu}{1+\nu} \frac{1}{1+\bar{W}} \right) \left(\frac{2\rho [\cos(f-\omega) + e \cos \omega]}{a(1-e^2)} - 2 \right) + \bar{W} \\ &= \Xi + \Upsilon \frac{\rho}{a} \cos \omega + \Psi \frac{\rho}{a} \sin \omega. \end{aligned} \right\} \quad (35)$$

Der Definition zufolge ist

$$\begin{aligned} \Xi &= \bar{W} + \frac{2}{1+\bar{W}} \frac{1-\nu}{1+\nu} - 2 \frac{1+\bar{W}}{1-\nu} \\ &= -3\bar{W} - 6\nu + 2\bar{W}^2 + 2\bar{W}\nu + 2\nu^2 + \dots \end{aligned}$$

woraus die gesuchte Relation für ν

$$\nu = -\frac{1}{2} \bar{W} - \frac{1}{6} \Xi + \frac{1}{4} \bar{W}^2 + \frac{1}{108} \Xi^2 + \dots \quad (36)$$

sich ergibt. Hier sind nur die Glieder dritter und höherer Ordnung in \bar{W} und Ξ weggelassen.

Wenn die Glieder 2-ter Ordnung, welche von der Bewegung der Bahnebene abhängen, nicht in Betracht kommen, so genügen die Gleichungen (33), (31), (35) und (36), um W und v zu bestimmen.

Als Kontrolle kann man v auch durch Integration und in folgender Weise berechnen. Wenn ψ ¹⁾ die excentrische Anomalie ist, welcher die wahre Anomalie ω entspricht, so ist

$$\frac{d\omega}{d\psi} = \frac{a\sqrt{1-e^2}}{\rho}.$$

Wir bekommen also durch Differentiation der Gleichung (35)

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\partial W}{\partial \psi} = \frac{\partial \bar{W}}{\partial \psi} = -2 \frac{1 + \bar{W}}{1 - v^2} \frac{dv}{d\varepsilon}, \\ \omega = f \end{array} \right\}$$

woraus die gesuchte Differentialgleichung für v

$$\frac{dv}{d\varepsilon} = -\frac{1}{2} \frac{1 - v^2}{1 + \bar{W}} \frac{\partial \bar{W}}{\partial \psi} \quad (37)$$

sich ergibt.

Für die Berechnung von $n\delta z$ findet man endlich aus den Formeln (3), (7) und (30) die Differentialgleichung

$$\frac{dn\delta z}{d\varepsilon} = (1 - e \cos \varepsilon) \frac{\bar{W} + v^2}{1 + \bar{W}}. \quad (38)$$

Betreffend die Breitenstörungen wollen wir uns kurz fassen. Nur die Störungen erster Ordnung kommen in Betracht. Die Formeln von Hansen²⁾ für diesen Fall sind

$$seci \frac{dU}{d\varepsilon} = Qa^2 \frac{\partial \Omega}{\partial z} \quad (39)$$

$$\left. \begin{array}{l} Q = e \sin \varepsilon - \frac{1}{2} e^2 \sin 2\varepsilon + \\ + \frac{1}{2} e^2 \sin (\psi + \varepsilon) - \frac{3}{2} e \sin \psi + (1 + \frac{1}{2} e^2) \sin (\psi - \varepsilon) - \frac{1}{2} e \sin (\psi - 2\varepsilon). \end{array} \right\} \quad (40)$$

$$u = \bar{U}. \quad (41)$$

Mit $\frac{\partial \Omega}{\partial z}$ ist die Ableitung der Störungsfunktion normal zur Bahnebene bezeichnet. \bar{U} wird aus U erhalten, wenn ψ durch ε ersetzt wird.

1) Hansen hat hier anstatt ψ die Bezeichnung η .

2) Auseinandersetzung etc. § 5.

Als Controlle kann man u auch mittels der Gleichung

$$\frac{du}{d\varepsilon} = \frac{\partial \bar{U}}{\partial \psi} \quad (42)$$

berechnen.

Im Folgenden wird ein Argument θ durch die Gleichung

$$\theta = \frac{1}{2} (\varepsilon - e \sin \varepsilon) - g' \quad (43)$$

eingeführt. Zuzufolge der Relationen

$$\begin{aligned} \varepsilon - e \sin \varepsilon &= nt + c + n\delta z = nz \\ g' &= n't + c' + n'\delta z' \end{aligned}$$

ist

$$\theta = \left(\frac{1}{2} - \frac{n'}{n} \right) nz + \frac{n'}{n} n\delta z - n'\delta z' - c' + \frac{n'}{n} c$$

oder mit Anwendung der Bezeichnungen

$$\mu = \frac{n'}{n}, \quad w = 1 - 2\mu, \quad (44)$$

$$\theta = \frac{1}{2} [wnz + (1 - w) n\delta z] - n'\delta z' - c' + \mu c. \quad (45)$$

Diese Gleichung gibt aufgelöst

$$n\delta z = \frac{1}{1-w} [2\theta - wnz + 2n'\delta z' + 2c' - 2\mu c], \quad (46)$$

und differentiirt

$$\frac{d\theta}{d\varepsilon} = \frac{1}{2} \left\{ w + (1 - w) \frac{\bar{W} + \nu^2}{1 + \bar{W}} \right\} (1 - e \cos \varepsilon) - \frac{dn' \delta z'}{d\varepsilon}. \quad (47)$$

Man hat aber

$$\begin{aligned} \frac{dn' \delta z'}{d\varepsilon} &= \frac{dn' \delta z'}{dg'} \left\{ \frac{1}{2} (1 - e \cos \varepsilon) - \frac{d\theta}{d\varepsilon} \right\} \\ &= \frac{\bar{W}' + \nu'^2}{1 + \bar{W}'} \left\{ \frac{1}{2} (1 - e \cos \varepsilon) - \frac{d\theta}{d\varepsilon} \right\} \end{aligned}$$

wenn \bar{W}' und ν' Störungsglieder in der Jupiterbewegung sind.

Nach Einführung dieses Werthes von $\frac{dn' \delta z'}{d\varepsilon}$ in (47) findet man

$$\frac{d\theta}{d\varepsilon} = \frac{1}{2} (1 - e \cos \varepsilon) \left\{ w + (1 - w) \frac{\bar{W} + \nu^2}{1 + \bar{W}} - \frac{\bar{W}' + \nu'^2}{1 + \bar{W}'} \right\} \frac{1 + \bar{W}'}{1 - \nu'^2}. \quad (47^1)$$

2. Entwicklung der Störungsfunction.

Bei der folgenden Entwicklung der Störungsfunction

$$\Omega = m' \left\{ \frac{1}{\Delta} - \frac{r \cos H}{r'^2} \right\} \quad (48)$$

werden nur diejenigen Glieder höherer Ordnung vernachlässigt, welche von den Breitenstörungen u und u' des kleinen Planeten und des Jupiter abhängen.

Wenn $B, L; B', L'$ die heliocentrischen Breiten und Längen der beiden Planeten zur Zeit t bezeichnen, so ist

$$\cos H = \cos B \cos B' \cos (L - L') + \sin B \sin B'.$$

Weil die Breitenstörungen u und u' vernachlässigt sind, so ist aber nach Hansen¹⁾

$$\begin{aligned} \cos B \cos (L - \Omega_0) &= \cos (v - \Omega_0) \\ \cos B \sin (L - \Omega_0) &= \cos i_0 \sin (v - \Omega_0) \\ \sin B &= \sin i_0 \sin (v - \Omega_0) \\ \cos B' \cos (L' - \Omega') &= \cos (v' - \Omega') \\ \cos B' \sin (L' - \Omega') &= \cos i' \sin (v' - \Omega') \\ \sin B' &= \sin i' \sin (v' - \Omega'). \end{aligned}$$

Hier bezeichnet v die Länge in der momentanen Bahnebene, Ω_0 und i_0 sind die bei der Epoche $t = 0$ osculirenden Werthe der Knotenlänge und der Bahnneigung des kleinen Planeten, v', Ω', i' die entsprechenden Bezeichnungen für Jupiter.

Man findet also mit einer für die Entwicklung der Störungsfunction hinreichenden Genauigkeit für $\cos H$ den Werth

$$\cos H = \cos (v - \Omega_0 - \Phi) \cos (v' - \Omega' - \Psi) + \sin (v - \Omega_0 - \Phi) \sin (v' - \Omega' - \Psi) \cos J,$$

wo die Hilfsgrößen Φ, Ψ und J durch die Gleichungen

$$\left. \begin{aligned} \sin \frac{1}{2} J \sin \frac{1}{2} (\Psi + \Phi) &= \sin \frac{1}{2} (\Omega_0 - \Omega') \sin \frac{1}{2} (i_0 + i') \\ \sin \frac{1}{2} J \cos \frac{1}{2} (\Psi + \Phi) &= \cos \frac{1}{2} (\Omega_0 - \Omega') \sin \frac{1}{2} (i_0 - i') \\ \cos \frac{1}{2} J \sin \frac{1}{2} (\Psi - \Phi) &= \sin \frac{1}{2} (\Omega_0 - \Omega') \cos \frac{1}{2} (i_0 + i') \\ \cos \frac{1}{2} J \cos \frac{1}{2} (\Psi - \Phi) &= \cos \frac{1}{2} (\Omega_0 - \Omega') \cos \frac{1}{2} (i_0 - i') \end{aligned} \right\} \quad (49)$$

1) Auseinandersetzung etc. § 1.

zu bestimmen sind. Dieser Ausdruck für $\cos H$ kann mit Anwendung der Formeln

$$v = f + \pi, \quad v' = f' + \pi'$$

und der Bezeichnungen

$$\Pi = \pi - \Omega_0 - \Phi, \quad \Pi' = \pi' - \Omega' - \Psi \quad (50)$$

zuerst folgendermassen geschrieben werden:

$$\cos H = \cos(f + \Pi) \cos(f' + \Pi') + \sin(f + \Pi) \sin(f' + \Pi') \cos J$$

und bekommt endlich nach Einführung der Grössen

$$V = f - f' + \Pi - \Pi' \quad (51)$$

$$\zeta = 2 \sin^2 \frac{J}{2} \sin(f + \Pi) \sin(f' + \Pi') \quad (52)$$

die folgende Form:

$$\cos H = \cos V - \zeta. \quad (53)$$

Für den Abstand Δ zwischen den beiden Planeten findet man nun die Gleichung

$$\begin{aligned} \frac{\Delta^2}{a_1^2} &= \left\{ \left(\frac{\bar{r}}{a} \right)^2 + \frac{1}{\alpha_1^2} \left(\frac{\bar{r}'}{a'} \right)^2 - \frac{2}{\alpha_1} \frac{\bar{r}}{a} \frac{\bar{r}'}{a'} \cos V \right\} + \frac{2}{\alpha_1} \frac{\bar{r}}{a} \frac{\bar{r}'}{a'} \zeta \\ &= \frac{\Delta_0^2}{a^2} + \frac{2}{\alpha_1} \frac{\bar{r}}{a} \frac{\bar{r}'}{a'} \zeta \end{aligned} \quad (54)$$

wo

$$\alpha_1 = \frac{a_1}{a'} = \frac{a(1+\nu)}{a'(1+\nu')} = \alpha \frac{1+\nu}{1+\nu'} \quad (55)$$

und

$$\frac{\Delta_0^2}{a^2} = \left(\frac{\bar{r}}{a} \right)^2 + \frac{1}{\alpha_1^2} \left(\frac{\bar{r}'}{a'} \right)^2 - \frac{2}{\alpha_1} \frac{\bar{r}}{a} \frac{\bar{r}'}{a'} \cos V. \quad (56)$$

Die Gleichung (54) giebt nach Auflösung

$$\frac{a_1}{\Delta} = \frac{a}{\Delta_0} - \left(\frac{a}{\Delta_0} \right)^3 \frac{1}{\alpha_1} \frac{\bar{r}}{a} \frac{\bar{r}'}{a'} \zeta + \left(\frac{a}{\Delta_0} \right)^5 \frac{3}{2\alpha_1^2} \left(\frac{\bar{r}}{a} \right)^2 \left(\frac{\bar{r}'}{a'} \right)^2 \zeta^2 - \dots \quad (57)$$

Es folgt also für die Störungfunction Ω die Reihenentwicklung

$$\begin{aligned} \frac{1}{m'} a_1 \Omega &= \frac{a}{\Delta_0} - \alpha_1^2 \frac{\bar{r}}{a} \left(\frac{a'}{\bar{r}'} \right)^2 \cos V - \zeta \frac{1}{\alpha_1} \frac{\bar{r}}{a} \frac{\bar{r}'}{a'} \left\{ \left(\frac{a}{\Delta_0} \right)^3 - \alpha_1^3 \left(\frac{a'}{\bar{r}'} \right)^3 \right\} + \\ &\quad + \zeta^2 \frac{3}{2\alpha_1^2} \left(\frac{\bar{r}}{a} \right)^2 \left(\frac{\bar{r}'}{a'} \right)^2 \left(\frac{a}{\Delta_0} \right)^5 - \\ &\quad - \dots \end{aligned} \quad (58)$$

Nach dem Vorgange von Gylden¹⁾ wird gesetzt

$$\left(\frac{a}{\Delta}\right)^s = \left(\frac{a'}{\bar{r}'}\right)^s C_0^{(s)} + \sum_{n=1}^{\infty} 2 \left(\frac{\bar{r}}{a} \frac{\bar{r}'}{a'}\right)^n \cos n V \left(\frac{a'}{\bar{r}'}\right)^{2n+s} \cdot C_n^{(s)}, \quad (59)$$

wo die Koeffizienten $C_n^{(s)}$ durch die folgenden Formeln (60) definiert werden

$$\lambda = 1 - \left(\frac{\bar{r}}{a}\right)^2 \left(\frac{a'}{\bar{r}'}\right)^2$$

$$C_n^{(1)} = \gamma_0^{1 \cdot n} - \gamma_1^{1 \cdot n} \lambda + \gamma_2^{1 \cdot n} \lambda^2 - \dots$$

$$C_n^{(3)} = \gamma_0^{3 \cdot n} - \gamma_1^{3 \cdot n} \lambda + \gamma_2^{3 \cdot n} \lambda^2 - \dots$$

$$C_n^{(5)} = \gamma_0^{5 \cdot n} - \gamma_1^{5 \cdot n} \lambda + \gamma_2^{5 \cdot n} \lambda^2 - \dots$$

.....

$$\gamma_i^{1 \cdot n} = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \dots 2i-1}{2 \cdot 4 \cdot 6 \dots 2i} \alpha_1^{n+2i+1} \beta_{n-i}^{2i+1}$$

$$\beta_p^q = \frac{2}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin^{2p} \varphi d\varphi}{(1 - \alpha_1^2 \sin^2 \varphi)^{q/2}}$$

Die $\gamma_i^{3 \cdot n}$ hängen mit den $\gamma_i^{1 \cdot n}$ durch das folgende Formelsystem zusammen

$$\mathfrak{S}_0^{1 \cdot n} = (2n + 1) \gamma_0^{1 \cdot n} + 4 \gamma_1^{1 \cdot n}$$

$$\mathfrak{S}_1^{1 \cdot n} = (2n + 5) \gamma_1^{1 \cdot n} + 8 \gamma_2^{1 \cdot n}$$

$$\mathfrak{S}_2^{1 \cdot n} = (2n + 9) \gamma_2^{1 \cdot n} + 12 \gamma_3^{1 \cdot n}$$

.....

$$\mathfrak{S}_i^{1 \cdot n} = (2n + 4i + 1) \gamma_i^{1 \cdot n} + (4i + 4) \gamma_{i+1}^{1 \cdot n}$$

$$\gamma_0^{3 \cdot n} = \beta_1^2 \mathfrak{S}_0^{1 \cdot n}$$

$$\gamma_1^{3 \cdot n} = \beta_1^2 [\mathfrak{S}_1^{1 \cdot n} + \gamma_0^{3 \cdot n}]$$

$$\gamma_2^{3 \cdot n} = \beta_1^2 [\mathfrak{S}_2^{1 \cdot n} + \gamma_1^{3 \cdot n}]$$

.....

$$\gamma_i^{3 \cdot n} = \beta_1^2 [\mathfrak{S}_i^{1 \cdot n} + \gamma_{i-1}^{3 \cdot n}].$$

1) Traité analytique des orbites absolues des huit planètes principales, Tome I, Livre III, Chap. II.

Ferner ergeben sich die $\gamma_i^{5 \cdot n}$ aus den folgenden Formeln

$$\begin{aligned} \mathfrak{S}_0^{3 \cdot n} &= (2n + 3) \gamma_0^{3 \cdot n} + 4 \gamma_1^{3 \cdot n} \\ \mathfrak{S}_1^{3 \cdot n} &= (2n + 7) \gamma_1^{3 \cdot n} + 8 \gamma_2^{3 \cdot n} \\ &\dots\dots\dots \\ \mathfrak{S}_i^{3 \cdot n} &= (2n + 4i + 3) \gamma_i^{3 \cdot n} + (4i + 4) \gamma_{i+1}^{3 \cdot n} \\ \gamma_0^{5 \cdot n} &= \frac{1}{3} \beta_1^2 \mathfrak{S}_0^{3 \cdot n} \\ \gamma_1^{5 \cdot n} &= \beta_1^2 \left[\frac{1}{3} \mathfrak{S}_1^{3 \cdot n} + \gamma_0^{5 \cdot n} \right] \\ &\dots\dots\dots \\ \gamma_i^{5 \cdot n} &= \beta_1^2 \left[\frac{1}{3} \mathfrak{S}_i^{3 \cdot n} + \gamma_{i-1}^{5 \cdot n} \right]. \end{aligned}$$

Ganz allgemein ist

$$\mathfrak{S}_i^{m \cdot n} = (m + 2n + 4i) \gamma_i^{m \cdot n} + (4i + 4) \gamma_{i+1}^{m \cdot n}$$

und

$$\gamma_i^{m+2 \cdot n} = \beta_1^2 \left[\frac{1}{m} \mathfrak{S}_i^{m \cdot n} + \gamma_{i-1}^{m+2 \cdot n} \right].$$

In den obigen Formeln ist die Bezeichnung

$$\beta_1^2 = \frac{\alpha_1^2}{1 - \alpha_1^2}$$

angewandt.

Die Entwicklung (58) der Störungsfunction kann mit Anwendung der Grössen

$$\left. \begin{aligned} D_1 &= \frac{a}{\Delta_0} - \alpha_1^2 \frac{\bar{r}}{a} \left(\frac{a'}{\bar{r}'} \right)^2 \cos V \\ D_3 &= \left(\frac{a}{\Delta_0} \right)^3 - \alpha_1^3 \left(\frac{a'}{\bar{r}'} \right)^3 \\ D_5 &= \left(\frac{a}{\Delta_0} \right)^5 \\ &\dots\dots\dots \\ D_s &= \left(\frac{a}{\Delta_0} \right)^s \end{aligned} \right\} \quad (61)$$

in der folgenden Form geschrieben werden

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{\sin 1''} a_1 \Omega &= D_1 - \sin^2 \frac{J}{2} \cdot D_3 \cdot \frac{2}{\alpha_1} \frac{\bar{r}}{a} \frac{\bar{r}'}{a'} \sin(f + \Pi) \sin(f' + \Pi') \\ &+ \sin^4 \frac{J}{2} \cdot D_5 \cdot \frac{6}{\alpha_1^2} \left[\frac{\bar{r}}{a} \frac{r'}{a'} \sin(f + \Pi) \sin(f' + \Pi') \right]^2 \\ &\dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (62)$$

Für $D_1, D_3, D_5 \dots$ gelten dieselben Entwicklungen (59) wie für $\left(\frac{a}{\Delta_0}\right), \left(\frac{a}{\Delta_0}\right)^3, \left(\frac{a}{\Delta_0}\right)^5 \dots$ wenn nur

$$\text{und } \left. \begin{array}{l} \gamma_0^{1 \cdot 1} \text{ mit } \gamma_0^{1 \cdot 1} - \frac{\alpha_1^2}{2} = [\gamma_0^{1 \cdot 1}] \\ \gamma_0^{3 \cdot 0} \text{ mit } \gamma_0^{3 \cdot 0} - \alpha_1^3 = [\gamma_0^{3 \cdot 0}] \end{array} \right\} \quad (63)$$

ersetzt, und endlich alle Grössen $\gamma_i^{m \cdot n}$ mit dem Factor $\frac{m'}{\sin 1^n}$ multiplicirt werden.

Die vorhergehenden Entwicklungen weichen nur dadurch von den entsprechenden Entwicklungen von Prof. Bohlin¹⁾ ab, dass α_1 anstatt α vorkommt.

Für die folgenden Entwicklungen und Transformationen der Störungfunction und deren partiellen Ableitungen $a_1 \frac{\partial \Omega}{\partial \varepsilon}$, $a_1 \bar{r} \frac{\partial \Omega}{\partial \bar{r}}$ und $a^2 \frac{\partial \Omega}{\partial z}$, welche für alle Planetengruppen ganz ähnlich sind, muss ich auf die erwähnte Arbeit von Prof. Bohlin hinweisen. Man findet da (pag. 64) in einer schematischen Form die folgenden Reihen:

$$\begin{aligned} - a_1 \frac{\partial \Omega}{\partial \varepsilon} &= \sum_{n=0}^{\infty} P_{0 \cdot 0} [n \cdot - n] \sin [n\varepsilon - ng' + n\Delta] \\ &+ \eta \sum_{n=0}^{\infty} P_{1 \cdot 0} [n + 1 \cdot - n] \sin [(n + 1)\varepsilon - ng' + n\Delta] \\ &+ \eta \sum_{n=0}^{\infty} P_{1 \cdot 0} [n - 1 \cdot - n] \sin [(n - 1)\varepsilon - ng' + n\Delta] \\ &+ \eta' \sum_{n=0}^{\infty} P_{0 \cdot 1} [n \cdot - n + 1] \sin [n\varepsilon - (n - 1)g' + n\Delta] \\ &+ \eta' \sum_{n=0}^{\infty} P_{0 \cdot 1} [n \cdot - n - 1] \sin [n\varepsilon - (n + 1)g' + n\Delta] \\ &+ \eta^2 \sum_{n=0}^{\infty} P_{2 \cdot 0} [n + 2 \cdot - n] \sin [(n + 2)\varepsilon - ng' + n\Delta] \\ &+ \eta^2 \sum_{n=0}^{\infty} P_{2 \cdot 0} [n \cdot - n] \sin [n\varepsilon - n'g' + n\Delta] \\ &+ \eta^2 \sum_{n=0}^{\infty} P_{2 \cdot 0} [n - 2 \cdot - n] \sin [(n - 2)\varepsilon - ng' + n\Delta] \end{aligned} \quad (64)$$

1) Formen und Tafeln etc. p. 16—20.

$$\begin{aligned}
 & + \eta \eta' \sum_{n=0}^{\infty} P_{1 \cdot 1} [n+1 \cdot -n+1] \sin [(n+1) \varepsilon - (n-1) g' + n \Delta] \\
 & + \eta \eta' \sum_{n=0}^{\infty} P_{1 \cdot 1} [n-1 \cdot -n+1] \sin [(n-1) \varepsilon - (n-1) g' + n \Delta] \\
 & + \eta \eta' \sum_{n=0}^{\infty} P_{1 \cdot 1} [n+1 \cdot -n-1] \sin [(n+1) \varepsilon - (n+1) g' + n \Delta] \\
 & + \eta \eta' \sum_{n=0}^{\infty} P_{1 \cdot 1} [n-1 \cdot -n-1] \sin [(n-1) \varepsilon - (n+1) g' + n \Delta] \\
 & + \eta'^2 \sum_{n=0}^{\infty} P_{0 \cdot 2} [n \cdot -n+2] \sin [n \varepsilon - (n-2) g' + n \Delta] \\
 & + \eta'^2 \sum_{n=0}^{\infty} P_{0 \cdot 2} [n \cdot -n] \sin [n \varepsilon - n g' + n \Delta] \\
 & + \eta'^2 \sum_{n=0}^{\infty} P_{0 \cdot 2} [n \cdot -n-2] \sin [n \varepsilon - (n+2) g' + n \Delta] \\
 & + j^2 \sum_{n=0}^{\infty} P_{0 \cdot 0} [n+1 \cdot -n+1] \sin [(n+1) \varepsilon - (n-1) g' + n \Delta + \Sigma] \\
 & + j^2 \sum_{n=0}^{\infty} P_{0 \cdot 0} [n-1 \cdot -n-1] \sin [(n-1) \varepsilon - (n+1) g' + n \Delta - \Sigma] \\
 & + j^2 \sum_{n=0}^{\infty} P_{0 \cdot 0} [n+1 \cdot -n-1] \sin [(n+1) \varepsilon - (n+1) g' + n \Delta + \Delta] \\
 & + j^2 \sum_{n=0}^{\infty} P_{0 \cdot 0} [n-1 \cdot -n+1] \sin [(n-1) \varepsilon - (n-1) g' + n \Delta - \Delta] + \dots \\
 \\
 a_1 \bar{r} \frac{\partial \Omega}{\partial r} = & \sum Q_{0 \cdot 0} [n \cdot -n] \cos [n \varepsilon - n g' + n \Delta] \\
 & + \eta \sum Q_{1 \cdot 0} [n+1 \cdot -n] \cos [(n+1) \varepsilon - n g' + n \Delta] \\
 & + \eta \sum Q_{1 \cdot 0} [n-1 \cdot -n] \cos [(n-1) \varepsilon - n g' + n \Delta] \\
 & + \eta' \sum Q_{0 \cdot 1} [n \cdot -n+1] \cos [n \varepsilon - (n-1) g' + n \Delta] \\
 & + \eta' \sum Q_{0 \cdot 1} [n \cdot -n-1] \cos [n \varepsilon - (n+1) g' + n \Delta] \\
 & + \eta^2 \sum Q_{2 \cdot 0} [n+2 \cdot -n] \cos [(n+2) \varepsilon - n g' + n \Delta] \\
 & + \eta^2 \sum Q_{2 \cdot 0} [n \cdot -n] \cos [n \varepsilon - n g' + n \Delta] \\
 & + \eta^2 \sum Q_{2 \cdot 0} [n-2 \cdot -n] \cos [(n-2) \varepsilon - n g' + n \Delta]
 \end{aligned} \tag{65}$$

$$\begin{aligned}
& + \eta \eta' \sum Q_{1 \cdot 1} [n+1 \cdot -n+1] \cos [(n+1) \varepsilon - (n-1) g' + n\Delta] \\
& + \eta \eta' \sum Q_{1 \cdot 1} [n-1 \cdot -n+1] \cos [(n-1) \varepsilon - (n-1) g' + n\Delta] \\
& + \eta \eta' \sum Q_{1 \cdot 1} [n+1 \cdot -n-1] \cos [(n+1) \varepsilon - (n+1) g' + n\Delta] \\
& + \eta \eta' \sum Q_{1 \cdot 1} [n-1 \cdot -n-1] \cos [(n-1) \varepsilon - (n+1) g' + n\Delta] \\
& + \eta'^2 \sum Q_{0 \cdot 2} [n \cdot -n+2] \cos [n\varepsilon - (n-2) g' + n\Delta] \\
& + \eta'^2 \sum Q_{0 \cdot 2} [n \cdot -n] \cos [n\varepsilon - n g' + n\Delta] \\
& + \eta'^2 \sum Q_{0 \cdot 2} [n \cdot -n-2] \cos [n\varepsilon - (n+2) g' + n\Delta] \\
& + j^2 \sum Q_{0 \cdot 0} [n+1 \cdot -n+1] \cos [(n+1) \varepsilon - (n-1) g' + n\Delta + \Sigma] \\
& + j^2 \sum Q_{0 \cdot 0} [n-1 \cdot -n-1] \cos [(n-1) \varepsilon - (n+1) g' + n\Delta - \Sigma] \\
& + j^2 \sum Q_{0 \cdot 0} [n+1 \cdot -n-1] \sin [(n+1) \varepsilon - (n+1) g' + n\Delta + \Delta] \\
& + j^2 \sum Q_{0 \cdot 0} [n-1 \cdot -n+1] \cos [(n-1) \varepsilon - (n-1) g' + n\Delta - \Delta] + \dots
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\frac{1}{i} a_2 \frac{\partial \Omega}{\partial z} = & \sum R_{0 \cdot 0} [n \cdot -n+1] \sin [n\varepsilon - (n-1) g' + n\Delta + \Pi'] \\
& + \sum R_{0 \cdot 0} [n \cdot -n-1] \sin [n\varepsilon - (n+1) g' + n\Delta - \Pi']
\end{aligned} \tag{66}$$

$$\begin{aligned}
& + \eta \sum R_{1 \cdot 0} [n+1 \cdot -n+1] \sin [(n+1) \varepsilon - (n-1) g' + n\Delta + \Pi'] \\
& + \eta \sum R_{1 \cdot 0} [n-1 \cdot -n+1] \sin [(n-1) \varepsilon - (n-1) g' + n\Delta + \Pi'] \\
& + \eta \sum R_{1 \cdot 0} [n+1 \cdot -n-1] \sin [(n+1) \varepsilon - (n+1) g' + n\Delta - \Pi'] \\
& + \eta \sum R_{1 \cdot 0} [n-1 \cdot -n-1] \sin [(n-1) \varepsilon - (n+1) g' + n\Delta - \Pi']
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+ \eta' \sum R_{0.1} [n \cdot - n + 2]_{+\pi'} \sin [n\varepsilon - (n - 2)g' + n\Delta + \Pi'] \\
 &+ \eta' \sum R_{0.1} [n \cdot - n]_{+\pi'} \sin [n\varepsilon - ng' + n\Delta + \Pi'] \\
 &+ \eta' \sum R_{0.1} [n \cdot - n]_{-\pi'} \sin [n\varepsilon - ng' + n\Delta - \Pi'] \\
 &+ \eta' \sum R_{0.1} [n \cdot - n - 2]_{-\pi'} \sin [n\varepsilon - (n + 2)g' + n\Delta - \Pi'] + \dots
 \end{aligned}$$

Hier ist

$$\left. \begin{aligned}
 \eta &= \frac{e}{2}, \quad \eta' = \frac{e'}{2}, \\
 j^2 &= \sin^2 \frac{J}{2} \cos^2 \frac{1}{2} \varphi \cos^2 \frac{1}{2} \varphi', \\
 t &= \sin J \cos^2 \frac{1}{2} \varphi', \\
 \Delta &= \Pi - \Pi', \quad \Sigma = \Pi + \Pi', \\
 g' &= n't + c' + n' \delta z' = \varepsilon' - e' \sin \varepsilon'.
 \end{aligned} \right\} \quad (67)$$

Die Koeffizienten P , Q und R sind folgendermassen von den Grössen $\gamma_i^{m \cdot n}$ und α_1 abhängig. Man hat

$$\left. \begin{aligned}
 P_{p \cdot q} [n + r \cdot - n + s] &= \sum_i P_{p \cdot q}^i [n + r \cdot - n + s] 2\gamma_i^{1 \cdot n} \\
 P_{p \cdot q} [n + r \cdot - n + s]_{i\sigma + j\delta} &= \sum_i P_{p \cdot q}^i [n + r \cdot - n + s]_{i\sigma + j\delta} \frac{1}{2\alpha_1} 2\gamma_i^{3 \cdot n} \\
 \dots \dots \dots
 \end{aligned} \right\} \quad (68)$$

welche Formeln auch gelten, wenn $P_{p \cdot q}$ durch $Q_{p \cdot q}$ ersetzt wird. Ferner ist

$$\left. \begin{aligned}
 R_{p \cdot q} [n + r \cdot - n + s]_{\pm\pi'} &= \sum_i R_{p \cdot q}^i [n + r \cdot - n + s]_{\pm\pi'} \frac{1}{2\alpha_1} 2\gamma_i^{3 \cdot n} \\
 R_{p \cdot q} [n + r \cdot - n + s]_{\pm\pi' + i\sigma + j\delta} &= \sum_i R_{p \cdot q}^i [n + r \cdot - n + s]_{\pm\pi' + i\sigma + j\delta} \frac{3}{4\alpha_1^2} 2\gamma_i^{5 \cdot n} \\
 \dots \dots \dots
 \end{aligned} \right\} \quad (69)$$

Hier ist zu bemerken, dass für $n = 0$, $\gamma_i^{m \cdot n}$ anstatt $2\gamma_i^{m \cdot n}$ anzuwenden ist.

Die Grössen $P_{p,q}^i$, $Q_{p,q}^i$, $R_{p,q}^i$ sind ganze oder rationale Zahlenkoeffizienten, deren Logarithmen bis zu den Gliedern zweiten Grades in den Tafeln XII, XIII und XIV der «Formeln und Tafeln etc.» gegeben sind.

Aus den obigen Formeln geht hervor, dass die halben grossen Achsen in der Störungsfunction und deren Ableitungen nur in den Faktoren $\gamma_i^{1 \cdot n}$, $\frac{1}{\alpha_1} \gamma_i^{3 \cdot n}$, $\frac{1}{\alpha_1^2} \gamma_i^{5 \cdot n}$ auftreten. Anstatt diese Factoren für jeden einzelnen Planeten zu berechnen, entwickelt man dieselben ein für alle Mal für die ganze Gruppe nach Potenzen einer kleinen Grösse w_1 , welche durch die folgenden Gleichungen gegeben ist:

$$\begin{aligned} n_1^2 a_1^3 &= k^2, & n_1'^2 a_1'^3 &= k^2 (1 + m') \\ \frac{n_1'}{n_1} &= \mu_1 = \frac{1}{2} (1 - w_1). \end{aligned} \quad (70)$$

Zwischen w_1 und der durch die Gleichung (44) eingeführten Grösse w besteht eine einfache Relation. Es ist nämlich

$$\begin{aligned} \mu_1 &= \mu \left(\frac{1 + \nu}{1 + \nu'} \right)^{3/2} \\ &= \frac{1}{2} (1 - w) \left(\frac{1 + \nu}{1 + \nu'} \right)^{3/2} \end{aligned}$$

und dieser Ausdruck von μ_1 , mit der Formel (70) verglichen, giebt die Gleichung

$$1 - w_1 = (1 - w) \left(\frac{1 + \nu}{1 + \nu'} \right)^{3/2}$$

d. h.

$$w_1 = w - \frac{3}{2} (\nu - \nu') (1 - w) + \dots \quad (71)$$

Hier sind nur Glieder 2ter Ordnung in ν und ν' weggelassen.

Wenn also $\mathfrak{P}(w)$ die Entwicklung einer der Functionen $a_1 \frac{\partial \Omega}{\partial \varepsilon}$ und $a_1 \bar{r} \frac{\partial \Omega}{\partial \bar{r}}$ nach Potenzen von w ist, unter Voraussetzung, dass nur Glieder erster Ordnung berücksichtigt sind, so sind durch die Formel

$$\mathfrak{P}(w) = \frac{3}{2} (\nu - \nu') (1 - w) \frac{d\mathfrak{P}(w)}{dw} \quad (72)$$

auch diejenigen Glieder zweiter Ordnung mitgenommen, welche von den Störungsgrössen u und u' unabhängig sind.

Zunächst kommen nur die Reihen $\mathfrak{P}(w)$ in Betracht.

Zufolge der Relation

$$\begin{aligned} \alpha &= \sqrt[3]{\frac{\mu^2}{1+m'}} = \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{1}{2}\right)^2}{1+m'}} (1-w)^{2/3} \\ &= \alpha_0 (1-w)^{2/3} = \alpha_0 \left(1 - \frac{2}{3} w - \frac{1}{9} w^3 + \dots\right) \end{aligned}$$

wird erhalten

$$\begin{aligned} F(\alpha) &= F(\alpha_0) + \frac{dF}{d\alpha_0} (\alpha - \alpha_0) + \frac{1}{1 \cdot 2} \frac{d^2F}{d\alpha_0^2} (\alpha - \alpha_0)^2 + \dots \\ &= F(\alpha_0) - \frac{2}{3} \alpha_0 \frac{dF}{d\alpha_0} w + \left\{ \frac{2}{9} \alpha_0^2 \frac{d^2F}{d\alpha_0^2} - \frac{1}{9} \alpha_0 \frac{dF}{d\alpha_0} \right\} \cdot w^2 + \dots \end{aligned}$$

Mit Anwendung der Bezeichnungen

$$\left. \begin{aligned} \bar{\gamma}_i^{m \cdot n} &= \frac{2}{3} \alpha \frac{d\gamma_i^{m \cdot n}}{d\alpha} \\ \bar{\bar{\gamma}}_i^{m \cdot n} &= \frac{2}{9} \alpha^2 \frac{d^2\gamma_i^{m \cdot n}}{d\alpha^2} - \frac{1}{9} \alpha \frac{d\gamma_i^{m \cdot n}}{d\alpha} \\ \omega_i^{1 \cdot n} &= \left| \begin{array}{l} 2\gamma_i^{1 \cdot n} \\ \alpha = \alpha_0 \end{array} \right. \\ \bar{\omega}_i^{1 \cdot n} &= \left| \begin{array}{l} 2\bar{\gamma}_i^{1 \cdot n} \\ \alpha = \alpha_0 \end{array} \right. \\ \bar{\bar{\omega}}_i^{1 \cdot n} &= \left| \begin{array}{l} 2\bar{\bar{\gamma}}_i^{1 \cdot n} \\ \alpha = \alpha_0 \end{array} \right. \\ \omega_i^{3 \cdot n} &= \left| \begin{array}{l} \frac{1}{\alpha} \gamma_i^{3 \cdot n} \\ \alpha = \alpha_0 \end{array} \right. \\ \bar{\omega}_i^{3 \cdot n} &= \left| \begin{array}{l} \frac{1}{\alpha} \left(\bar{\gamma}_i^{3 \cdot n} - \frac{2}{3} \gamma_i^{3 \cdot n} \right) \\ \alpha = \alpha_0 \end{array} \right. \\ \bar{\bar{\omega}}_i^{3 \cdot n} &= \left| \begin{array}{l} \frac{1}{\alpha} \left(\bar{\bar{\gamma}}_i^{3 \cdot n} - \frac{2}{3} \bar{\gamma}_i^{3 \cdot n} + \frac{5}{9} \gamma_i^{3 \cdot n} \right) \\ \alpha = \alpha_0 \end{array} \right. \\ \omega_i^{5 \cdot n} &= \left| \begin{array}{l} \frac{3}{2\alpha^2} \gamma_i^{5 \cdot n} \\ \alpha = \alpha_0 \end{array} \right. \\ \bar{\omega}_i^{5 \cdot n} &= \left| \begin{array}{l} \frac{3}{2\alpha^2} \left(\bar{\gamma}_i^{5 \cdot n} - \frac{4}{3} \gamma_i^{5 \cdot n} \right) \\ \alpha = \alpha_0 \end{array} \right. \end{aligned} \right\} \quad (73)$$

bekommt man also die folgenden Reihenentwicklungen

$$\left. \begin{aligned} 2\gamma_i^{1.n} &= \omega_i^{1.n} - \bar{\omega}_i^{1.n} w + \bar{\bar{\omega}}_i^{1.n} w^2 - \dots \\ \frac{1}{\alpha} \gamma_i^{3.n} &= \omega_i^{3.n} - \bar{\omega}_i^{3.n} w + \bar{\bar{\omega}}_i^{3.n} w^2 - \dots \\ \frac{3}{2\alpha^2} \gamma_i^{5.n} &= \omega_i^{5.n} - \bar{\omega}_i^{5.n} w + \dots \end{aligned} \right\} \quad (74)$$

Die Grössen $\bar{\gamma}_i^{m.n}$ und $\bar{\bar{\gamma}}_i^{m.n}$ hängen folgendermassen von den ungestrichenen $\gamma_i^{m.n}$ ab:¹⁾

$$\left. \begin{aligned} \bar{\gamma}_0^{1.n} &= \frac{1}{3} (\mathfrak{D}_0^{1.n} + \gamma_0^{1.n}) \\ \bar{\gamma}_1^{1.n} &= \frac{1}{3} (\mathfrak{D}_1^{1.n} + \gamma_1^{1.n}) \\ &\dots \\ \bar{\gamma}_i^{1.n} &= \frac{1}{3} (\mathfrak{D}_i^{1.n} + \gamma_i^{1.n}) \\ \\ \bar{\mathfrak{D}}_0^{1.n} &= (2n + 1) \bar{\gamma}_0^{1.n} + 4\bar{\gamma}_1^{1.n} \\ \bar{\mathfrak{D}}_1^{1.n} &= (2n + 5) \bar{\gamma}_1^{1.n} + 8\bar{\gamma}_2^{1.n} \\ &\dots \\ \bar{\mathfrak{D}}_i^{1.n} &= (2n + 4i + 1) \bar{\gamma}_i^{1.n} + 4(i + 1) \bar{\gamma}_{i+1}^{1.n} \\ \\ \bar{\gamma}_0^{3.n} &= \frac{4}{3} \frac{\beta^2}{\alpha^2} \gamma_0^{3.n} + \beta^2 \bar{\mathfrak{D}}_0^{1.n} \\ \bar{\gamma}_1^{3.n} &= \frac{4}{3} \frac{\beta^2}{\alpha^2} \gamma_1^{3.n} + \beta^2 [\bar{\mathfrak{D}}_1^{1.n} + \bar{\gamma}_0^{3.n}] \\ &\dots \\ \bar{\gamma}_i^{3.n} &= \frac{4}{3} \frac{\beta^2}{\alpha^2} \gamma_i^{3.n} + \beta^2 [\bar{\mathfrak{D}}_i^{1.n} + \bar{\gamma}_{i-1}^{3.n}] \\ \\ \bar{\mathfrak{D}}_0^{3.n} &= (2n + 3) \bar{\gamma}_0^{3.n} + 4\bar{\gamma}_1^{3.n} \\ \bar{\mathfrak{D}}_1^{3.n} &= (2n + 7) \bar{\gamma}_1^{3.n} + 8\bar{\gamma}_2^{3.n} \\ &\dots \\ \bar{\mathfrak{D}}_i^{3.n} &= (2n + 4i + 3) \bar{\gamma}_i^{3.n} + 4(i + 1) \bar{\gamma}_{i+1}^{3.n} \end{aligned} \right\} \quad (75)$$

1) «Formeln und Tafeln etc.» pag. 105.

$$\begin{aligned} \bar{\gamma}_0^{5.n} &= \frac{4}{3} \frac{\beta^2}{\alpha^2} \gamma_0^{5.n} + \frac{1}{3} \beta^2 \bar{\mathfrak{J}}_0^{3.n} \\ \bar{\gamma}_1^{5.n} &= \frac{4}{3} \frac{\beta^2}{\alpha^2} \gamma_1^{5.n} + \beta^2 \left[\frac{1}{3} \bar{\mathfrak{J}}_1^{3.n} + \bar{\gamma}_0^{5.n} \right] \\ &\dots \dots \dots \\ \bar{\gamma}_i^{5.n} &= \frac{4}{3} \frac{\beta^2}{\alpha^2} \gamma_i^{5.n} + \beta^2 \left[\frac{1}{3} \bar{\mathfrak{J}}_i^{3.n} + \bar{\gamma}_{i-1}^{5.n} \right] \\ \\ \bar{\gamma}_0^{1.n} &= \frac{1}{6} [\bar{\mathfrak{J}}_0^{1.n} - 2\bar{\gamma}_0^{1.n}] \\ \bar{\gamma}_1^{1.n} &= \frac{1}{6} [\bar{\mathfrak{J}}_1^{1.n} - 2\bar{\gamma}_1^{1.n}] \\ &\dots \dots \dots \\ \bar{\gamma}_i^{1.n} &= \frac{1}{6} [\bar{\mathfrak{J}}_i^{1.n} - 2\bar{\gamma}_i^{1.n}] \\ \\ \bar{\mathfrak{J}}_0^{1.n} &= (2n + 1) \bar{\gamma}_0^{1.n} + 4 \bar{\gamma}_1^{1.n} \\ \bar{\mathfrak{J}}_1^{1.n} &= (2n + 5) \bar{\gamma}_1^{1.n} + 8 \bar{\gamma}_2^{1.n} \\ &\dots \dots \dots \\ \bar{\mathfrak{J}}_i^{1.n} &= (2n + 4i + 1) \bar{\gamma}_i^{1.n} + 4(i + 1) \bar{\gamma}_{i+1}^{1.n} \\ \\ \bar{\gamma}_0^{3.n} &= \frac{4}{3} \frac{\beta^2}{\alpha^2} \left[\bar{\gamma}_0^{3.n} - \frac{7}{6} \gamma_0^{3.n} \right] + \beta^2 \bar{\mathfrak{J}}_0^{1.n} \\ \bar{\gamma}_1^{3.n} &= \frac{4}{3} \frac{\beta^2}{\alpha^2} \left[\bar{\gamma}_1^{3.n} - \frac{7}{6} \gamma_1^{3.n} \right] + \beta^2 [\bar{\mathfrak{J}}_1^{1.n} + \bar{\gamma}_0^{3.n}] \\ &\dots \dots \dots \\ \bar{\gamma}_i^{3.n} &= \frac{4}{3} \frac{\beta^2}{\alpha^2} \left[\bar{\gamma}_i^{3.n} - \frac{7}{6} \gamma_i^{3.n} \right] + \beta^2 [\bar{\mathfrak{J}}_i^{1.n} + \bar{\gamma}_{i-1}^{3.n}]. \end{aligned}$$

Zunächst will ich nun eine kurze Auseinandersetzung der Methoden geben, welche bei der Berechnung der Grössen $\omega_i^{m.n}$, $\bar{\omega}_i^{m.n}$, $\bar{\bar{\omega}}_i^{m.n}$ angewandt worden sind.¹⁾

Für α_0 fand ich zuerst, von der Formel

$$\alpha_0 = \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{1}{2}\right)^2}{1 + m'}}$$

1) Gylden: Undersökningar af Theorien för himlakorppans rörelser; II §§ 40, 41, 42.

ausgehend, und mit Anwendung des Bessel'schen Wertes

$$\log m' = 6,979689$$

der Jupitermasse, den folgenden Wert

$$\log \alpha_0 = 9.799175$$

Dann wurde $\beta_0^{(1)}$ durch die in der Theorie der elliptischen Integrale dargelegten Formeln

$$\sin \theta = \alpha_0; \quad k_1 = tg^2 \frac{1}{2} \theta$$

$$\sin \theta_1 = k_1; \quad k_2 = tg^2 \frac{1}{2} \theta_1$$

$$\sin \theta_2 = k_2; \quad k_3 = tg^2 \frac{1}{2} \theta_2$$

u. s. w.

$$\beta_0^{(1)} = (1 + k_1) (1 + k_2) (1 + k_3) \dots$$

berechnet.

Weiter dienten zur Berechnung von $\beta_1^{(1)}, \beta_2^{(1)}, \dots, \beta_{12}^{(1)}$ die Formeln von Hansen:¹⁾

$$\beta_n^{(1)} = \beta_0^{(1)} p_0 p_1 \dots p_{n-1}$$

$$p_m = \lambda_m \vartheta_m$$

$$\lambda_m = \frac{2m+1}{(2m+2)(1+\alpha_0^2)}$$

$$\vartheta_m = \frac{1}{1-f_m \vartheta_{m+1}}$$

$$f_m = \frac{2m+3}{2m+1} \alpha_0^2 \lambda_m \lambda_{m+1}$$

wo im Anfang

$$\vartheta_{16} = 1 + \alpha_0^2$$

gesetzt wurde.

Nachdem ferner durch die Reihen

$$\beta_n^{(s)} = \frac{1}{(1-\alpha^2)^{s/2}} \frac{1 \cdot 3 \cdot \dots \cdot 2n-1}{2 \cdot 4 \cdot \dots \cdot 2n} \left\{ 1 - \frac{s}{2} \frac{1}{2n+2} \beta^2 + \frac{s(s+2)}{2 \cdot 4} \frac{1 \cdot 3}{(2n+2)(2n+4)} \beta^4 - \dots \right\}$$

die Werte von $\beta_{13}^{(3)}, \beta_{13}^{(5)}, \beta_{13}^{(7)}$ und $\beta_{13}^{(9)}$ gefunden waren, so wurden durch die Recursionsformeln

$$\beta_n^{(s+2)} = \beta_n^{(s)} + \alpha_0^2 \beta_{n+1}^{(s+2)}$$

die Koeffizienten $\beta_1^{(3)}, \dots, \beta_{12}^{(3)}, \beta_2^{(5)}, \dots, \beta_{12}^{(5)}, \beta_3^{(7)}, \dots, \beta_{12}^{(7)}, \beta_4^{(9)}, \dots, \beta_{12}^{(9)}$ ermittelt.

1) Mémoire sur le Calcul des perturbations qu'éprouvent les comètes. § II.

Mit den so gefundenen Werten der Transcendenten $\beta_n^{(s)}$ als Ausgangspunkt wurden endlich die Grössen γ und die von den γ abhängigen Koeffizienten ω , $\bar{\omega}$ und $\bar{\bar{\omega}}$ nach den Formeln (60), (73) und (75) berechnet. Diese Koeffizienten sind in Tafel I zusammengestellt.

I. 1)

	$n=0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\log \omega_0^{1 \cdot n}$	2.14641	[1.19619]	1.65560	1.38043	1.12460	0.88006	0.64293	0.41105	0.18308	9.95816	9.73564
$\omega_1^{1 \cdot n}$	1.33385	1.33477	1.06817	0.81771	0.57684	0.34242	0.11260	9.88628	9.66267	9.44127	9.22166
$\omega_2^{1 \cdot n}$	0.89282	0.93457	0.68874	0.45112	0.21909	9.99114	9.76629	9.54390	9.32350	9.10475	8.88737
$\omega_3^{1 \cdot n}$	0.54795	0.60718	0.37241	0.14253	9.91624	9.69274	9.47145	9.25198	9.03401	8.81732	8.60172
$\omega_4^{1 \cdot n}$	0.24724	0.31603	0.08805	9.86327	9.64099	9.42072	9.20209	8.98487			
$\bar{\omega}_0^{1 \cdot n}$	2.08691	[1.69694]	2.02569	1.86211	1.69410	1.52219	1.34706	1.16932	0.98941	0.80771	0.62448
$\bar{\omega}_1^{1 \cdot n}$	1.80601	1.90622	1.71618	1.52923	1.34301	1.15674	0.97001	0.78275	0.59487	0.40642	0.21737
$\bar{\omega}_2^{1 \cdot n}$	1.60389	1.70411	1.50812	1.31437	1.12173	0.92960	0.73767	0.54574	0.35372	0.16153	9.96915
$\bar{\omega}_3^{1 \cdot n}$	1.41337	1.51359	1.31546	1.11890	0.92327	0.72820	0.53347	0.33893	0.1445	9.9500	
$\bar{\omega}_4^{1 \cdot n}$	1.22661	1.32683	1.12771	0.92972	0.73247	0.53573	0.33933	0.14317			
$\bar{\bar{\omega}}_0^{1 \cdot n}$	1.34822	[1.79250]	1.94313	1.92020	1.85956	1.77440	1.67199	1.55679	1.43170	1.29878	1.15948
$\bar{\bar{\omega}}_1^{1 \cdot n}$	1.93220	2.12899	2.01557	1.89334	1.76368	1.62759	1.48600	1.33976	1.18947	1.03570	0.87883
$\bar{\bar{\omega}}_2^{1 \cdot n}$	1.99419	2.14967	2.00182	1.85115	1.69765	1.54145	1.38275	1.22171	1.0586	0.8935	
$\bar{\bar{\omega}}_3^{1 \cdot n}$	1.96580	2.10480	1.94187	1.77771	1.61216	1.44520	1.27689	1.10725			
$\omega_0^{3 \cdot n}$	[1.89815]	2.28313	2.15375	2.00617	1.84788	1.68251	1.51212	1.33795	1.16084	0.98140	0.80001
$\omega_1^{3 \cdot n}$	2.22151	2.38203	2.22784	2.06516	1.89665	1.72388	1.54786	1.36927	1.18859	1.00620	0.82234
$\omega_2^{3 \cdot n}$	2.22599	2.36759	2.20128	2.03010	1.85529	1.67765	1.49773	1.31597			
$\bar{\omega}_0^{3 \cdot n}$	[2.51525]	2.84831	2.78193	2.69288	2.58759	2.47021	2.34341	2.20912	2.06868	1.92314	1.77330
$\bar{\omega}_1^{3 \cdot n}$	2.95076	3.15380	3.04132	2.91803	2.78639	2.64803	2.50413	2.35569	2.20328	2.04753	1.88886
$\bar{\omega}_2^{3 \cdot n}$	3.10390	3.27799	3.14309	3.00185	2.85546	2.70487	2.55038	2.39290			
$\bar{\bar{\omega}}_0^{3 \cdot n}$	[2.81278]	3.11480	3.09256	3.05200	2.99475	2.92312	2.83921	2.74495	2.64182	2.53108	2.41377
$\bar{\bar{\omega}}_1^{3 \cdot n}$	3.38699	3.62235	3.54448	3.45591	3.35806	3.25219	3.13927	3.02025			
$\bar{\bar{\omega}}_2^{3 \cdot n}$	3.68269	3.88444	3.77731								
$\omega_0^{5 \cdot n}$	2.72636	3.00165	2.94110	2.85666	2.75505	2.64058	2.51618	2.38384			
$\bar{\omega}_0^{5 \cdot n}$	3.51581	3.80369	3.76743	3.71207	3.64098	3.55698	3.46221	3.35844			

Zufolge der Anmerkung (63) sind in dieser Tafel

$$\begin{aligned} \omega_0^{1 \cdot 1} & \text{ von } \omega_0^{1 \cdot 1} - \alpha_0^2 = [\omega_0^{1 \cdot 1}] \\ \bar{\omega}_0^{1 \cdot 1} & \text{ » } \bar{\omega}_0^{1 \cdot 1} - \frac{4}{3} \alpha_0^2 = [\bar{\omega}_0^{1 \cdot 1}] \\ \bar{\bar{\omega}}_0^{1 \cdot 1} & \text{ » } \bar{\bar{\omega}}_0^{1 \cdot 1} - \frac{2}{9} \alpha_0^2 = [\bar{\bar{\omega}}_0^{1 \cdot 1}] \end{aligned}$$

1) Für $n = 0$ enthält die Tafel $\log \frac{1}{2} \omega$ anstatt $\log \omega$.

und

$$\begin{array}{l}
 \omega_0^{3 \cdot 0} \text{ von } \omega_0^{3 \cdot 0} - \alpha_0^2 = [\omega_0^{3 \cdot 0}] \\
 \bar{\omega}_0^{3 \cdot 0} \quad \text{»} \quad \bar{\omega}_0^{3 \cdot 0} - \frac{4}{3} \alpha_0^2 = [\bar{\omega}_0^{3 \cdot 0}] \\
 \overline{\omega}_0^{3 \cdot 0} \quad \text{»} \quad \overline{\omega}_0^{3 \cdot 0} - \frac{2}{9} \alpha_0^2 = [\overline{\omega}_0^{3 \cdot 0}]
 \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \\ \\ \end{array}} \right\} \quad (76)$$

ersetzt worden.

Wegen der grundlegenden Bedeutung der Grössen ω sind dieselben sorgfältig kontrollirt worden. So habe ich zuerst die Integrale $\beta_n^{(s)}$ auch mit Anwendung der Tafeln von Masal¹⁾ berechnet, welche in «Astronomiska iakttagelser och undersökningar anställda på Stockholms Observatorium», Band IV, gegeben sind. Ferner sind die Grössen γ und $\bar{\gamma}$ auch durch Interpolation aus den Tafeln von Gylden²⁾ genommen. Alle Rechnungen, welche hiermit nicht kontrollirt wurden, habe ich zweimal ausgeführt.

Zufolge der Relationen (68), (69) und (74) können nun die Koeffizienten $P_{p \cdot q}[n+r \cdot -n+s]$, Q und R in den Reihen (64), (65) und (66) nach Potenzen von w (weil nur noch Störungen erster Ordnung in Betracht kommen, siehe (72)) entwickelt werden. Man findet

$$P_{p \cdot q}[n+r \cdot -n+s] = P_{0 \cdot p \cdot q}[n+r \cdot -n+s] + P_{1 \cdot p \cdot q}[n+r \cdot -n+s]w + P_{2 \cdot p \cdot q}[n+r \cdot -n+s]w^2 + \dots$$

u. s. w., wo

$$\left. \begin{array}{l}
 P_{0 \cdot p \cdot q}[n+r \cdot -n+s] = \sum_i P_{p \cdot q}^i [n+r \cdot -n+s] \omega_i^{1 \cdot n} \\
 P_{1 \cdot p \cdot q}[n+r \cdot -n+s] = \sum_i P_{p \cdot q}^i [n+r \cdot -n+s] \bar{\omega}_i^{1 \cdot n} \\
 P_{2 \cdot p \cdot q}[n+r \cdot -n+s] = \sum_i P_{p \cdot q}^i [n+r \cdot -n+s] \overline{\omega}_i^{1 \cdot n}
 \end{array} \right\} \quad (77)$$

u. s. w.

Die Zahlenkoeffizienten $P_{p \cdot q}^i [n+r \cdot -n+s]$, $Q_{p \cdot q}^i$, $R_{p \cdot q}^i$ bis zu den Gliedern 2ten Grades sind, wie schon erwähnt, aus den «Formeln und Tafeln etc.» genommen; die Zahlenkoeffizienten 3ten Grades habe ich aus einem Manuscript des Herrn Bohlin bekommen.

Die Koeffizienten $P_{0 \cdot p \cdot q} [n+r \cdot -n+s]$, $P_{1 \cdot p \cdot q}$, $P_{2 \cdot p \cdot q}$; $Q_{0 \cdot p \cdot q}$ u. s. w., nach den Formeln (77) berechnet, sind in den Tafeln II, ... IV w zusammengestellt.

1) Table de l'intégrale $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin^{2n} \varphi d\varphi}{[1 - \alpha^2 \sin^2 \varphi]^{s/2}}$ servant à la détermination des perturbations des petites planètes par Jupiter et Saturne, par Hans Masal.

2) Hülftafeln zur Berechnung der Hauptungleichheiten in den absoluten Bewegungstheorien der kleinen Planeten. Publication der Astronomischen Gesellschaft XXI.

Wenn man anstatt g' den Winkel θ durch die Relation

$$\theta = \frac{1}{2} (\varepsilon - e \sin \varepsilon) - g'$$

in die Entwicklungen (64), (65) und (66) einführt, so bekommt man die folgenden analogen Reihen:

$$\left. \begin{aligned} a_1 \frac{\partial \Omega}{\partial \varepsilon} &= - \sum P_{p \cdot q} (n+r, -n-s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \sin A \\ a_1 \bar{r} \frac{\partial \Omega}{\partial \bar{r}} &= \sum Q_{p \cdot q} (n+r, -n-s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \cos A \\ a^2 \frac{\partial \Omega}{\partial z} &= \sum R_{p \cdot q} (n+r, -n-s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \sin A \end{aligned} \right\} \quad (78)$$

Die Argumente

$$A = \left[n+r - \frac{1}{2} (n-s) \right] \varepsilon + (n-s) \theta + i \Pi + i' \Pi' \quad (79)$$

entstehen aus den entsprechenden Argumenten in (64), (65), (66), wenn man

$$(n+r) \varepsilon - (n-s) g'$$

durch

$$\left[n+r - \frac{1}{2} (n-s) \right] \varepsilon + (n-s) \theta$$

ersetzt.

Die Koeffizienten $P_{p \cdot q} (n+r, -n-s)$ u. s. w. sind in Reihen von der Form

$$P_{p \cdot q} (n+r, -n-s) = P_{0 \cdot p \cdot q} (n+r, -n-s) + P_{1 \cdot p \cdot q} (n+r, -n-s) w + P_{2 \cdot p \cdot q} (n+r, -n-s) w^2 + \dots$$

u. s. w. entwickelt. Die Koeffizienten $P_{\nu \cdot p \cdot q} (n+r, -n-s)$ u. s. w. hängen mit den entsprechenden Koeffizienten $P_{\nu \cdot p \cdot q} [n+r, -n-s]$ u. s. w. durch die Formeln pag. 71—81 der «Formeln und Tafeln etc.» zusammen. Mit Anwendung dieser Formeln, wo $\mu = \frac{1}{2}$ gesetzt wurde, habe ich die Koeffizienten der folgenden Tafeln V . VII w berechnet.

II.

	$n=0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{0.0}[n \cdot - n]$	—	+ 15.710	+ 90.496	+ 72.037	+ 53.291	+ 37.934	+ 26.368	+ 18.036	+ 12.195	+ 8.173	+ 5.440
$P_{1.0}[n+1 \cdot - n]$	- 43.140	- 86.462	- 70.197	- 52.577	- 37.743	- 26.400	- 18.144	- 12.314	- 8.278	- 5.525	- 3.665
$P_{1.0}[n-1 \cdot - n]$	+ 43.140	—	- 204.391	- 314.44	- 342.40	- 321.07	- 276.64	- 225.67	- 177.17	- 135.19	- 100.93
$P_{0.1}[n \cdot - n+1]$	—	+ 43.23	- 43.70	- 104.64	- 129.68	- 129.74	- 116.29	- 97.45	- 78.00	- 60.42	- 45.63
$P_{0.1}[n \cdot - n-1]$	—	+ 106.072	+ 680.27	+ 759.80	+ 722.97	+ 628.94	+ 516.54	+ 407.57	+ 312.23	+ 233.82	+ 171.98
$P_{2.0}[n+2 \cdot - n]$	+105.64	+ 168.06	+ 124.94	+ 89.37	+ 62.40	+ 42.83	+ 29.05	+ 19.53	+ 13.02	+ 8.64	+ 5.70
$P_{2.0}[n \cdot - n]$	—	+ 182.79	+ 131.14	+ 127.74	+ 111.58	+ 91.51	+ 71.98	+ 54.95	+ 41.01	+ 30.07	+ 21.74
$P_{2.0}[n-2 \cdot - n]$	-105.64	- 158.20	—	+ 456.92	+ 887.66	+ 1174.59	+ 1299.14	+ 1290.95	+ 1193.62	+ 1047.74	+ 884.06
$P_{1.1}[n+1 \cdot - n+1]$	-191.92	- 310.55	- 187.41	- 90.40	- 28.50	+ 5.77	+ 21.73	+ 26.87	+ 26.23	+ 22.97	+ 18.87
$P_{1.1}[n-1 \cdot - n+1]$	+191.92	—	+ 24.93	+ 373.35	+ 760.94	+ 1041.74	+ 1178.42	+ 1189.48	+ 1112.46	+ 985.02	+ 836.82
$P_{1.1}[n+1 \cdot - n-1]$	-191.92	- 656.40	- 748.98	- 721.33	- 632.39	- 522.22	- 413.72	- 317.93	- 238.68	- 175.92	- 127.74
$P_{1.1}[n-1 \cdot - n-1]$	+191.92	—	- 1610.20	- 3399.88	- 4717.36	- 5379.71	- 5460.96	- 5129.32	- 4557.74	- 3881.96	- 3200.30
$P_{0.2}[n \cdot - n+2]$	—	+ 150.35	+ 109.27	+ 89.65	+ 117.98	+ 157.30	+ 186.08	+ 197.54	+ 193.13	+ 177.48	+ 155.53
$P_{0.2}[n \cdot - n]$	—	+ 253.55	- 499.23	- 1306.18	- 1959.71	- 2330.22	- 2428.27	- 2322.33	- 2090.54	- 1799.01	- 1494.94
$P_{0.2}[n \cdot - n-2]$	—	+ 527.50	+ 3560.50	+ 5101.10	+ 5930.26	+ 6097.74	+ 5780.22	+ 5170.59	+ 4428.46	+ 3666.70	+ 2954.65
$P_{0.0}[n+1 \cdot - n+1]_{+\sigma}$	+ 79.10	+ 383.85	+ 427.44	+ 405.72	+ 352.25	+ 288.84	+ 227.63	+ 174.20	+ 130.34	+ 95.81	+ 69.41
$P_{0.0}[n-1 \cdot - n-1]_{-\sigma}$	- 79.10	—	+ 142.48	+ 202.86	+ 211.35	+ 192.56	+ 162.59	+ 130.66	+ 101.38	+ 76.65	+ 56.79
$P_{0.0}[n+1 \cdot - n-1]_{+\delta}$	- 79.10	- 383.85	- 427.44	- 405.72	- 352.25	- 288.84	- 227.63	- 174.20	- 130.34	- 95.81	- 69.41
$P_{0.0}[n-1 \cdot - n+1]_{-\delta}$	+ 79.10	—	- 142.48	- 202.86	- 211.35	- 192.56	- 162.59	- 130.66	- 101.38	- 76.65	- 56.79
$P_{3.0}[n+1 \cdot - n]$	-179	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{3.0}[n-1 \cdot - n]$	+179	—	- 278	—	- 202	—	—	—	—	—	—
$P_{3.0}[n-3 \cdot - n]$	—	—	—	—	- 1054	—	- 3558	—	- 4933	—	—
$P_{2.1}[n \cdot - n+1]$	—	+ 892	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{2.1}[n-2 \cdot - n+1]$	—	- 665	—	- 320	—	- 3498	—	—	—	—	—
$P_{2.1}[n \cdot - n-1]$	—	+ 1623	—	+ 2657	—	—	—	—	—	—	—
$P_{2.1}[n-2 \cdot - n-1]$	—	—	—	+ 5163	—	+ 19996	—	+ 29575	—	—	—
$P_{1.2}[n-1 \cdot - n+2]$	+ 817	—	- 483	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{1.2}[n+1 \cdot - n]$	- 866	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{1.2}[n-1 \cdot - n]$	+ 866	—	+ 362	—	+ 11540	—	—	—	—	—	—
$P_{1.2}[n+1 \cdot - n-2]$	- 817	—	- 5238	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{1.2}[n-1 \cdot - n-2]$	—	—	- 8866	—	- 39343	—	- 61612	—	—	—	—
$P_{0.3}[n \cdot - n+1]$	—	+ 907	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{0.3}[n \cdot - n-1]$	—	+ 1159	—	- 9921	—	—	—	—	—	—	—
$P_{0.3}[n \cdot - n-3]$	—	+ 2309	—	+ 27772	—	+ 45154	—	—	—	—	—
$P_{1.0}[n \cdot - n+1]_{+\sigma}$	—	- 1250	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{1.0}[n \cdot - n-1]_{-\sigma}$	—	- 866	—	- 1306	—	—	—	—	—	—	—
$P_{1.0}[n-2 \cdot - n-1]_{-\sigma}$	—	—	—	- 841	—	- 1762	—	- 1758	—	—	—
$P_{1.0}[n \cdot - n-1]_{+\delta}$	—	+ 1250	—	+ 3131	—	—	—	—	—	—	—
$P_{1.0}[n \cdot - n+1]_{-\delta}$	—	+ 866	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{1.0}[n-2 \cdot - n+1]_{-\delta}$	—	- 866	—	+ 841	—	+ 1762	—	—	—	—	—
$P_{0.1}[n+1 \cdot - n]_{+\sigma}$	+ 333	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{0.1}[n-1 \cdot - n]_{-\sigma}$	- 333	—	+ 53	—	- 372	—	—	—	—	—	—
$P_{0.1}[n-1 \cdot - n-2]_{-\sigma}$	—	—	+ 1763	—	+ 3855	—	+ 3930	—	—	—	—
$P_{0.1}[n+1 \cdot - n]_{+\delta}$	- 333	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{0.1}[n+1 \cdot - n-2]_{+\delta}$	- 649	—	- 5289	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{0.1}[n-1 \cdot - n+2]_{-\delta}$	+ 649	—	- 623	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{0.1}[n-1 \cdot - n]_{-\delta}$	+ 333	—	- 1193	—	- 3009	—	—	—	—	—	—

III w.

	$n=0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{0.0} [n \cdot - n]$	—	— 49.77	— 212.19	— 218.39	— 197.77	— 166.40	— 133.42	— 103.38	— 78.07	— 57.80	— 42.12
$P_{1.0} [n+1 \cdot - n]$	+127.95	+ 322.31	+ 312.13	+ 270.59	+ 220.30	+ 172.16	+ 130.66	+ 97.02	+ 70.82	+ 50.99	+ 36.29
$P_{1.0} [n-1 \cdot - n]$	-127.95	—	+ 528.41	+ 1008.86	+ 1318.80	+ 1445.99	+ 1427.49	+ 1313.28	+ 1148.11	+ 965.64	+ 787.83
$P_{0.1} [n \cdot - n+1]$	—	— 161.16	+ 4.10	+ 233.83	+ 417.07	+ 522.15	+ 555.09	+ 535.37	+ 483.56	+ 416.53	+ 346.08
$P_{0.1} [n-n-1]$	—	— 360.23	— 1693.40	— 2386.8	— 2747.2	— 2803.9	— 2646.9	— 2359.2	— 2014.7	— 1664.1	— 1338.7
$P_{2.0} [n+2 \cdot - n]$	-449.30	— 848.87	— 723.60	— 581.60	— 449.82	— 338.52	— 249.57	— 181.06	— 129.66	— 91.86	— 64.50
$P_{2.0} [n \cdot - n]$	—	— 838.5	— 1131.5	— 1260.4	— 1218.5	— 1086.2	— 917.8	— 746.6	— 590.0	— 456.1	— 346.1
$P_{2.0} [n-2 \cdot - n]$	+449.3	+ 655.1	—	— 1614.2	— 3623.7	— 5498.6	— 6891.1	— 7669.0	— 7859.7	— 7579.5	— 6972.8
$P_{1.1} [n+1 \cdot - n+1]$	+705.1	+ 1454.1	+ 1085.4	+ 660.0	+ 309.1	+ 63.9	— 85.9	— 163.2	— 191.5	— 189.9	
$P_{1.1} [n-1 \cdot - n+1]$	-705.1	—	+ 353.6	— 605.3	— 2317.0	— 4134.6	— 5611.7	— 6546.7	— 6918.9	— 6815.9	
$P_{1.1} [n+1 \cdot - n-1]$	+705.1	+ 2743.4	+ 3582.4	+ 3907.1	+ 3833.9	+ 3507.0	+ 3050.0	+ 2553.4	+ 2074.7	+ 1645.6	
$P_{1.1} [n-1 \cdot - n-1]$	-705.1	—	+ 4580.9	+ 11500.9	+ 18783.7	+ 24785.2	+ 28647.5	+ 30225.1	+ 29820.4	+ 27946.6	
$P_{0.2} [n \cdot - n+2]$	—	— 630.2	— 569.9	— 458.1	— 519.2	— 703.7	— 918.5	— 1093.5	— 1194.3	— 1216.0	
$P_{0.2} [n \cdot - n]$	—	— 1111.1	+ 149.8	+ 2919.8	+ 6339.7	+ 9443.0	+ 11666.2	+ 12832.5	+ 13024.9	+ 12457.9	
$P_{0.2} [n \cdot - n-2]$	—	— 1921.5	— 9448.9	— 16652.0	— 23116.0	— 27701.3	— 30022.1	— 30244.8	— 28816.7	— 26277.8	
$P_{0.0} [n+1 \cdot - n+1] + \sigma$	-327.54	— 1410.42	— 1815.75	— 1972.18	— 1934.50	— 1771.62	— 1543.54	— 1294.9	— 1054.2	— 837.8	— 652.7
$P_{0.0} [n-1 \cdot - n-1] - \sigma$	+327.54	—	— 605.26	— 986.10	— 1160.70	— 1181.08	— 1102.53	— 971.1	— 820.0	— 670.3	— 534.0
$P_{0.0} [n+1 \cdot - n-1] + \delta$	+327.54	+ 1410.42	+ 1815.75	+ 1972.18	+ 1934.50	+ 1771.62	+ 1543.54	+ 1294.9	+ 1054.2	+ 837.8	+ 652.7
$P_{0.0} [n-1 \cdot - n+1] - \delta$	-327.54	—	+ 605.26	+ 986.10	+ 1160.70	+ 1181.08	+ 1102.53	+ 971.1	+ 820.0	+ 670.3	+ 534.0
$P_{3.0} [n+1 \cdot - n]$	+1100										
$P_{3.0} [n-1 \cdot - n]$	-1100		+ 2325		+ 4290						
$P_{3.0} [n-3 \cdot - n]$					+ 4720		+ 19640		+ 33200		
$P_{2.1} [n \cdot - n+1]$		— 5210									
$P_{2.1} [n-2 \cdot - n+1]$		+3570		— 390		+ 13370					
$P_{2.1} [n \cdot - n-1]$		— 8560		— 22180							
$P_{2.1} [n-2 \cdot - n-1]$				— 19760		— 96590		— 178540			
$P_{1.2} [n-1 \cdot - n+2]$	— 3540		+ 2860								
$P_{1.2} [n+1 \cdot - n]$	+4260										
$P_{1.2} [n-1 \cdot - n]$	— 4260		+ 3950		— 34980						
$P_{1.2} [n+1 \cdot - n-2]$	+3540		+ 26920								
$P_{1.2} [n-1 \cdot - n-2]$			+ 27880		+ 162430		+ 329020				
$P_{0.3} [n \cdot - n+1]$		— 4620									
$P_{0.3} [n \cdot - n-1]$		— 5960		+ 21950							
$P_{0.3} [n \cdot - n-3]$		— 9040		— 94500		— 209170					
$P_{1.0} [n \cdot - n+1] + \sigma$		+5670									
$P_{1.0} [n \cdot - n-1] - \sigma$		+4260		+ 7930							
$P_{1.0} [n-2 \cdot - n-1] - \sigma$				+ 4620		+ 11530		+ 13600			
$P_{1.0} [n \cdot - n-1] + \delta$		— 5670		— 16800							
$P_{1.0} [n \cdot - n+1] - \delta$		— 4260									
$P_{1.0} [n-2 \cdot - n+1] - \delta$		+4260		— 4620		— 11530					
$P_{0.1} [n+1 \cdot - n] + \sigma$	— 1790										
$P_{0.1} [n-1 \cdot - n] - \sigma$	+1790		— 990		+ 970						
$P_{0.1} [n-1 \cdot - n-2] - \sigma$			— 8250		— 22240		— 27450				
$P_{0.1} [n+1 \cdot - n] + \delta$	+1790										
$P_{0.1} [n+1 \cdot - n-2] + \delta$	+3100		+ 24760								
$P_{0.1} [n-1 \cdot - n+2] - \delta$	— 3100		+ 3410								
$P_{0.1} [n-1 \cdot - n] - \delta$	— 1790		+ 5830		+ 17600						

III.

	$n=0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Q_{0-0} [n \cdot -n]$	+ 43.140	+ 58.941	+ 113.895	+ 85.181	+ 60.840	+ 42.334	+ 28.960	+ 19.575	+ 13.115	+ 8.725	+ 5.773
$Q_{1-0} [n+1 \cdot -n]$	-148.78	- 198.50	- 132.67	- 88.33	- 58.54	- 38.64	- 25.41	- 16.65	- 10.88	- 7.10	- 4.62
$Q_{1-0} [n-1 \cdot -n]$	-148.78	- 316.39	- 588.24	- 599.42	- 545.26	- 461.98	- 372.93	- 290.71	- 220.70	- 164.16	- 120.09
$Q_{0-1} [n \cdot -n+1]$	+191.92	+ 198.50	+ 18.77	- 82.03	- 123.97	- 130.70	- 119.39	- 100.80	- 80.92	- 62.71	- 47.34
$Q_{0-1} [n \cdot -n-1]$	+191.92	+ 434.27	+ 929.93	+ 940.14	+ 849.45	+ 715.98	+ 575.64	+ 447.32	+ 338.74	+ 251.42	+ 183.60
$Q_{2-0} [n+2 \cdot -n]$	+284.15	+ 368.42	+ 240.11	+ 156.60	+ 102.06	+ 66.42	+ 43.17	+ 28.01	+ 18.15	+ 11.75	+ 7.59
$Q_{2-0} [n \cdot -n]$	+568.31	+1074.91	+ 783.09	+ 587.64	+ 429.07	+ 307.55	+ 217.45	+ 152.10	+ 105.50	+ 72.67	+ 49.75
$Q_{2-0} [n-2 \cdot -n]$	+284.15	+ 824.38	+1454.14	+1964.27	+2273.92	+2357.86	+2259.42	+2042.51	+1766.02	+1474.52	+1196.90
$Q_{1-1} [n+1 \cdot -n+1]$	-865.88	- 935.35	- 480.23	- 224.89	- 87.03	- 16.93	+ 15.30	+ 27.25	+ 29.01	+ 26.18	+ 21.75
$Q_{1-1} [n-1 \cdot -n+1]$	-865.88	-1332.36	- 555.30	+ 267.32	+ 904.82	+1290.05	+1448.04	+1438.47	+1323.71	+1154.98	+ 968.69
$Q_{1-1} [n+1 \cdot -n-1]$	-865.88	-1729.36	-1541.54	-1284.81	-1023.68	- 789.69	- 594.45	- 439.01	- 319.25	- 229.24	- 162.87
$Q_{1-1} [n-1 \cdot -n-1]$	-865.88	-2597.91	-5261.24	-6925.63	-7819.40	-7949.50	-7502.13	-6701.48	-5739.64	-4754.79	-3834.84
$Q_{0-2} [n \cdot -n+2]$	+816.77	+ 794.91	+ 372.77	+ 199.19	+ 165.17	+ 179.65	+ 198.63	+ 206.09	+ 199.80	+ 182.96	+ 160.04
$Q_{0-2} [n \cdot -n]$	+865.90	+1412.98	+ 137.26	-1024.53	-1887.47	-2367.90	-2511.93	-2418.14	-2180.89	-1876.47	-1557.64
$Q_{0-2} [n \cdot -n-2]$	+816.77	+2355.18	+5306.53	+6625.48	+7185.88	+7090.84	+6542.49	+5742.43	+4849.61	+3972.35	+3173.76
$Q_{0-0} [n+1 \cdot -n+1] +\sigma$	+412.18	+ 865.86	+ 765.40	+ 638.09	+ 509.89	+ 394.74	+ 298.24	+ 221.01	+ 161.22	+ 116.10	+ 82.70
$Q_{0-0} [n-1 \cdot -n-1] -\sigma$	+412.18	+ 865.86	+ 765.40	+ 638.09	+ 509.89	+ 394.74	+ 298.24	+ 221.01	+ 161.22	+ 116.10	+ 82.70
$Q_{0-0} [n+1 \cdot -n-1] +\delta$	-412.18	- 865.86	- 765.40	- 638.09	- 509.89	- 394.74	- 298.24	- 221.01	- 161.22	- 116.10	- 82.70
$Q_{0-0} [n-1 \cdot -n+1] -\delta$	-412.18	- 865.86	- 765.40	- 638.09	- 509.89	- 394.74	- 298.24	- 221.01	- 161.22	- 116.10	- 82.70
$Q_{3-0} [n+1 \cdot -n]$	-1477										
$Q_{3-0} [n-1 \cdot -n]$	-1477										
$Q_{3-0} [n-3 \cdot -n]$									-8969		
$Q_{2-1} [n \cdot -n+1]$		+ 6840									
$Q_{2-1} [n-2 \cdot -n+1]$		+ 4690					- 5523				
$Q_{2-1} [n \cdot -n-1]$				-10202							
$Q_{2-1} [n-2 \cdot -n-1]$				+24462					+47657		
$Q_{1-2} [n-1 \cdot -n+2]$			- 3793								
$Q_{1-2} [n+1 \cdot -n]$	-5525										
$Q_{1-2} [n-1 \cdot -n]$	-5525				+13640						
$Q_{1-2} [n+1 \cdot -n-2]$			-11715								
$Q_{1-2} [n-1 \cdot -n-2]$			-32941				-86373				
$Q_{0-3} [n \cdot -n+1]$		+ 6023									
$Q_{0-3} [n \cdot -n-1]$				- 7682							
$Q_{0-3} [n \cdot -n-3]$		+11251					+53724				
$Q_{1-0} [n \cdot -n+1] +\sigma$		- 7257									
$Q_{1-0} [n \cdot -n-1] -\sigma$				- 3528							
$Q_{1-0} [n-2 \cdot -n-1] -\sigma$				- 6080				- 3729			
$Q_{1-0} [n \cdot -n-1] +\delta$				+ 7355							
$Q_{1-0} [n \cdot -n+1] -\delta$		+ 5525									
$Q_{1-0} [n-2 \cdot -n+1] -\delta$		+ 5525					+ 5176				
$Q_{0-1} [n+1 \cdot -n] +\sigma$	+2346										
$Q_{0-1} [n-1 \cdot -n] -\sigma$	+2346										
$Q_{0-1} [n-1 \cdot -n-2] -\sigma$			+10617					+ 7449			
$Q_{0-1} [n+1 \cdot -n] +\delta$	-2346										
$Q_{0-1} [n+1 \cdot -n-2] +\delta$			-10617								
$Q_{0-1} [n-1 \cdot -n+2] -\delta$			- 4495								
$Q_{0-1} [n-1 \cdot -n] -\delta$	-2346						- 7795				

III w.

	n=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Q_{0,0} [n \cdot - n]$	-127.95	-210.93	-316.23	-286.04	-241.83	-195.09	-152.09	-115.51	-85.94	-62.90	-45.42
$Q_{1,0} [n-1 \cdot -n]$	+577.25	+888.23	+673.93	+503.24	+370.24	+268.88	+193.05	+137.26	+96.75	+67.68	+47.04
$Q_{1,0} [n-1 \cdot -n]$	+577.25	+1310.07	+1938.85	+2219.45	+2304.86	+2219.85	+2018.0	+1754.3	+1471.9	+1200.0	+955.4
$Q_{0,1} [n \cdot -n+1]$	-705.20	-888.23	-357.70	+68.84	+355.25	+511.50	+567.4	+555.8	+504.8	+435.5	+361.8
$Q_{0,1} [n \cdot -n-1]$	-705.20	-1731.93	-2887.51	-3363.62	-3514.02	-3390.40	-3082.6	-2678.4	-2245.3	-1828.9	-1455.0
$Q_{2,0} [n-2 \cdot -n]$	-1553.0	-2239.1	-1606.5	-1144.7	-809.8	-568.9	-397.2	-275.6	-190.2	-130.6	
$Q_{2,0} [n \cdot -n]$	-3106.0	-6043.7	-5276.0	-4450.6	-3614.2	-2850.7	-2198.4	-1664.4	-1240.9	-913.6	
$Q_{2,0} [n-2 \cdot -n]$	-1553.0	-4226.5	-6199.5	-8454.6	-10543.0	-12036.9	-12751.3	-12708.0	-12051.3	-10973.0	
$Q_{1,1} [n+1 \cdot -n+1]$	+4260.6	+5366.3	+3212.9	+1786.1	+879.1	+331.2	+22.1	-135.0	-200.0	-212.5	
$Q_{1,1} [n-1 \cdot -n+1]$	+4260.6	+7142.8	+4643.6	+1373.2	-1962.8	-4783.8	-6786.2	-7915.7	-8277.4	-8051.9	
$Q_{1,1} [n+1 \cdot -n-1]$	+4260.6	+8919.2	+8604.3	+7824.9	+6803.0	+5708.7	+4655.3	+3708.2	+2896.0	+2224.3	
$Q_{1,1} [n-1 \cdot -n-1]$	+4260.6	+12383.1	+20154.5	+28006.6	+34915.2	+39612.7	+41646.7	+41205.1	+38820.8	+35144.1	
$Q_{0,2} [n \cdot -n+2]$	-3540.6	-4121.1	-2280.4	-1287.7	-923.1	-909.1	-1034.6	-1170.4	-1253.4	-1265.7	
$Q_{0,2} [n \cdot -n]$	-4260.6	-7609.2	-4094.0	+549.6	+5318.5	+9292.3	+12015.3	+13423.0	+13691.2	+13103.9	
$Q_{0,2} [n \cdot -n-2]$	-3540.6	-10415.8	-18423.4	-25346.7	-31029.8	-34575.4	-35780.2	-34928.9	-32538.4	-29177.6	
$Q_{0,0} [n+1 \cdot -n+1] + \sigma$	-2113.2	-4260.4	-4015.5	-3628.2	-3157.5	-2660.9	-2182.0	-1748.6	-1373.6	-1060.9	-807.5
$Q_{0,0} [n-1 \cdot -n-1] - \sigma$	-2113.2	-4260.4	-4015.5	-3628.2	-3157.5	-2660.9	-2182.0	-1748.6	-1373.6	-1060.9	-807.5
$Q_{0,0} [n+1 \cdot -n-1] + \delta$	+2113.2	+4260.4	+4015.5	+3628.2	+3157.5	+2660.9	+2182.0	+1748.6	+1373.6	+1060.9	+807.5
$Q_{0,0} [n-1 \cdot -n+1] - \delta$	+2113.2	+4260.4	+4015.5	+3628.2	+3157.5	+2660.9	+2182.0	+1748.6	+1373.6	+1060.9	+807.5
$Q_{3,0} [n+1 \cdot -n]$	+10760										
$Q_{3,0} [n-1 \cdot -n]$	+10760				+20970						
$Q_{3,0} [n-3 \cdot -n]$					+32030				+63130		
$Q_{2,1} [n \cdot -n+1]$	-47930										
$Q_{2,1} [n-2 \cdot -n+1]$	-31060					+17460					
$Q_{2,1} [n \cdot -n-1]$				-78640							
$Q_{2,1} [n-2 \cdot -n-1]$				-118270				-303820			
$Q_{1,2} [n-1 \cdot -n+2]$			+26580								
$Q_{1,2} [n+1 \cdot -n]$	+35090										
$Q_{1,2} [n-1 \cdot -n]$	+35090				-25850						
$Q_{1,2} [n+1 \cdot -n-2]$			+71470								
$Q_{1,2} [n-1 \cdot -n-2]$			-145160				-492990				
$Q_{0,3} [n \cdot -n+1]$	-38180										
$Q_{0,3} [n \cdot -n-1]$				+390							
$Q_{0,3} [n \cdot -n-3]$	-54990					-270320					
$Q_{1,0} [n \cdot -n+1] + \sigma$	+43610										
$Q_{1,0} [n \cdot -n-1] - \sigma$				+25220							
$Q_{1,0} [n-2 \cdot -n-1] - \sigma$				+39730		+31000					
$Q_{1,0} [n \cdot -n-1] + \delta$				-46990							
$Q_{1,0} [n \cdot -n+1] - \delta$	-35090										
$Q_{1,0} [n-2 \cdot -n+1] - \delta$	-35090					-37780					
$Q_{0,1} [n+1 \cdot -n] + \sigma$	-15520										
$Q_{0,1} [n-1 \cdot -n] - \sigma$	-15520				-1660						
$Q_{0,1} [n-1 \cdot -n-2] - \sigma$			-62270				-56590				
$Q_{0,1} [n+1 \cdot -n] + \delta$	+15520										
$Q_{0,1} [n+1 \cdot -n-2] + \delta$			+62270								
$Q_{0,1} [n-1 \cdot -n+2] - \delta$			+30150								
$Q_{0,1} [n-1 \cdot -n] - \delta$	+15520				+52180						

IV.

	$n = 0$	1	2	3	4	5
$R_{0,0} [n \cdot -n + 1]_{+\pi'}$	- 79.10	- 191.93	- 142.48	- 101.43	- 70.45	- 48.14
$R_{0,0} [n \cdot -n - 1]_{-\pi'}$	+ 79.10	+ 191.93	+ 142.48	+ 101.43	+ 70.45	+ 48.14
$R_{1,0} [n + 1 \cdot -n + 1]_{+\pi'}$	+ 333.0	+ 482.0	+ 338.0	+ 232.4	+ 157.7	+ 105.9
$R_{1,0} [n - 1 \cdot -n + 1]_{+\pi'}$	+ 333.0	+ 865.9	+ 907.9	+ 840.9	+ 721.3	+ 587.2
$R_{1,0} [n + 1 \cdot -n - 1]_{-\pi'}$	- 333.0	- 482.0	- 338.0	- 232.4	- 157.7	- 105.9
$R_{1,0} [n - 1 \cdot -n - 1]_{-\pi'}$	- 333.0	- 865.9	- 907.9	- 840.9	- 721.3	- 587.2
$R_{0,1} [n \cdot -n + 2]_{+\pi'}$	- 649.4	- 1057.7	- 623.0	- 333.8	- 157.7	- 57.8
$R_{0,1} [n \cdot -n]_{+\pi'}$	- 333.0	- 1057.7	- 1192.9	- 1145.2	- 1003.2	- 828.0
$R_{0,1} [n \cdot -n]_{-\pi'}$	+ 333.0	+ 290.1	+ 53.0	- 71.9	- 124.0	- 134.8
$R_{0,1} [n \cdot -n - 2]_{-\pi'}$	+ 649.4	+ 1825.7	+ 1763.0	+ 1550.7	+ 1284.7	+ 1020.6
$R_{2,0} [n \cdot -n + 1]_{+\pi'}$		- 3119				
$R_{2,0} [n - 2 \cdot -n + 1]_{+\pi'}$		- 2330				
$R_{1,1} [n - 1 \cdot -n + 2]_{+\pi'}$			+ 5116			
$R_{1,1} [n + 1 \cdot -n]_{+\pi'}$	+ 2012					
$R_{1,1} [n - 1 \cdot -n]_{+\pi'}$	+ 2012					
$R_{1,1} [n + 1 \cdot -n]_{-\pi'}$	- 2012					
$R_{1,1} [n - 1 \cdot -n]_{-\pi'}$	- 2012					
$R_{0,2} [n \cdot -n + 1]_{+\pi'}$		- 6584				
$R_{0,2} [n \cdot -n + 1]_{-\pi'}$		+ 1656				
$R_{0,0} [n - 1 \cdot -n]_{-\sigma + \pi'}$	- 533					
$R_{0,0} [n + 1 \cdot -n]_{+\delta + \pi'}$	+ 533					
$R_{0,0} [n - 1 \cdot -n + 2]_{-\delta + \pi'}$			+ 873			
$R_{0,0} [n + 1 \cdot -n]_{+\sigma - \pi'}$	+ 533					
$R_{0,0} [n - 1 \cdot -n]_{-\delta - \pi'}$	- 533					

IV w.

	$n = 0$	1	2	3	4	5
$R_{0,0} [n \cdot -n + 1]_{+\pi'}$	+ 327.5	+ 705.2	+ 605.2	+ 493.1	+ 386.9	+ 295.2
$R_{0,0} [n \cdot -n - 1]_{-\pi'}$	- 327.5	- 705.2	- 605.2	- 493.1	- 386.9	- 295.2
$R_{1,0} [n + 1 \cdot -n + 1]_{+\pi'}$	- 1785	- 2850	- 2200	- 1656	- 1223	- 889
$R_{1,0} [n - 1 \cdot -n + 1]_{+\pi'}$	- 1785	- 4260	- 4621	- 4615	- 4318	- 3841
$R_{1,0} [n + 1 \cdot -n - 1]_{-\pi'}$	+ 1785	+ 2850	+ 2200	+ 1656	+ 1223	+ 889
$R_{1,0} [n - 1 \cdot -n - 1]_{-\pi'}$	+ 1785	+ 4260	+ 4621	+ 4615	+ 4318	+ 3841
$R_{0,1} [n \cdot -n + 2]_{+\pi'}$	+ 3095	+ 4965	+ 3411	+ 2149	+ 1223	+ 594
$R_{0,1} [n \cdot -n]_{+\pi'}$	+ 1785	+ 4965	+ 5832	+ 6093	+ 5866	+ 5318
$R_{0,1} [n \cdot -n]_{-\pi'}$	- 1785	- 2145	- 990	- 177	+ 325	+ 587
$R_{0,1} [n \cdot -n - 2]_{-\pi'}$	- 3095	- 7786	- 8252	- 8065	- 7413	- 6499
$R_{2,0} [n \cdot -n + 1]_{+\pi'}$		+ 23010				
$R_{2,0} [n - 2 \cdot -n + 1]_{+\pi'}$		+ 15420				
$R_{1,1} [n - 1 \cdot -n + 2]_{+\pi'}$			- 33560			
$R_{1,1} [n + 1 \cdot -n]_{+\pi'}$	- 13730					
$R_{1,1} [n - 1 \cdot -n]_{+\pi'}$	- 13730					
$R_{1,1} [n + 1 \cdot -n]_{-\pi'}$	+ 13730					
$R_{1,1} [n - 1 \cdot -n]_{-\pi'}$	+ 13730					
$R_{0,2} [n \cdot -n + 1]_{+\pi'}$		+ 40060				
$R_{0,2} [n \cdot -n + 1]_{-\pi'}$		- 11870				
$R_{0,0} [n - 1 \cdot -n]_{-\sigma + \pi'}$	+ 3280					
$R_{0,0} [n + 1 \cdot -n]_{+\delta + \pi'}$	- 3280					
$R_{0,0} [n - 1 \cdot -n + 2]_{-\delta + \pi'}$			- 5850			
$R_{0,0} [n + 1 \cdot -n]_{+\sigma - \pi'}$	- 3280					
$R_{0,0} [n - 1 \cdot -n]_{-\sigma - \pi'}$	+ 3280					

V.

	$n=0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{0.0}(n \cdot - n)$	—	+ 15.710	+ 90.496	+ 72.037	+ 53.291	+ 37.934	+ 26.368	+ 18.036	+ 12.195	+ 8.173	+ 5.440
$P_{1.0}(n+1 \cdot - n)$	- 43.140	- 78.607	+ 20.299	+ 55.478	+ 68.839	+ 68.435	+ 60.960	+ 50.813	+ 40.501	+ 31.255	+ 23.535
$P_{1.0}(n-1 \cdot - n)$	+ 43.140	- 7.855	- 294.887	- 422.49	- 448.98	- 415.90	- 355.74	- 288.80	- 225.95	- 171.97	- 128.13
$P_{0.1}(n \cdot - n+1)$	—	+ 43.23	- 43.70	- 104.64	- 129.68	- 129.74	- 116.29	- 97.45	- 78.00	- 60.42	- 45.63
$P_{0.1}(n \cdot - n-1)$	—	+ 106.072	+ 680.27	+ 759.80	+ 722.97	+ 628.94	+ 516.54	+ 407.57	+ 312.23	+ 233.82	+ 171.98
$P_{2.0}(n+2 \cdot - n)$	+105.64	+ 126.79	+ 99.99	+ 91.54	+ 93.49	+ 95.37	+ 93.28	+ 86.90	+ 77.47	+ 66.53	+ 55.38
$P_{2.0}(n \cdot - n)$	—	+ 222.09	- 93.55	- 427.12	- 710.89	- 882.25	- 940.81	- 912.73	- 829.68	- 718.93	- 600.60
$P_{2.0}(n-2 \cdot - n)$	-105.64	- 156.24	+ 249.64	+ 1009.62	+ 1679.04	+ 2095.81	+ 2247.70	+ 2191.26	+ 1999.86	+ 1738.85	+ 1456.72
$P_{1.1}(n+1 \cdot - n+1)$	-191.92	- 310.55	- 209.26	- 195.04	- 223.02	- 253.71	- 268.99	- 265.48	- 246.77	- 218.71	- 186.46
$P_{1.1}(n-1 \cdot - n+1)$	+191.92	—	+ 46.78	+ 477.99	+ 955.46	+ 1301.22	+ 1469.14	+ 1481.83	+ 1385.46	+ 1226.70	+ 1042.15
$P_{1.1}(n+1 \cdot - n-1)$	-191.92	- 550.33	+ 271.42	+ 798.28	+ 1175.03	+ 1364.61	+ 1394.16	+ 1312.34	+ 1166.32	+ 993.19	+ 818.14
$P_{1.1}(n-1 \cdot - n-1)$	+191.92	- 106.07	- 2630.60	- 4919.49	- 6524.78	- 7266.54	- 7268.84	- 6759.59	- 5962.74	- 5051.07	- 4146.18
$P_{0.2}(n \cdot - n+2)$	—	+ 150.35	+ 109.27	+ 89.65	+ 117.98	+ 157.30	+ 186.08	+ 197.54	+ 193.13	+ 177.48	+ 155.53
$P_{0.2}(n \cdot - n)$	—	+ 253.55	- 499.23	- 1306.18	- 1959.71	- 2330.22	- 2428.27	- 2322.33	- 2090.54	- 1799.01	- 1494.94
$P_{0.2}(n \cdot - n-2)$	—	+ 527.50	+ 3560.50	+ 5101.10	+ 5930.26	+ 6097.74	+ 5780.22	+ 5170.59	+ 4428.46	+ 3666.70	+ 2954.65
$P_{0.0}(n+1 \cdot - n+1)_{+\sigma}$	+ 79.10	+ 383.85	+ 427.44	+ 405.72	+ 352.25	+ 288.84	+ 227.63	+ 174.20	+ 130.34	+ 95.81	+ 69.41
$P_{0.0}(n-1 \cdot - n-1)_{-\sigma}$	- 79.10	—	+ 142.48	+ 202.86	+ 211.35	+ 192.56	+ 162.59	+ 130.66	+ 101.38	+ 76.65	+ 56.79
$P_{0.0}(n+1 \cdot - n-1)_{+\delta}$	- 79.10	- 383.85	- 427.44	- 405.72	- 352.25	- 288.84	- 227.63	- 174.20	- 130.34	- 95.81	- 69.41
$P_{0.0}(n-1 \cdot - n+1)_{-\delta}$	+ 79.10	—	- 142.48	- 202.86	- 211.35	- 192.56	- 162.59	- 130.66	- 101.38	- 76.65	- 56.79
$P_{3.0}(n+1 \cdot - n)$	-179	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{3.0}(n-1 \cdot - n)$	+179	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{3.0}(n-3 \cdot - n)$	—	—	- 194	—	+ 2857	—	- 8819	—	- 11255	—	—
$P_{2.1}(n \cdot - n+1)$	—	+ 892	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{2.1}(n-2 \cdot - n+1)$	—	- 665	—	- 745	—	- 5840	—	—	—	—	—
$P_{2.1}(n \cdot - n-1)$	—	+ 2173	—	- 5740	—	—	—	—	—	—	—
$P_{2.1}(n-2 \cdot - n-1)$	—	—	—	+ 13483	—	+ 38963	—	+ 53355	—	—	—
$P_{1.2}(n-1 \cdot - n+2)$	+ 817	—	- 483	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{1.2}(n+1 \cdot - n)$	- 866	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{1.2}(n-1 \cdot - n)$	+ 866	—	+ 861	—	+ 15459	—	—	—	—	—	—
$P_{1.2}(n+1 \cdot - n-2)$	- 817	—	+ 1882	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{1.2}(n-1 \cdot - n-2)$	—	—	- 15986	—	- 57131	—	- 84732	—	—	—	—
$P_{0.3}(n \cdot - n+1)$	—	+ 907	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{0.3}(n \cdot - n-1)$	—	+ 1159	—	- 9921	—	—	—	—	—	—	—
$P_{0.3}(n \cdot - n-3)$	—	+ 2309	—	+ 27772	—	+ 45154	—	—	—	—	—
$P_{1.0}(n \cdot - n+1)_{+\sigma}$	—	- 1250	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{1.0}(n \cdot - n-1)_{-\sigma}$	—	- 866	—	- 900	—	—	—	—	—	—	—
$P_{1.0}(n-2 \cdot - n-1)_{-\sigma}$	—	—	—	- 1247	—	- 2340	—	- 2281	—	—	—
$P_{1.0}(n \cdot - n-1)_{+\delta}$	—	+ 1634	—	+ 3942	—	—	—	—	—	—	—
$P_{1.0}(n \cdot - n+1)_{-\delta}$	—	+ 866	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{1.0}(n-2 \cdot - n+1)_{-\delta}$	—	- 866	—	+ 1044	—	+ 2147	—	—	—	—	—
$P_{0.1}(n+1 \cdot - n)_{+\sigma}$	+ 333	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{0.1}(n-1 \cdot - n)_{-\sigma}$	- 333	—	+ 53	—	- 372	—	—	—	—	—	—
$P_{0.1}(n-1 \cdot - n-2)_{-\sigma}$	—	—	+ 1763	—	+ 3855	—	+ 3930	—	—	—	—
$P_{0.1}(n+1 \cdot - n)_{+\delta}$	- 333	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{0.1}(n+1 \cdot - n-2)_{+\delta}$	- 649	—	- 5289	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{0.1}(n-1 \cdot - n+2)_{-\delta}$	+ 649	—	- 623	—	—	—	—	—	—	—	—
$P_{0.1}(n-1 \cdot - n)_{-\delta}$	+ 333	—	- 1193	—	- 3009	—	—	—	—	—	—

$\nabla w.$

	$n=0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{0.0}(n \cdot - n)$	—	— 49.77	— 212.19	— 218.39	— 197.77	— 166.40	— 133.42	— 103.38	— 78.07	— 57.80	— 42.12
$P_{1.0}(n+1 \cdot - n)$	+ 127.95	+ 297.42	+ 99.94	— 56.99	— 175.24	— 243.84	— 269.59	— 264.81	— 241.47	— 209.11	— 174.31
$P_{1.0}(n-1 \cdot - n)$	— 127.95	+ 24.89	+ 740.60	+ 1336.44	+ 1714.34	+ 1861.99	+ 1827.74	+ 1675.11	+ 1460.40	+ 1225.74	+ 998.43
$P_{0.1}(n \cdot - n+1)$	—	— 161.16	+ 4.10	+ 233.83	+ 417.07	+ 522.15	+ 555.09	+ 535.37	+ 483.56	+ 416.53	+ 346.08
$P_{0.1}(n \cdot - n-1)$	—	— 360.23	— 1693.40	— 2386.8	— 2747.2	— 2805.9	— 2646.9	— 2359.2	— 2014.7	— 1664.4	— 1338.7
$P_{2.0}(n+2 \cdot - n)$	— 449.30	— 693.9	— 517.6	— 421.4	— 401.8	— 428.1	— 458.0	— 474.7	— 471.0	— 447.6	— 409.5
$P_{2.0}(n \cdot - n)$	—	— 987.3	— 703.0	+ 338.4	+ 1769.6	+ 3138.4	+ 4173.4	+ 4776.8	+ 4968.3	+ 4830.3	+ 4464.5
$P_{2.0}(n-2 \cdot - n)$	+ 449.3	+ 648.9	— 634.5	— 3373.2	— 6656.8	— 9633.6	— 11773.9	— 12898.8	— 13076.7	— 12510.1	— 11438.4
$P_{1.1}(n+1 \cdot - n+1)$	+ 705.1	+ 1454.1	+ 1087.5	+ 893.8	+ 934.7	+ 1108.2	+ 1301.8	+ 1442.9	+ 1501.0	+ 1476.2	
$P_{1.1}(n-1 \cdot - n+1)$	— 705.1	—	+ 351.5	— 839.1	— 2942.6	— 5178.9	— 6999.4	— 8152.8	— 8611.4	— 8482.0	
$P_{1.1}(n+1 \cdot - n-1)$	+ 705.1	+ 2383.2	+ 1042.3	— 866.5	— 3034.1	— 4910.6	— 6214.0	— 6883.6	— 6991.3	— 6676.2	
$P_{1.1}(n-1 \cdot - n-1)$	— 705.1	+ 360.2	+ 7121.0	+ 16274.5	+ 25651.7	+ 33202.8	+ 37911.5	+ 39662.1	+ 38886.4	+ 36268.4	
$P_{0.2}(n \cdot - n+2)$	—	— 630.2	— 569.9	— 458.1	— 519.2	— 703.7	— 918.5	— 1093.5	— 1194.3	— 1216.0	
$P_{0.2}(n \cdot - n)$	—	— 1111.1	+ 149.8	+ 2919.8	+ 6339.7	+ 9443.0	+ 11666.2	+ 12832.5	+ 13024.9	+ 12457.9	
$P_{0.2}(n \cdot - n-2)$	—	— 1921.5	— 9448.9	— 16652.0	— 23116.0	— 27701.3	— 30022.1	— 30244.8	— 28816.7	— 26277.8	
$P_{0.0}(n+1 \cdot - n+1)_{+\sigma}$	— 327.54	— 1410.42	— 1815.75	— 1972.18	— 1934.50	— 1771.62	— 1543.54	— 1294.9	— 1054.2	— 837.8	— 652.7
$P_{0.0}(n-1 \cdot - n-1)_{-\sigma}$	+ 327.54	—	— 605.26	— 986.10	— 1160.70	— 1181.08	— 1102.53	— 971.1	— 820.0	— 670.3	— 534.0
$P_{0.0}(n+1 \cdot - n-1)_{+\delta}$	+ 327.54	+ 1410.42	+ 1815.75	+ 1972.18	+ 1934.50	+ 1771.62	+ 1543.54	+ 1294.9	+ 1054.2	+ 837.8	+ 652.7
$P_{0.0}(n-1 \cdot - n+1)_{-\delta}$	— 327.54	—	+ 605.26	+ 986.10	+ 1160.70	+ 1181.08	+ 1102.53	+ 971.1	+ 820.0	+ 670.3	+ 534.0
$P_{3.0}(n+1 \cdot - n)$	+ 1100										
$P_{3.0}(n-1 \cdot - n)$	— 1100										
$P_{3.0}(n-3 \cdot - n)$			+ 2980		— 6140						
$P_{2.1}(n \cdot - n+1)$		— 5210									
$P_{2.1}(n-2 \cdot - n+1)$		+ 3570		+ 340		+ 22680					
$P_{2.1}(n \cdot - n-1)$		— 10940		+ 2560							
$P_{2.1}(n-2 \cdot - n-1)$				— 47530		— 183570		— 318320			
$P_{1.2}(n-1 \cdot - n+2)$	— 3540		+ 2860								
$P_{1.2}(n+1 \cdot - n)$	+ 4260										
$P_{1.2}(n-1 \cdot - n)$	— 4260		+ 3800		— 47660						
$P_{1.2}(n+1 \cdot - n-2)$	+ 3540		+ 8020								
$P_{1.2}(n-1 \cdot - n-2)$			+ 46780		+ 231770		+ 449120				
$P_{0.3}(n \cdot - n+1)$		— 4620									
$P_{0.3}(n \cdot - n-1)$		— 5960		+ 21950							
$P_{0.3}(n \cdot - n-3)$		— 9040		— 94500		— 209170					
$P_{1.0}(n \cdot - n+1)_{+\sigma}$		+ 5670									
$P_{1.0}(n \cdot - n-1)_{-\sigma}$		+ 4260		+ 5960							
$P_{1.0}(n-2 \cdot - n-1)_{-\sigma}$				+ 6590		+ 15070		+ 17480			
$P_{1.0}(n \cdot - n-1)_{+\delta}$		— 7080		— 20740							
$P_{1.0}(n \cdot - n+1)_{-\delta}$		— 4260									
$P_{1.0}(n-2 \cdot - n+1)_{-\delta}$		+ 4260		— 5610		— 13890					
$P_{0.1}(n+1 \cdot - n)_{+\sigma}$	— 1790										
$P_{0.1}(n-1 \cdot - n)_{-\sigma}$	+ 1790		— 990		+ 970						
$P_{0.1}(n-1 \cdot - n-2)_{-\sigma}$			— 8250		— 22240		— 27450				
$P_{0.1}(n+1 \cdot - n)_{+\delta}$	+ 1790										
$P_{0.1}(n+1 \cdot - n-2)_{+\delta}$	+ 3100		+ 24760								
$P_{0.1}(n-1 \cdot - n+2)_{-\delta}$	— 3100		+ 3410								
$P_{0.1}(n-1 \cdot - n)_{-\delta}$	— 1790		+ 5830		+ 17600						

$$\nabla w^2.$$

	$n=0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{0.0}(n \cdot -n)$	—	+ 62	+ 175.4	+ 250	+ 289	+ 297	+ 282	+ 252	+ 216	+ 179	+ 144
$P_{1.0}(n+1 \cdot -n)$	— 171	— 510	— 440	— 260	0	+ 230	+ 420	+ 530	+ 580	+ 590	
$P_{1.0}(n-1 \cdot -n)$	+ 171	— 30	— 733	— 1680	— 2663	— 3460	— 3980	— 4170	— 4110	— 3850	
$P_{0.1}(n \cdot -n+1)$	—	+ 269	+ 230	— 30	— 410	— 770	— 1040	— 1200	— 1260	— 1230	
$P_{0.1}(n \cdot -n-1)$	—	+ 517	+ 1640	+ 2966	+ 4220	+ 5170	+ 5730	+ 5860	+ 5650	+ 5210	
$P_{2.0}(n \cdot -n)$			+ 3210								
$P_{2.0}(n-2 \cdot -n)$			+ 650		+ 11170	+ 18850	+ 26510				
$P_{1.1}(n-1 \cdot -n+1)$				— 990							
$P_{1.1}(n+1 \cdot -n-1)$	— 4960										
$P_{1.1}(n-1 \cdot -n-1)$	— 520			— 22690	— 42340	— 64240					
$P_{0.2}(n \cdot -n)$			+ 2770								
$P_{0.2}(n \cdot -n-2)$			+ 10700	+ 22570	+ 37520						
$P_{0.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\sigma}$				+ 2250		+ 3350					
$P_{0.0}(n+1 \cdot -n-1)_{+\delta}$	— 2600										
$P_{0.0}(n-1 \cdot -n+1)_{-\delta}$	—			— 2250							
$P_{1.0}(n \cdot -n+1)_{+\sigma}$		— 13590									
$P_{1.0}(n \cdot -n-1)_{+\delta}$		+ 16200									
$P_{1.0}(n \cdot -n+1)_{-\delta}$		+ 10990									
$P_{1.0}(n-2 \cdot -n+1)_{-\delta}$		— 10990		+ 14730							
$P_{0.1}(n+1 \cdot -n)_{+\sigma}$	+ 4875										
$P_{0.1}(n-1 \cdot -n)_{-\sigma}$	— 4875										
$P_{0.1}(n+1 \cdot -n)_{+\delta}$	— 4875										
$P_{0.1}(n-1 \cdot -n+2)_{-\delta}$			— 9180								
$P_{0.1}(n-1 \cdot -n)_{-\delta}$	+ 4875										

VII.

	$n = 0$	1	2	3	4	5
$R_{0.0}(n \cdot -n+1)_{+\pi'}$	- 79.10	- 191.93	- 142.48	- 101.43	- 70.45	- 48.14
$R_{0.0}(n \cdot -n-1)_{-\pi'}$	+ 79.10	+ 191.93	+ 142.48	+ 101.43	+ 70.45	+ 48.14
$R_{1.0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\pi'}$	+ 372.5	+ 482.0	+ 266.8	+ 131.0	+ 52.0	+ 9.6
$R_{1.0}(n-1 \cdot -n+1)_{+\pi'}$	+ 293.5	+ 865.9	+ 979.1	+ 942.3	+ 827.0	+ 683.5
$R_{1.0}(n+1 \cdot -n-1)_{-\pi'}$	- 293.5	- 290.1	- 124.3	- 29.5	+ 18.4	+ 38.5
$R_{1.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\pi'}$	- 372.5	- 1057.8	- 1121.6	- 1043.8	- 897.4	- 731.6
$R_{0.1}(n \cdot -n+2)_{+\pi'}$	- 649.4	- 1057.7	- 623.0	- 333.8	- 157.7	- 57.8
$R_{0.1}(n \cdot -n)_{+\pi'}$	- 333.0	- 1057.7	- 1192.9	- 1145.2	- 1003.2	- 828.0
$R_{0.1}(n \cdot -n)_{-\pi'}$	+ 333.0	+ 290.1	+ 53.0	- 71.9	- 124.0	- 134.8
$R_{0.1}(n \cdot -n-2)_{-\pi'}$	+ 649.4	+ 1825.7	+ 1763.0	+ 1550.7	+ 1284.7	+ 1020.6
$R_{2.0}(n \cdot -n+1)_{+\pi'}$		- 3119				
$R_{2.0}(n-2 \cdot -n+1)_{+\pi'}$		- 2330				
$R_{1.1}(n-1 \cdot -n+2)_{+\pi'}$			+ 5116			
$R_{1.1}(n+1 \cdot -n)_{+\pi'}$	+ 2012					
$R_{1.1}(n-1 \cdot -n)_{+\pi'}$	+ 2012					
$R_{1.1}(n+1 \cdot -n)_{-\pi'}$	- 2012					
$R_{1.1}(n-1 \cdot -n)_{-\pi'}$	- 2012					
$R_{0.2}(n \cdot -n+1)_{+\pi'}$		- 6584				
$R_{0.2}(n \cdot -n+1)_{-\pi'}$		+ 1656				
$R_{0.0}(n-1 \cdot -n)_{-\sigma+\pi'}$	- 533					
$R_{0.0}(n+1 \cdot -n)_{+\delta+\pi'}$	+ 533					
$R_{0.0}(n-1 \cdot -n+2)_{-\delta+\pi'}$			+ 873			
$R_{0.0}(n+1 \cdot -n)_{+\sigma-\pi'}$	+ 533					
$R_{0.0}(n-1 \cdot -n)_{-\delta-\pi'}$	- 533					

VII w.

	$n = 0$	1	2	3	4	5
$R_{0.0}(n \cdot -n+1)_{+\pi'}$	+ 327.5	+ 705.2	+ 605.2	+ 493.1	+ 386.9	+ 295.2
$R_{0.0}(n \cdot -n-1)_{-\pi'}$	- 327.5	- 705.2	- 605.2	- 493.1	- 386.9	- 295.2
$R_{1.0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\pi'}$	- 1949	- 2850	- 1897	- 1163	- 643	- 299
$R_{1.0}(n-1 \cdot -n+1)_{+\pi'}$	- 1621	- 4260	- 4924	- 5108	- 4898	- 4431
$R_{1.0}(n+1 \cdot -n-1)_{-\pi'}$	+ 1621	+ 2145	+ 1292	+ 670	+ 256	+ 3
$R_{1.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\pi'}$	+ 1949	+ 4965	+ 5529	+ 5601	+ 5285	+ 4727
$R_{0.1}(n \cdot -n+2)_{+\pi'}$	+ 3095	+ 4965	+ 3411	+ 2149	+ 1223	+ 594
$R_{0.1}(n \cdot -n)_{+\pi'}$	+ 1785	+ 4965	+ 5832	+ 6093	+ 5866	+ 5318
$R_{0.1}(n \cdot -n)_{-\pi'}$	- 1785	- 2145	- 990	- 177	+ 325	+ 587
$R_{0.1}(n \cdot -n-2)_{-\pi'}$	- 3095	- 7786	- 8252	- 8065	- 7413	- 6499
$R_{2.0}(n \cdot -n+1)_{+\pi'}$		+ 23010				
$R_{2.0}(n-2 \cdot -n+1)_{+\pi'}$		+ 15420				
$R_{1.1}(n-1 \cdot -n+2)_{+\pi'}$			- 33560			
$R_{1.1}(n+1 \cdot -n)_{+\pi'}$	- 13730					
$R_{1.1}(n-1 \cdot -n)_{+\pi'}$	- 13730					
$R_{1.1}(n+1 \cdot -n)_{-\pi'}$	+ 13730					
$R_{1.1}(n-1 \cdot -n)_{-\pi'}$	+ 13730					
$R_{0.2}(n \cdot -n+1)_{+\pi'}$		+ 40060				
$R_{0.2}(n \cdot -n+1)_{-\pi'}$		- 11870				
$R_{0.0}(n-1 \cdot -n)_{-\sigma+\pi'}$	+ 3280					
$R_{0.0}(n+1 \cdot -n)_{+\delta+\pi'}$	- 3280					
$R_{0.0}(n-1 \cdot -n+2)_{-\delta+\pi'}$			- 5850			
$R_{0.0}(n+1 \cdot -n)_{+\sigma-\pi'}$	- 3280					
$R_{0.0}(n-1 \cdot -n)_{-\delta-\pi'}$	+ 3280					

3. Entwicklung der Functionen T und $Qa^2 \frac{\partial \Omega}{\partial z}$.

Nach der Entwicklung der partiellen Ableitungen der Störungsfunction folgt jetzt die Herstellung der Functionen T und $Qa^2 \frac{\partial \Omega}{\partial z}$ in den beiden Differentialgleichungen (33) und (39).

Zuerst werden anstatt der wahren Anomalien f und ω die excentrischen ε und ψ in den Ausdrücken für M und N in (34) mittels der gewöhnlichen Formeln

$$\frac{\bar{r}}{a} \cos f = \cos \varepsilon - e$$

$$\frac{\bar{r}}{a} \sin f = \sqrt{1-e^2} \sin \varepsilon$$

$$\frac{\bar{r}}{a} = 1 - e \cos \varepsilon$$

$$\frac{\rho}{a} \cos \omega = \cos \psi - e$$

$$\frac{\rho}{a} \sin \omega = \sqrt{1-e^2} \sin \psi$$

$$\frac{\rho}{a} = 1 - e \cos \psi$$

eingeführt. Diese Ausdrücke bekommen dann, wenn nur Glieder erster Ordnung und dritten Grades berücksichtigt worden sind, die folgende Form:

$$\left. \begin{aligned} M &= -3 - 6\eta^2 + [4\eta + 16\eta^3] \cos \varepsilon - 2\eta^2 \cos 2\varepsilon + \\ &\quad + 4\eta^2 \cos(\varepsilon + \psi) + [-6\eta - 24\eta^3] \cos \psi + [4 + 12\eta^2] \cos(\varepsilon - \psi) + [-2\eta - 8\eta^3] \cos(2\varepsilon - \psi) \\ N &= [2\eta + 8\eta^3] \sin \varepsilon - 2\eta^2 \sin 2\varepsilon + \\ &\quad + 4\eta^2 \sin(\varepsilon + \psi) + [-2\eta - 8\eta^3] \sin \psi + [2 + 4\eta^2] \sin(\varepsilon - \psi) + [-2\eta - 8\eta^3] \sin(2\varepsilon - \psi). \end{aligned} \right\} (80)$$

Es ist auch nach (40)

$$\left. \begin{aligned} Q &= 2\eta \sin \varepsilon - 2\eta^2 \sin 2\varepsilon + \\ &\quad + 2\eta^2 \sin(\varepsilon + \psi) - 3\eta \sin \psi + [-1 - 2\eta^2] \sin(\varepsilon - \psi) + \eta \sin(2\varepsilon - \psi). \end{aligned} \right\} (81)$$

Die Reihenentwicklungen für T und $Qa^2 \frac{\partial \Omega}{\partial z}$ werden dann unter Berücksichtigung der Formeln (33), (78), (80) und (81), und wenn nur Glieder erster Ordnung mitgenommen sind,

$$\left. \begin{aligned} T = T_2^{1)} &= \sum F_{p \cdot q} (n+r \cdot -n+s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \sin A \\ &+ \sum G_{p \cdot q} (n+r \cdot -n+s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \sin (A - \psi + \varepsilon) \\ &+ \sum H_{p \cdot q} (n+r \cdot -n+s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \sin (A + \psi - \varepsilon) \end{aligned} \right\} \quad (82)$$

$$\left. \begin{aligned} -\frac{1}{i} Qa^2 \frac{\partial \Omega}{\partial z} &= \sum F_{p \cdot q} (n+r \cdot -n+s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \cos A \\ &+ \sum G_{p \cdot q} (n+r \cdot -n+s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \cos (A - \psi + \varepsilon) \\ &+ \sum H_{p \cdot q} (n+r \cdot -n+s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \cos (A + \psi - \varepsilon) \end{aligned} \right\} \quad (83)$$

Hier ist

$$F_{p \cdot q} (n+r \cdot -n+s) = F_{0 \cdot p \cdot q} (n+r \cdot -n+s) + F_{1 \cdot p \cdot q} (n+r \cdot -n+s) w + F_{2 \cdot p \cdot q} (n+r \cdot -n+s) w^2 + \dots$$

u. s. w. für G und H .

Die Koeffizienten $F_{r \cdot p \cdot q}$, $G_{r \cdot p \cdot q}$ und $H_{r \cdot p \cdot q}$, welche in der Entwicklung von T_2 vorkommen, sind aus den Grössen $P_{r \cdot p \cdot q} (n+r \cdot -n+s)$ und $Q_{r \cdot p \cdot q} (n+r \cdot -n+s)$ in den Tafeln V und VI mit Anwendung der Formeln pag. 83—98 in der Arbeit «Formeln und Tafeln etc.» berechnet. Für die Berechnung der in der Entwicklung von $-\frac{1}{i} Qa^2 \frac{\partial \Omega}{\partial z}$ vorkommenden Grössen $F_{r \cdot p \cdot q}$, $G_{r \cdot p \cdot q}$, $H_{r \cdot p \cdot q}$ aus den in den Tafeln VII enthaltenen Koeffizienten $R_{r \cdot p \cdot q} (n+r \cdot -n+s)$ dienen die Formeln pag. 98—103 in derselben Arbeit.

Die so berechneten Koeffizienten $F_{r \cdot p \cdot q} (n+r \cdot -n+s)$, $G_{r \cdot p \cdot q} (n+r \cdot -n+s)$ und $H_{r \cdot p \cdot q} (n+r \cdot -n+s)$ sind in den folgenden Tafeln VIII . . . XIV w zusammengestellt.

Die Argumente A sind dieselben, welche in den Entwicklungen (78) auftraten.

1) Die Bezeichnung T_2 für die Glieder erster Ordnung in T ist aus Gründen, welche später zu erwähnen sind, angewandt.

VIII.

	$n=0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$F_{0.0}(n \cdot -n)$	—	1.67330	2.43375	2.33467	2.20378	2.05615	1.89820	1.73326	1.56330	1.38950	1.21272
$F_{1.0}(n+1 \cdot -n)$	1.93591 n	2.31869 n	0.79169 n	2.03157	2.20624	2.23492	2.20167	2.13335	2.04226	1.93515	1.81617
$F_{1.0}(n-1 \cdot -n)$	1.93591	2.05660 n	3.07171 n	3.17514 n	3.18023 n	3.13542 n	3.06029 n	2.96475 n	2.85452 n	2.73318 n	2.60318 n
$F_{0.1}(n \cdot -n+1)$	—	2.11291	2.11760 n	2.49682 n	2.58999 n	2.59019 n	2.54266 n	2.46590 n	2.36922 n	2.25830 n	2.13637 n
$F_{0.1}(n \cdot -n-1)$	—	2.50272	3.30980	3.35782	3.33624	3.27573	3.19022	3.08733	2.97160	2.84601	2.71260
$F_{2.0}(n+2 \cdot -n)$	2.32486	2.51231	2.33684	2.27866	2.29750	2.32640	2.33606	2.32098	2.28348	2.22709	2.15528
$F_{2.0}(n \cdot -n)$	—	2.87888	2.10775	2.94536 n	3.25108 n	3.37277 n	3.41429 n	3.40910 n	3.37286 n	3.31427 n	3.23884 n
$F_{2.0}(n-2 \cdot -n)$	2.32486 n	1.51188 n	3.35126	3.67744	3.82712	3.89027	3.90144	3.87784	3.82930	3.76199	3.68002
$F_{1.1}(n+1 \cdot -n+1)$	2.58415 n	2.91360 n	2.71735 n	2.66074 n	2.72728 n	2.80095 n	2.84122 n	2.84654 n	2.82297 n	2.77670 n	2.71219 n
$F_{1.1}(n-1 \cdot -n+1)$	2.58415	2.45478 n	2.32009	3.23687	3.51184	3.63284	3.67756	3.67589	3.64279	3.58700	3.51389
$F_{1.1}(n+1 \cdot -n-1)$	2.58415 n	3.15499 n	2.58393	3.25897	3.46666	3.55046	3.57113	3.55257	3.50694	3.44144	3.36060
$F_{1.1}(n-1 \cdot -n-1)$	2.58415	2.98436 n	4.00781 n	4.23599 n	4.33984 n	4.37609 n	4.36950 n	4.33327 n	4.27534 n	4.20064 n	4.11281 n
$F_{0.2}(n \cdot -n+2)$	—	2.65423	2.51562	2.42967	2.54893	2.67385	2.74682	2.77277	2.76297	2.72627	2.66893
$F_{0.2}(n \cdot -n)$	—	2.88118	3.17542 n	3.59312 n	3.76931 n	3.84452 n	3.86242 n	3.84305 n	3.79738 n	3.73215 n	3.65174 n
$F_{0.2}(n \cdot -n-2)$	—	3.19934	4.02862	4.18478	4.25020	4.26229	4.23907	4.19066	4.12337	4.04140	3.94763
$F_{0.0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\sigma}$	2.37530	3.06128	3.10800	3.08535	3.02397	2.93778	2.83435	2.71817	2.59220	2.45853	2.31854
$F_{0.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\sigma}$	2.37530 n	—	2.63087	2.78432	2.80212	2.76169	2.68821	2.59327	2.48308	2.36164	2.23139
$F_{0.0}(n+1 \cdot -n-1)_{+\delta}$	2.37530 n	3.06128 n	3.10800 n	3.08535 n	3.02397 n	2.93778 n	2.83435 n	2.71817 n	2.59220 n	2.45853 n	2.31854 n
$F_{0.0}(n-1 \cdot -n+1)_{-\delta}$	2.37530	—	2.63087 n	2.78432 n	2.80212 n	2.76169 n	2.68821 n	2.59327 n	2.48308 n	2.36164 n	2.23139 n
$F_{0.0}(n \cdot -n)$	—	2.1741 n	2.8038 n	2.8164 n	2.7733 n	2.6983 n	2.6024 n	2.4916 n	2.3696 n	2.2390 n	2.1016 n
$F_{1.0}(n+1 \cdot -n)$	2.4080	2.8926	2.6107	1.3060 n	2.5705 n	2.7737 n	2.8414 n	2.8471 n	2.8157 n	2.7594 n	2.6849 n
$F_{1.0}(n-1 \cdot -n)$	2.4080 n	2.5857	3.47165	3.6751	3.7619	3.7863	3.7711	3.7282	3.6649	3.5861	3.4948
$F_{0.1}(n \cdot -n+1)$	—	2.6844 n	1.0899	2.8460	3.0973	3.1949	3.2215	3.2058	3.1616	3.0968	3.0163
$F_{0.1}(n \cdot -n-1)$	—	3.03370 n	3.7059 n	3.8549 n	3.9160 n	3.9252 n	3.8999 n	3.8499 n	3.7813 n	3.6984 n	3.6038 n
$F_{2.0}(n+2 \cdot -n)$	2.9536 n	3.2387 n	3.1109 n	3.0036 n	2.9700 n	2.9942 n	3.0332 n	3.0603 n	3.0679 n	3.0550 n	3.0240 n
$F_{2.0}(n \cdot -n)$	—	3.5149 n	3.5005 n	2.4467 n	3.5961	3.9089	4.0546	4.1243	4.1480	4.1402	4.1091
$F_{2.0}(n-2 \cdot -n)$	2.9536	2.3138	3.7902 n	4.2026 n	4.42533 n	4.5526 n	4.6205 n	4.6476 n	4.6447 n	4.6189 n	4.5750 n
$F_{1.1}(n+1 \cdot -n+1)$	3.1493	3.5794	3.4619	3.3585	3.3665	3.4459	3.5267	3.5814	3.6065	3.6054	
$F_{1.1}(n-1 \cdot -n+1)$	3.1493 n	3.08296	3.1474	3.4779 n	4.0007 n	4.2328 n	4.3556 n	4.4161 n	4.4363 n	4.4267 n	
$F_{1.1}(n+1 \cdot -n-1)$	3.1493	3.7880	3.5595	3.0754 n	3.8526 n	4.0973 n	4.2157 n	4.2698 n	4.2831 n	4.2678 n	
$F_{1.1}(n-1 \cdot -n-1)$	3.1493 n	3.5481	4.4415	4.75558	4.9343	5.0359	5.0868	5.1017	5.0897	5.0568	
$F_{0.2}(n \cdot -n+2)$	—	3.2766 n	3.2329 n	3.1381 n	3.1925 n	3.3215 n	3.4402 n	3.5159 n	3.5542 n	3.5620 n	
$F_{0.2}(n \cdot -n)$	—	3.5229 n	2.6526	3.9425	4.2792	4.4522	4.5441	4.5854	4.5919	4.5726	
$F_{0.2}(n \cdot -n-2)$	—	3.7608 n	4.45250 n	4.6986 n	4.8410 n	4.9196 n	4.9546 n	4.9578 n	4.9368 n	4.8967 n	
$F_{0.0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\sigma}$	2.9924 n	3.6265 n	3.7362 n	3.7721 n	3.7637 n	3.7255 n	3.6656 n	3.5891 n	3.5000 n	3.4003 n	3.2918 n
$F_{0.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\sigma}$	2.9924	—	3.2591 n	3.47104 n	3.5418 n	3.5494 n	3.5195 n	3.4644 n	3.3909 n	3.3034 n	3.2047 n
$F_{0.0}(n+1 \cdot -n-1)_{+\delta}$	2.9924	3.6265	3.7362	3.7721	3.7637	3.7255	3.6656	3.5894	3.5000	3.4003	3.2918
$F_{0.0}(n-1 \cdot -n+1)_{-\delta}$	2.9924 n	—	3.2591	3.47104	3.5418	3.5494	3.5195	3.4644	3.3909	3.3034	3.2047
$F_{0.0}(n \cdot -n)$	—	2.270	2.721	2.875	2.938	2.950	2.927	2.878	2.812	2.730	2.635
$F_{1.0}(n+1 \cdot -n)$	2.531 n	3.121 n	3.111 n	2.940 n	2.230 n	2.681	3.017	3.143	3.193	3.207	
$F_{1.0}(n-1 \cdot -n)$	2.531	2.732 n	3.4673 n	3.775 n	3.953 n	4.055 n	4.108 n	4.124 n	4.114 n	4.083 n	
$F_{0.1}(n \cdot -n+1)$	—	2.908	2.839	1.954 n	3.090 n	3.364 n	3.494 n	3.556 n	3.577 n	3.567 n	
$F_{0.1}(n \cdot -n-1)$	—	3.1906	3.692	3.949	4.102	4.191	4.235	4.245	4.229	4.194	
$F_{2.0}(n \cdot -n)$	—		4.032								
$F_{2.0}(n-2 \cdot -n)$	—		3.876		4.6502		4.972				
$F_{1.1}(n-1 \cdot -n+1)$		3.3945 n		3.538 n							
$F_{1.1}(n+1 \cdot -n-1)$		4.102 n									
$F_{1.1}(n-1 \cdot -n-1)$		3.766		4.8999 n		5.322 n					
$F_{0.2}(n \cdot -n)$	—		3.920								
$F_{0.2}(n \cdot -n-2)$	—		4.5065		5.051						
$F_{0.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\sigma}$		—		3.8293		4.002					
$F_{0.0}(n+1 \cdot -n-1)_{+\delta}$		3.892 n									
$F_{0.0}(n-1 \cdot -n+1)_{-\delta}$		—		3.829 n							

Faktor w .

Faktor w^2 .

IX.

	$n=0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$G_{0.0}(n \cdot - n)$	1.63488	1.43967	1.82670 n	1.77006 n	1.66032 n	1.52548 n	1.37614 n	1.21740 n	1.05212 n	0.88201 n	0.70817 n
$G_{1.0}(n+1 \cdot - n)$	2.02382 n	1.74076 n	1.91793 n	1.92768 n	1.91429 n	1.86970 n	1.79962 n	1.71012 n	1.60563 n	1.48996 n	1.36174 n
$G_{1.0}(n-1 \cdot - n)$	2.28312 n	2.35040 n	2.43622	2.62230	2.65488	2.62337	2.55598	2.46547	2.35876	2.23995	2.11193
$G_{0.1}(n \cdot - n+1)$	2.28312	2.04938	2.02600	2.10466	2.13159	2.10985	2.05381	1.97359	1.87552	1.76440	1.64266
$G_{0.1}(n \cdot - n-1)$	2.28312	2.34661	2.63408 n	2.76302 n	2.77560 n	2.73392 n	2.66034 n	2.56563 n	2.45594 n	2.33490 n	2.20509 n
$G_{2.0}(n+2 \cdot - n)$	2.25166	2.05453	0.54158	1.67311 n	1.87286 n	1.94141 n	1.95332 n	1.93049 n	1.88349 n	1.81842 n	1.73894 n
$G_{2.0}(n \cdot - n)$	2.75459	2.71081	2.72827	2.86471	2.96547	3.01308	3.01870	2.99308	2.94404	2.87672	2.79509
$G_{2.0}(n-2 \cdot - n)$	2.59083	2.89416	2.59719 n	3.13644 n	3.32512 n	3.40185 n	3.41906 n	3.39854 n	3.35172 n	3.28539 n	3.20101 n
$G_{1.1}(n+1 \cdot - n+1)$	2.88644 n	2.67166 n	2.05994 n	1.78211	2.22363	2.36183	2.41147	2.41357	2.38426	2.33254	2.26328
$G_{1.1}(n-1 \cdot - n+1)$	2.98310 n	3.00180 n	2.88681 n	3.00112 n	3.12488 n	3.19615 n	3.22012 n	3.20842 n	3.16994 n	3.11111 n	3.03615 n
$G_{1.1}(n+1 \cdot - n-1)$	2.76193 n	2.71819 n	2.97273 n	3.07242 n	3.13881 n	3.16376 n	3.15446 n	3.11868 n	3.06223 n	2.98950 n	2.90362 n
$G_{1.1}(n-1 \cdot - n-1)$	3.06212 n	3.31546 n	3.19750	3.62866	3.78710	3.84748	3.85406	3.82598	3.77356	3.70270	3.61776
$G_{0.2}(n \cdot - n+2)$	2.91210	2.69391	2.18817	1.29863	1.84997 n	2.13017 n	2.23937 n	2.27644 n	2.27059 n	2.23553 n	2.17904 n
$G_{0.2}(n \cdot - n)$	2.93747	2.95707	3.05527	3.20080	3.30791	3.36031	3.37007	3.34763	3.30107	3.23592	3.15601
$G_{0.2}(n \cdot - n-2)$	2.91210	3.11400	3.25875 n	3.55349 n	3.66975 n	3.70797 n	3.70053 n	3.66264 n	3.60285 n	3.52648 n	3.43705 n
$G_{0.0}(n+1 \cdot - n+1)_{+\sigma}$	2.40480	1.99193	1.95173 n	2.23892 n	2.28916 n	2.26231 n	2.19596 n	2.10514 n	1.99765 n	1.87806 n	1.74912 n
$G_{0.0}(n-1 \cdot - n-1)_{-\sigma}$	2.75616	2.93745	2.68164	2.36618	1.94047	0.98318	1.43040 n	1.60541 n	1.61847 n	1.57054 n	1.48968 n
$G_{0.0}(n+1 \cdot - n-1)_{+\delta}$	2.40480 n	1.99193 n	1.95173	2.23892	2.28916	2.26231	2.19596	2.10514 n	1.99765	1.87806	1.74912
$G_{0.0}(n-1 \cdot - n+1)_{-\delta}$	2.75616 n	2.93745 n	2.68164 n	2.36618 n	1.94047 n	0.98318 n	1.43040	1.60541	1.61847	1.57054	1.48968
$G_{0.0}(n \cdot - n)$	2.1070 n	2.0469 n	2.0334	2.1782	2.1869	2.1390	2.0597	1.9602	1.8463	1.7218	1.5891
$G_{1.0}(n+1 \cdot - n)$	2.6525	2.5429	2.4181	2.4079	2.4489	2.4735	2.4693	2.4389	2.3870	2.3180	2.2351
$G_{1.0}(n-1 \cdot - n)$	2.84831	3.0024	2.2527 n	2.9848 n	3.1689 n	3.2332 n	3.2389 n	3.2088 n	3.1539 n	3.0809 n	2.9939 n
$G_{0.1}(n \cdot - n+1)$	2.8483 n	2.7527 n	2.5634 n	2.6008 n	2.6802 n	2.7266 n	2.7346 n	2.7117 n	2.6649 n	2.5995 n	2.5190 n
$G_{0.1}(n \cdot - n-1)$	2.8483 n	3.0050 n	2.6984	3.1492	3.2968	3.3466	3.3446	3.3096	3.2514	3.1761	3.0872
$G_{2.0}(n+2 \cdot - n)$	3.0429 n	2.9633 n	2.4960 n	8.5000	2.2896	2.5116	2.6097	2.6522	2.6597	2.6421	
$G_{2.0}(n \cdot - n)$	3.4922 n	3.5616 n	3.3988 n	3.4117 n	3.5221 n	3.6252 n	3.6923 n	3.7242 n	3.7269 n	3.7062 n	
$G_{2.0}(n-2 \cdot - n)$	3.3015 n	3.6226 n	3.1743 n	3.3631	3.8121	4.0038	4.0999	4.1419	4.1477	4.1275	
$G_{1.1}(n+1 \cdot - n+1)$	3.5920	3.5031	3.0867	2.3660	2.5971 n	2.9302 n	3.0702 n	3.1379 n	3.1633 n	3.1589 n	
$G_{1.1}(n-1 \cdot - n+1)$	3.6640	3.7613	3.5768	3.5744	3.6986	3.8215	3.9045	3.9486	3.9607	3.9472	
$G_{1.1}(n+1 \cdot - n-1)$	3.5056	3.5789	3.5292	3.5807	3.6860	3.7740	3.8280	3.8501	3.8454	3.8193	
$G_{1.1}(n-1 \cdot - n-1)$	3.7258	4.0246	3.3572	3.9211 n	4.2869 n	4.4538 n	4.5367 n	4.5701 n	4.5698 n	4.5449 n	
$G_{0.2}(n \cdot - n+2)$	3.5491 n	3.4565 n	3.0571 n	2.5700 n	2.0618	2.6975	2.9044	3.0071	3.0551	3.0668	
$G_{0.2}(n \cdot - n)$	3.6295 n	3.7313 n	3.6428 n	3.7235 n	3.8669 n	3.9820 n	4.0537 n	4.0879 n	4.0920 n	4.0723 n	
$G_{0.2}(n \cdot - n-2)$	3.5491 n	3.8177 n	2.6761	3.9008	4.1819	4.3186	4.3850	4.4076	4.3996	4.3688	
$G_{0.0}(n+1 \cdot - n+1)_{+\sigma}$	3.1638 n	3.1582 n	2.5843 n	2.5000	2.8522	2.9456	2.9567	2.9249	2.8662	2.7887	2.6971
$G_{0.0}(n-1 \cdot - n-1)_{-\sigma}$	3.4422 n	3.6294 n	3.4479 n	3.2191 n	2.9223 n	2.4752 n	1.3636	2.2869	2.4255	2.4467	2.4158
$G_{0.0}(n+1 \cdot - n-1)_{+\delta}$	3.1638	3.1582	2.5843	2.5000 n	2.8522 n	2.9456 n	2.9567 n	2.9249 n	2.8662 n	2.7887 n	2.6971 n
$G_{0.0}(n-1 \cdot - n+1)_{-\delta}$	3.4422	3.6294	3.4479	3.2191	2.9223	2.4752	1.3636 n	2.2869 n	2.4255 n	2.4467 n	2.4158 n
$G_{0.0}(n \cdot - n)$	2.233	2.316	1.505	1.973 n	2.235 n	2.326 n	2.344 n	2.318 n	2.267 n	2.196 n	2.111 n
$G_{1.0}(n+1 \cdot - n)$	2.982 n	3.009 n	2.756 n	2.580 n	2.613 n	2.663 n	2.740 n	2.771 n	2.778 n	2.778 n	
$G_{1.0}(n-1 \cdot - n)$	3.1146 n	3.340 n	3.068 n	2.079	3.164	3.406	3.521	3.567	3.577	3.559	
$G_{0.1}(n \cdot - n+1)$	3.114	3.146	2.892	2.778	2.845	2.944	3.017	3.061	3.075	3.064	
$G_{0.1}(n \cdot - n-1)$	3.114	3.348	3.013	2.716 n	3.316 n	3.525 n	3.629 n	3.670 n	3.675 n	3.653 n	

X.

	$n = 0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$H_{0,0}(n \cdot - n)$	1.63488 n	1.95598 n	2.46965 n	2.36031 n	2.22381 n	2.07263 n	1.91220 n	1.74545 n	1.57409 n	1.39917 n	1.22149 n
$H_{1,0}(n+1 \cdot - n)$	2.28312	2.49752	2.13280	1.28937 n	2.00771 n	2.12251 n	2.12466 n	2.07536 n	1.99612 n	1.89691 n	1.78362 n
$H_{1,0}(n-1 \cdot - n)$	2.02382	2.63971	3.17502	3.23789	3.22506	3.17022	3.08871	2.98875	2.87527	2.75147	2.61953
$H_{0,1}(n \cdot - n+1)$	2.28312 n	2.45478 n	1.83651	2.46435	2.58357	2.59127	2.54650	2.47085	2.37461	2.25375	2.14176
$H_{0,1}(n \cdot - n-1)$	2.28312 n	2.81051 n	3.35993 n	3.39089 n	3.36085 n	3.29532 n	3.20648 n	3.10122 n	2.98372 n	2.85677 n	2.72227 n
$H_{2,0}(n+2 \cdot - n)$	2.59083 n	2.70795 n	2.37635 n	2.17531 n	2.13085 n	2.16420 n	2.19653 n	2.20352 n	2.18392 n	2.14145 n	2.08056 n
$H_{2,0}(n \cdot - n)$	2.75459 n	3.19945 n	2.99048 n	2.24787	3.08639	3.28406	3.35531	3.36558	3.33865	3.28625	3.21518
$H_{2,0}(n-2 \cdot - n)$	2.25166 n	3.01334 n	3.55577 n	3.78733 n	3.90092 n	3.94549 n	3.94544 n	3.91437 n	3.86049 n	3.78921 n	3.70415 n
$H_{1,1}(n+1 \cdot - n+1)$	3.06212	3.17250	2.86894	2.66756	2.65701	2.72200	2.77208	2.78856	2.77428	2.73522	2.67637
$H_{1,1}(n-1 \cdot - n+1)$	2.76193	3.19703	2.64952	3.17377 n	3.51259 n	3.64486 n	3.69201 n	3.69044 n	3.65675 n	3.60014 n	3.52621 n
$H_{1,1}(n+1 \cdot - n-1)$	2.98310	3.35787	2.85411	2.93082 n	3.32848 n	3.46489 n	3.50982 n	3.50508 n	3.46832 n	3.40895 n	3.33261 n
$H_{1,1}(n-1 \cdot - n-1)$	2.88644	3.57803	4.13122	4.30845	4.39032	4.41456	4.40048	4.35917	4.29755	4.22009	4.13010
$H_{0,2}(n \cdot - n+2)$	2.91210 n	3.03965 n	2.77182 n	2.57806 n	2.60328 n	2.69394 n	2.75647 n	2.77900 n	2.76794 n	2.73072 n	2.67311 n
$H_{0,2}(n \cdot - n)$	2.93747 n	3.28332 n	2.93510	3.56073	3.76394	3.84685	3.86738	3.84898	3.80359	3.73834	3.65777
$H_{0,2}(n \cdot - n-2)$	2.91210 n	3.53277 n	4.09439 n	4.22602 n	4.27981 n	4.28525 n	4.25775 n	4.20638 n	4.13693 n	4.05330 n	3.95823 n
$H_{0,0}(n+1 \cdot - n+1)_{+\sigma}$	2.75616 n	3.21314 n	3.20959 n	3.16123 n	3.08436 n	2.98785 n	2.87708 n	2.75543 n	2.62521 n	2.48816 n	2.34541 n
$H_{0,0}(n-1 \cdot - n-1)_{-\sigma}$	2.40480 n	2.93745 n	3.02134 n	3.01862 n	2.96970 n	2.89202 n	2.79478 n	2.68335 n	2.56108 n	2.43040 n	2.29288 n
$H_{0,0}(n+1 \cdot - n-1)_{+\delta}$	2.75616	3.21314	3.20959	3.16123	3.08436	2.98785	2.87708	2.75543	2.62521	2.48816	2.34541
$H_{0,0}(n-1 \cdot - n+1)_{-\delta}$	2.40480	2.93745	3.02134	3.01862	2.96970	2.89202	2.79478	2.68335	2.56108	2.43040	2.29288
$H_{0,0}(n \cdot - n)$	2.1070	2.4920	2.86959	2.8590	2.8044	2.7225	2.6221	2.5082	2.3840	2.2516	2.1128
$H_{1,0}(n+1 \cdot - n)$	2.84831 n	3.1193 n	2.9435 n	2.5176 n	2.0508	2.6047	2.7437	2.7796	2.7647	2.7186	2.6510
$H_{1,0}(n-1 \cdot - n)$	2.6525 n	3.2370 n	3.6299 n	3.7654 n	3.82327 n	3.8321 n	3.8072 n	3.7580 n	3.6902 n	3.6080 n	3.5141 n
$H_{0,1}(n \cdot - n+1)$	2.8483	3.08298	2.5434	2.7296 n	3.0753 n	3.1920 n	3.2247 n	3.2113 n	3.1679 n	3.1033 n	3.0228 n
$H_{0,1}(n \cdot - n-1)$	2.8483	3.3896	3.7976	3.91047	3.9546	3.9543	3.9231	3.8691	3.7976	3.7125	3.6162
$H_{2,0}(n+2 \cdot - n)$	3.3015	3.4766	3.2695	3.0696	2.9355	2.8990	2.9220	2.9544	2.9729	2.9713	
$H_{2,0}(n \cdot - n)$	3.4923	3.9146	3.8710	3.5816	3.0108 n	3.7573 n	3.9737 n	4.0711 n	4.1090 n	4.1097 n	
$H_{2,0}(n-2 \cdot - n)$	3.0429	3.7033	4.0990	4.3586	4.5244	4.6236	4.6752	4.6919	4.6817	4.6507	
$H_{1,1}(n+1 \cdot - n+1)$	3.7258 n	3.8960 n	3.6848 n	3.4785 n	3.3776 n	3.4006 n	3.4693 n	3.5274 n	3.5591 n	3.5644 n	
$H_{1,1}(n-1 \cdot - n+1)$	3.5056 n	3.9134 n	3.7693 n	2.8302	3.9616	4.2355	4.3678	4.4310	4.4511	4.4411	
$H_{1,1}(n+1 \cdot - n-1)$	3.6640 n	4.0532 n	3.9320 n	3.4999 n	3.5082	3.9664	4.1368	4.2141	4.2403	4.2332	
$H_{1,1}(n-1 \cdot - n-1)$	3.5920 n	4.2286 n	4.6366 n	4.8635 n	5.0055 n	5.0877 n	5.1271 n	5.1344 n	5.1171 n	5.0803 n	
$H_{0,2}(n \cdot - n+2)$	3.5491	3.7309	3.5341	3.3432	3.2926	3.3648	3.4581	3.5260	3.5613	3.5679	
$H_{0,2}(n \cdot - n)$	3.6295	3.9926	3.5791	3.8054 n	4.2552 n	4.4499 n	4.5484 n	4.5920 n	4.5992 n	4.5800 n	
$H_{0,2}(n \cdot - n-2)$	3.5491	4.1541	4.5720	4.7683	4.8880	4.9541	4.9815	4.9796	4.9551	4.9124	
$H_{0,0}(n+1 \cdot - n+1)_{+\sigma}$	3.4422	3.8501	3.8835	3.8792	3.8467	3.7927	3.7217	3.6373	3.5418	3.4372	3.3249
$H_{0,0}(n-1 \cdot - n-1)_{-\sigma}$	3.1638	3.6294	3.7182	3.7482	3.7387	3.7010	3.6422	3.5671	3.4791	3.3805	3.2731
$H_{0,0}(n+1 \cdot - n-1)_{+\delta}$	3.4422 n	3.8501 n	3.8835 n	3.8792 n	3.8467 n	3.7927 n	3.7217 n	3.6373 n	3.5418 n	3.4372 n	3.3249 n
$H_{0,0}(n-1 \cdot - n+1)_{-\delta}$	3.1638 n	3.6294 n	3.7182 n	3.7482 n	3.7387 n	3.7010 n	3.6422 n	3.5671 n	3.4791 n	3.3805 n	3.2731 n
$H_{0,0}(n \cdot - n)$	2.233 n	2.658 n	2.8654 n	2.957 n	2.993 n	2.989 n	2.958 n	2.903 n	2.832 n	2.747 n	2.650 n
$H_{1,0}(n+1 \cdot - n)$	3.1146	3.423	3.358	3.204	2.875	1.477 n	2.832 n	3.040 n	3.130 n	3.158 n	
$H_{1,0}(n-1 \cdot - n)$	2.982	3.508	3.747	3.925	4.0481	4.122	4.159	4.164	4.147	4.111	
$H_{0,1}(n \cdot - n+1)$	3.114 n	3.3936 n	3.230 n	2.681 n	2.973	3.342	3.494	3.562	3.585	3.575	
$H_{0,1}(n \cdot - n-1)$	3.114 n	3.632 n	3.880 n	4.0547 n	4.171 n	4.239 n	4.271 n	4.273 n	4.252 n	4.213 n	
$H_{2,0}(n-2 \cdot - n)$							5.006 n				
$H_{1,1}(n-1 \cdot - n-1)$						5.400					
$H_{0,0}(n+1 \cdot - n-1)_{+\delta}$		4.210									
$H_{0,0}(n-1 \cdot - n+1)_{-\delta}$				4.167							

Faktor w.

Faktor w².

XI.

	$n = 0$	1	2	3	4	5	6	7	8
$3 \cdot 0 (n+1 \cdot -n)$	$H = + 1657$								
$3 \cdot 0 (n-1 \cdot -n)$	$G = - 1657$								
$3 \cdot 0 (n-3 \cdot -n)$			$F = - 1957$		$H = - 5095$ $G = + 6177$		$F = - 35276$		$H = + 45206$
$2 \cdot 1 (n \cdot -n+1)$		$H = - 9194$							
$2 \cdot 1 (n-2 \cdot -n+1)$		$G = + 4235$		$F = - 3727$		$H = + 22896$			
$2 \cdot 1 (n \cdot -n-1)$		$F = + 6731$		$H = + 5329$					
$2 \cdot 1 (n-2 \cdot -n-1)$				$G = - 13733$		$F = + 142864$		$H = - 200005$	
$1 \cdot 2 (n-1 \cdot -n+2)$	$F = + 1634$		$H = + 5241$						
$1 \cdot 2 (n+1 \cdot -n)$	$H = + 6391$								
$1 \cdot 2 (n-1 \cdot -n)$	$G = - 6391$		$F = + 3444$		$H = - 52180$				
$1 \cdot 2 (n+1 \cdot -n-2)$	$F = - 1634$		$H = + 2711$		$F = - 190439$		$H = + 294327$		
$1 \cdot 2 (n-1 \cdot -n-2)$			$G = + 4405$						
$0 \cdot 3 (n \cdot -n+1)$		$H = - 7837$							
$0 \cdot 3 (n \cdot -n-1)$		$F = + 3477$		$H = + 27524$					
$0 \cdot 3 (n \cdot -n-3)$		$G = + 6633$		$F = + 83316$		$H = - 144032$			
$1 \cdot 0 (n \cdot -n+1)_{+\sigma}$		$H = + 11007$							
$1 \cdot 0 (n \cdot -n-1)_{-\sigma}$		$F = - 1732$		$H = + 4023$					
$1 \cdot 0 (n \cdot -2 \cdot -n-1)_{-\sigma}$				$G = - 3615$		$F = - 7800$		$H = + 9527$	
$1 \cdot 0 (n \cdot -n-1)_{+\delta}$		$F = + 6536$		$H = - 17559$					
$1 \cdot 0 (n \cdot -n+1)_{-\delta}$		$H = - 6391$							
$1 \cdot 0 (n-2 \cdot -n+1)_{-\delta}$		$G = + 6391$		$F = + 4176$		$H = - 10847$			
$0 \cdot 1 (n+1 \cdot -n)_{+\sigma}$	$H = - 3012$								
$0 \cdot 1 (n-1 \cdot -n)_{-\sigma}$	$G = + 3012$		$F = + 159$		$H = + 1107$				
$0 \cdot 1 (n-1 \cdot -n-2)_{-\sigma}$			$G = + 7091$		$F = + 11565$		$H = - 15309$		
$0 \cdot 1 (n+1 \cdot -n)_{+\delta}$	$H = + 3012$								
$0 \cdot 1 (n+1 \cdot -n-2)_{+\delta}$	$F = - 1947$		$H = + 21195$						
$0 \cdot 1 (n-1 \cdot -n+2)_{-\delta}$	$F = + 1947$		$H = + 5741$						
$0 \cdot 1 (n-1 \cdot -n)_{-\delta}$	$G = - 3012$		$F = - 3579$		$H = + 13813$				
$3 \cdot 0 (n+1 \cdot -n)$	$H = - 11850$								
$3 \cdot 0 (n-1 \cdot -n)$	$G = + 11850$		$F = + 14870$		$H = - 4350$		$F = + 189330$		$H = - 305080$
$3 \cdot 0 (n-3 \cdot -n)$					$G = - 16310$				
$2 \cdot 1 (n \cdot -n+1)$		$H = + 60780$							
$2 \cdot 1 (n-2 \cdot -n+1)$		$G = - 28960$		$F = + 1670$		$H = - 84410$			
$2 \cdot 1 (n \cdot -n-1)$		$F = - 33550$		$H = + 55060$					
$2 \cdot 1 (n-2 \cdot -n-1)$				$G = + 9090$		$F = - 673100$		$H = + 1218270$	
$1 \cdot 2 (n-1 \cdot -n+2)$	$F = - 7080$		$H = - 35150$						
$1 \cdot 2 (n+1 \cdot -n)$	$H = - 39350$								
$1 \cdot 2 (n-1 \cdot -n)$	$G = + 39350$		$F = + 15190$		$H = + 143470$				
$1 \cdot 2 (n+1 \cdot -n-2)$	$F = + 7080$		$H = - 60590$						
$1 \cdot 2 (n-1 \cdot -n-2)$			$G = + 41680$		$F = + 772570$		$H = - 1600130$		
$0 \cdot 3 (n \cdot -n+1)$		$H = + 47420$							
$0 \cdot 3 (n \cdot -n-1)$		$F = - 17880$		$H = - 44290$					
$0 \cdot 3 (n \cdot -n-3)$		$G = - 36910$		$F = - 283500$		$H = + 688660$			
$1 \cdot 0 (n \cdot -n+1)_{+\sigma}$		$H = - 60620$							
$1 \cdot 0 (n \cdot -n-1)_{-\sigma}$		$F = + 8520$		$H = - 29210$					
$1 \cdot 0 (n-2 \cdot -n-1)_{-\sigma}$				$G = + 27220$		$F = + 50230$		$H = - 75670$	
$1 \cdot 0 (n \cdot -n-1)_{+\delta}$		$F = - 28320$		$H = + 101330$					
$1 \cdot 0 (n \cdot -n+1)_{-\delta}$		$H = + 39350$							
$1 \cdot 0 (n-2 \cdot -n+1)_{-\delta}$		$G = - 39350$		$F = - 22430$		$H = + 74720$			
$0 \cdot 1 (n+1 \cdot -n)_{+\sigma}$	$H = + 19100$								
$0 \cdot 1 (n-1 \cdot -n)_{-\sigma}$	$G = - 19100$		$F = - 2970$		$H = - 280$				
$0 \cdot 1 (n-1 \cdot -n-2)_{-\sigma}$			$G = - 45770$		$F = - 66720$		$H = + 111490$		
$0 \cdot 1 (n+1 \cdot -n)_{+\delta}$	$H = - 19100$								
$0 \cdot 1 (n+1 \cdot -n-2)_{+\delta}$	$F = + 9300$		$H = - 111790$						
$0 \cdot 1 (n-1 \cdot -n+2)_{-\delta}$	$F = - 9300$		$H = - 36970$						
$0 \cdot 1 (n-1 \cdot -n)_{-\delta}$	$G = + 19100$		$F = + 17490$		$H = - 87380$				

Faktor w.

XI. (Forts.)

	$n=0$	1	2	3	4	5	6	7	8	
Faktor w^2 .	$1 \cdot 0 (n \cdot -n+1)_{+\sigma}$	$H = +179500$ $F = +64800$ $H = -127700$ $G = +127700$								
	$1 \cdot 0 (n \cdot -n-1)_{-\delta}$									
	$1 \cdot 0 (n \cdot -n+1)_{-\delta}$									
	$1 \cdot 0 (n-2 \cdot -n+1)_{-\delta}$					$F = +58900$				
	$0 \cdot 1 (n+1 \cdot -n)_{+\sigma}$	$H = -62900$								
	$0 \cdot 1 (n-1 \cdot -n)_{-\sigma}$	$H = +62900$								
	$0 \cdot 1 (n+1 \cdot -n)_{+\delta}$	$H = +62900$								
	$1 \cdot 0 (n-1 \cdot -n+2)_{-\delta}$		$H = +123300$							
$1 \cdot 0 (n-1 \cdot -n)_{+\delta}$	$G = -62900$									

Breitenstörungen.

XII.

	$n=0$	1	2	3	4	5
$F_{1 \cdot 0} (n+1 \cdot -n+1)_{+\pi'}$	- 79.1	- 191.9	- 142.5	- 101.4	- 70.4	- 48.1
$F_{1 \cdot 0} (n-1 \cdot -n+1)_{+\pi'}$	+ 79.1	+ 191.9	+ 142.5	+ 101.4	+ 70.4	+ 48.1
$F_{1 \cdot 0} (n+1 \cdot -n-1)_{-\pi'}$	+ 79.1	+ 191.9	+ 142.5	+ 101.4	+ 70.4	+ 48.1
$F_{1 \cdot 0} (n-1 \cdot -n-1)_{-\pi'}$	- 79.1	- 191.9	- 142.5	- 101.4	- 70.4	- 48.1

XII w .

	$n=0$	1	2	3	4	5
$F_{1 \cdot 0} (n+1 \cdot -n+1)_{+\pi'}$	+ 327	+ 705	+ 605	+ 493	+ 387	+ 295
$F_{1 \cdot 0} (n-1 \cdot -n+1)_{+\pi'}$	- 327	- 705	- 605	- 493	- 387	- 295
$F_{1 \cdot 0} (n+1 \cdot -n-1)_{-\pi'}$	- 327	- 705	- 605	- 493	- 387	- 295
$F_{1 \cdot 0} (n-1 \cdot -n-1)_{-\pi'}$	+ 327	+ 705	+ 605	+ 493	+ 387	+ 295

XIII.

	$n = 0$	1	2	3	4	5
$2G_{0.0}(n \cdot -n+1)_{+\pi'}$	+ 79.10	+ 191.93	+ 142.48	+ 101.43	+ 70.45	+ 48.14
$2G_{0.0}(n \cdot -n-1)_{-\pi}$	- 79.10	- 191.93	- 142.48	- 101.43	- 70.45	- 48.14
$2G_{1.0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\pi'}$	- 451.6	- 673.9	- 409.3	- 232.4	- 122.4	- 57.7
$2G_{1.0}(n-1 \cdot -n+1)_{+\pi'}$	- 530.8	- 1441.7	- 1406.5	- 1246.6	- 1038.3	- 827.9
$2G_{1.0}(n+1 \cdot -n-1)_{-\pi}$	+ 372.6	+ 482.0	+ 266.8	+ 130.9	+ 52.0	+ 9.6
$2G_{1.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\pi}$	+ 609.8	+ 1633.6	+ 1549.0	+ 1348.1	+ 1108.7	+ 876.0
$2G_{0.1}(n \cdot -n+2)_{+\pi'}$	+ 649.4	+ 1057.7	+ 623.0	+ 333.8	+ 157.7	+ 57.8
$2G_{0.1}(n \cdot -n)_{+\pi'}$	+ 333.0	+ 1057.7	+ 1192.9	+ 1145.2	+ 1003.2	+ 828.0
$2G_{0.1}(n \cdot -n)_{-\pi}$	- 333.0	- 290.1	- 53.0	+ 71.9	+ 124.0	+ 134.8
$2G_{0.1}(n \cdot -n-2)_{-\pi}$	- 649.4	- 1825.7	- 1763.0	- 1550.7	- 1284.7	- 1020.6
$G_{2.0}(n \cdot -n+1)_{+\pi'}$						
$G_{2.0}(n-2 \cdot -n+1)_{+\pi'}$		+ 2656				
$G_{1.1}(n-1 \cdot -n+2)_{+\pi'}$						
$G_{1.1}(n+1 \cdot -n)_{+\pi'}$						
$G_{1.1}(n-1 \cdot -n)_{+\pi'}$	- 1506					
$G_{1.1}(n+1 \cdot -n)_{-\pi}$						
$G_{1.1}(n-1 \cdot -n)_{-\pi}$	+ 1506					
$G_{0.2}(n \cdot -n+1)_{+\pi'}$						
$G_{0.2}(n \cdot -n+1)_{-\pi}$						
$G_{0.0}(n-1 \cdot -n)_{-\sigma+\pi'}$	+ 266					
$G_{0.0}(n+1 \cdot -n)_{+\delta+\pi'}$						
$G_{0.0}(n-1 \cdot -n+2)_{-\delta+\pi'}$						
$G_{0.0}(n+1 \cdot -n)_{+\sigma-\pi'}$						
$G_{0.0}(n-1 \cdot -n)_{-\delta-\pi}$	+ 266					

XIII w.

	$n = 0$	1	2	3	4	5
$2G_{0.0}(n \cdot -n+1)_{+\pi'}$	- 327.5	- 705.2	- 605.2	- 493.1	- 386.9	- 295.2
$2G_{0.0}(n \cdot -n-1)_{-\pi}$	+ 327.5	+ 705.2	+ 605.2	+ 493.1	+ 386.9	+ 295.2
$2G_{1.0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\pi'}$	+ 2276	+ 3555	+ 2502	+ 1656	+ 1030	+ 594
$2G_{1.0}(n-1 \cdot -n+1)_{+\pi'}$	+ 2603	+ 6376	+ 6740	+ 6587	+ 6059	+ 5317
$2G_{1.0}(n+1 \cdot -n-1)_{-\pi}$	- 1948	- 2850	- 1897	- 1163	- 643	- 298
$2G_{1.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\pi}$	- 2931	- 7081	- 7345	- 7080	- 6446	- 5613
$2G_{0.1}(n \cdot -n+2)_{+\pi'}$	- 3095	- 4965	- 3411	- 2149	- 1223	- 594
$2G_{0.1}(n \cdot -n)_{+\pi'}$	- 1785	- 4965	- 5832	- 6093	- 5866	- 5318
$2G_{0.1}(n \cdot -n)_{-\pi}$	+ 1785	+ 2145	+ 990	+ 177	- 325	- 587
$2G_{0.1}(n \cdot -n-2)_{-\pi}$	+ 3095	+ 7786	+ 8252	+ 8065	+ 7413	+ 6499
$G_{2.0}(n \cdot -n+1)_{+\pi'}$						
$G_{2.0}(n-2 \cdot -n+1)_{+\pi'}$		- 14810				
$G_{1.1}(n-1 \cdot -n+2)_{+\pi'}$						
$G_{1.1}(n+1 \cdot -n)_{+\pi'}$						
$G_{1.1}(n-1 \cdot -n)_{+\pi'}$	+ 9540					
$G_{1.1}(n+1 \cdot -n)_{-\pi}$						
$G_{1.1}(n-1 \cdot -n)_{-\pi}$	- 9540					
$G_{0.2}(n \cdot -n+1)_{+\pi'}$						
$G_{0.2}(n \cdot -n+1)_{-\pi}$						
$G_{0.0}(n-1 \cdot -n)_{-\sigma+\pi'}$	- 1640					
$G_{0.0}(n+1 \cdot -n)_{+\delta+\pi'}$						
$G_{0.0}(n-1 \cdot -n+2)_{-\delta+\pi'}$						
$G_{0.0}(n+1 \cdot -n)_{+\sigma-\pi'}$						
$G_{0.0}(n-1 \cdot -n)_{-\delta-\pi}$	- 1640					

XIV.

	$n = 0$	1	2	3	4	5
$2H_{0,0}(n \cdot -n+1)_{+\pi}$	- 79.10	- 191.93	- 142.48	- 101.43	- 70.45	- 48.14
$2H_{0,0}(n \cdot -n-1)_{-\pi}$	+ 79.10	+ 191.93	+ 142.48	+ 101.43	+ 70.45	+ 48.14
$2H_{1,0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\pi}$	+ 609.8	+ 1057.8	+ 694.2	+ 435.3	+ 263.3	+ 154.0
$2H_{1,0}(n-1 \cdot -n+1)_{+\pi}$	+ 372.6	+ 1057.8	+ 1121.6	+ 1043.7	+ 897.4	+ 731.6
$2H_{1,0}(n+1 \cdot -n-1)_{-\pi}$	- 530.8	- 865.8	- 551.7	- 333.8	- 192.9	- 105.9
$2H_{1,0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\pi}$	- 451.6	- 1249.7	- 1264.1	- 1145.2	- 967.8	- 779.7
$2H_{0,1}(n \cdot -n+2)_{+\pi}$	- 649.4	- 1057.7	- 623.0	- 333.8	- 157.7	- 57.8
$2H_{0,1}(n \cdot -n)_{+\pi}$	- 333.0	- 1057.7	- 1192.9	- 1145.2	- 1003.2	- 828.0
$2H_{0,1}(n \cdot -n)_{-\pi}$	+ 333.0	+ 290.1	+ 53.0	- 71.9	- 124.0	- 134.8
$2H_{0,1}(n \cdot -n-2)_{-\pi}$	+ 649.4	+ 1825.7	+ 1763.0	+ 1550.7	+ 1284.7	+ 1020.7
$H_{2,0}(n \cdot -n+1)_{+\pi}$		- 3292				
$H_{2,0}(n-2 \cdot -n+1)_{+\pi}$						
$H_{1,1}(n-1 \cdot -n+2)_{+\pi}$			+ 2870			
$H_{1,1}(n+1 \cdot -n)_{+\pi}$	+ 1506					
$H_{1,1}(n-1 \cdot -n)_{+\pi}$						
$H_{1,1}(n+1 \cdot -n)_{-\pi}$	- 1506					
$H_{1,1}(n-1 \cdot -n)_{-\pi}$						
$H_{0,2}(n \cdot -n+1)_{+\pi}$		- 3292				
$H_{0,2}(n \cdot -n+1)_{-\pi}$		+ 828				
$H_{0,0}(n-1 \cdot -n)_{-\sigma+\pi}$						
$H_{0,0}(n+1 \cdot -n)_{+\delta+\pi}$	+ 266					
$H_{0,0}(n-1 \cdot -n+2)_{-\delta+\pi}$			+ 436			
$H_{0,0}(n+1 \cdot -n)_{+\sigma-\pi}$	+ 266					
$H_{0,0}(n-1 \cdot -n)_{-\delta-\pi}$						

XIV w.

	$n = 0$	1	2	3	4	5
$2H_{0,0}(n \cdot -n+1)_{+\pi}$	+ 327.5	+ 705.2	+ 605.2	+ 493.1	+ 386.9	+ 295.2
$2H_{0,0}(n \cdot -n-1)_{-\pi}$	- 327.5	- 705.2	- 605.2	- 493.1	- 386.9	- 295.2
$2H_{1,0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\pi}$	- 2932	- 4966	- 3713	- 2642	- 1804	- 1185
$2H_{1,0}(n-1 \cdot -n+1)_{+\pi}$	- 1948	- 4965	- 5529	- 5601	- 5285	- 4726
$2H_{1,0}(n+1 \cdot -n-1)_{-\pi}$	+ 2604	+ 4261	+ 3108	+ 2149	+ 1417	+ 889
$2H_{1,0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\pi}$	+ 2276	+ 5670	+ 6134	+ 6094	+ 5672	+ 5022
$2H_{0,1}(n \cdot -n+2)_{+\pi}$	+ 3095	+ 4965	+ 3411	+ 2149	+ 1223	+ 594
$2H_{0,1}(n \cdot -n)_{+\pi}$	+ 1785	+ 4965	+ 5832	+ 6093	+ 5866	+ 5318
$2H_{0,1}(n \cdot -n)_{-\pi}$	- 1785	- 2145	- 990	- 177	+ 325	+ 587
$2H_{0,1}(n \cdot -n-2)_{-\pi}$	- 3095	- 7786	- 8252	- 8065	- 7413	- 6499
$H_{2,0}(n \cdot -n+1)_{+\pi}$		+ 20020				
$H_{2,0}(n-2 \cdot -n+1)_{+\pi}$						
$H_{1,1}(n-1 \cdot -n+2)_{+\pi}$			- 18490			
$H_{1,1}(n+1 \cdot -n)_{+\pi}$	- 9540					
$H_{1,1}(n-1 \cdot -n)_{+\pi}$						
$H_{1,1}(n+1 \cdot -n)_{-\pi}$	+ 9540					
$H_{1,1}(n-1 \cdot -n)_{-\pi}$						
$H_{0,2}(n \cdot -n+1)_{+\pi}$		+ 20030				
$H_{0,2}(n \cdot -n+1)_{-\pi}$		- 5940				
$H_{0,0}(n-1 \cdot -n)_{-\sigma+\pi}$						
$H_{0,0}(n+1 \cdot -n)_{+\delta+\pi}$	- 1640					
$H_{0,0}(n-1 \cdot -n+2)_{-\delta+\pi}$			- 2920			
$H_{0,0}(n+1 \cdot -n)_{+\sigma-\pi}$	- 1640					
$H_{0,0}(n-1 \cdot -n)_{-\delta-\pi}$						

Wir gehen jetzt zu den Gliedern höherer Ordnung in T über, welche von den Störungen u und u' unabhängig sind.

Solche Glieder kommen aus zwei verschiedenen Gründen vor. Erstens treten sie bei der Entwicklung der Ausdrücke M und N nach Potenzen von ν und \bar{W} auf und zweitens, wenn, nach (71) und (72), w_1 anstatt w in T_2 eingeführt wird.

Man findet also

$$T = T_2 + \bar{W}T_{\bar{W}} + \nu T_{\nu} + \frac{3}{2}\nu'(1-w)\frac{\partial T_2}{\partial w} + \dots$$

mit Anwendung der Bezeichnungen

$$\begin{aligned} T_{\bar{W}} &= -\frac{2\rho \sin(f-\omega)}{a \cos \varphi} a_1 \bar{r} \frac{\partial \Omega}{\partial \bar{r}} - \\ & - \frac{1}{\cos^2 \varphi} \left\{ \left[\frac{2\rho \bar{r}}{a^2} \cos(f-\omega) - \frac{\bar{r}^2}{a^2} \right] + 3 \cdot \frac{2\rho \bar{r}^2}{a^3 \cos^2 \varphi} [\cos(f-\omega) - 1] \right\} \left\{ a_1 \frac{\partial \Omega}{\partial \varepsilon} - \frac{e \sin f}{\cos \varphi} a_1 \bar{r} \frac{\partial \Omega}{\partial \bar{r}} \right\} \\ T_{\nu} &= -2 \frac{2\rho \sin(f-\omega)}{a \cos \varphi} a_1 \bar{r} \frac{\partial \Omega}{\partial \bar{r}} - \\ & - \frac{1}{\cos^2 \varphi} \left\{ \left[2 \cdot \frac{2\rho \bar{r}}{a^2} \cos(f-\omega) - \frac{\bar{r}^2}{a^2} \right] + 5 \cdot \frac{2\rho \bar{r}^2}{a^3 \cos^2 \varphi} [\cos(f-\omega) - 1] \right\} \left\{ a_1 \frac{\partial \Omega}{\partial \varepsilon} - \frac{e \sin f}{\cos \varphi} a_1 \bar{r} \frac{\partial \Omega}{\partial \bar{r}} \right\} - \\ & - \frac{3}{2}(1-w)\frac{\partial T_2}{\partial w}. \end{aligned}$$

Nachdem diese Ausdrücke unter Berücksichtigung von (34) folgendermassen geschrieben sind:

$$T_{\bar{W}} = -T_2 - \frac{1}{\cos^2 \varphi} \cdot \frac{4\rho \bar{r}^2}{a^3 \cos^2 \varphi} [\cos(f-\omega) - 1] \left\{ a_1 \frac{\partial \Omega}{\partial \varepsilon} - \frac{e \sin f}{\cos \varphi} a_1 \bar{r} \frac{\partial \Omega}{\partial \bar{r}} \right\} \quad (84)$$

$$\begin{aligned} T_{\nu} &= -2T_2 - \frac{1}{\cos^2 \varphi} \left\{ \frac{6\rho \bar{r}^2}{a^3 \cos^2 \varphi} [\cos(f-\omega) - 1] + \frac{\bar{r}^2}{a^2} \right\} \left\{ a_1 \frac{\partial \Omega}{\partial \varepsilon} - \frac{e \sin f}{\cos \varphi} a_1 \bar{r} \frac{\partial \Omega}{\partial \bar{r}} \right\} - \frac{3}{2}(1-w)\frac{\partial T_2}{\partial w} \\ &= 2T_{\bar{W}} + T'_{\nu}, \end{aligned}$$

wo

$$T'_{\nu} = -\frac{1}{\cos^2 \varphi} \left\{ \frac{\bar{r}^2}{a^2} + \frac{2\rho \bar{r}^2}{a^3 \cos^2 \varphi} [1 - \cos(f-\omega)] \right\} \left\{ a_1 \frac{\partial \Omega}{\partial \varepsilon} - \frac{e \sin f}{\cos \varphi} a_1 \bar{r} \frac{\partial \Omega}{\partial \bar{r}} \right\} - \frac{3}{2}(1-w)\frac{\partial T_2}{\partial w}, \quad (85)$$

so bekommt man

$$T = T_2 + T_{\bar{W}}(\bar{W} + 2\nu) + T'_{\nu} \cdot \nu + \frac{3}{2}\nu'(1-w)\frac{\partial T_2}{\partial w} + \dots$$

welche Gleichung zufolge der Relation (36) die folgende Form annimmt:

$$T = T_2 - \frac{1}{3} \Xi T_{\bar{w}} - \frac{1}{2} \left(\bar{W} + \frac{1}{3} \Xi \right) T'_v + \frac{3}{2} v' (1 - w) \frac{\partial T_2}{\partial w} + \dots \quad (86)$$

Die Ausdrücke von $T_{\bar{w}}$ und T'_v werden nun durch Einführung der excentrischen Anomalien in folgender Weise transformirt:

Die Relation

$$\frac{e \sin f}{\cos \varphi} = \frac{e \sin \varepsilon}{1 - e \cos \varepsilon} = 2\eta \sin \varepsilon + 2\eta^2 \sin 2\varepsilon + \dots$$

in Verbindung mit den Formeln (78) giebt zuerst

$$a_1 \frac{\partial \Omega}{\partial \varepsilon} - \frac{e \sin f}{\cos \varphi} a_1 \bar{r} \frac{\partial \Omega}{\partial \bar{r}} = - \sum S_{p \cdot q} (n + r \cdot - n + s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \sin A, \quad (87)$$

wo die Koeffizienten $S_{p \cdot q}$ die folgende Form haben:

$$S_{p \cdot q} (n + r \cdot - n + s) = P_{p \cdot q} (n + r \cdot - n + s) + Q_{p-1 \cdot q} (n + r - 1 \cdot - n + s) + Q_{p-2 \cdot q} (n + r - 2 \cdot - n + s) - Q_{p-1 \cdot q} (n + r + 1 \cdot - n + s) - Q_{p-2 \cdot q} (n + r + 2 \cdot - n + s) \quad (88)$$

Weiter findet man mit Anwendung der Bezeichnungen

$$y = e^{\sqrt{-1} \varepsilon}, \quad v = e^{\sqrt{-1} \psi}$$

die folgenden Reihen:

$$\frac{1}{\cos^2 \varphi} \frac{4\rho\bar{r}^2}{a^3 \cos^2 \varphi} [1 - \cos(f - \omega)] = 4 - 4\eta(y + y^{-1}) - 2 \{1 - \eta(y + y^{-1})\} \left(\frac{y}{v} + \frac{v}{y} \right) + \dots \quad (89)$$

$$\frac{1}{\cos^2 \varphi} \left\{ \frac{r^2}{a^2} + \frac{2\rho\bar{r}^2}{a^3 \cos^2 \varphi} [1 - \cos(f - \omega)] \right\} = 3 + \eta^2 - 4\eta(y + y^{-1}) + \eta^2(y^2 + y^{-2}) + \dots + \left\{ -1 - 4\eta^2 + \eta(y + y^{-1}) \right\} \left(\frac{y}{v} + \frac{v}{y} \right) + \dots \quad (90)$$

Es wäre nun leicht $T_{\bar{w}}$ und T'_v in derselben Form wie T_2 zu entwickeln. Diese allgemeinen Entwicklungen werden doch hier nicht gegeben, weil es sich ferner zeigen wird, dass nur einzelne Glieder in $T_{\bar{w}}$ und T'_v zur Anwendung kommen. Die Koeffizienten $S_{p \cdot q} (n + r \cdot - n + s)$ sind dagegen in Tafel XV zusammengestellt.

XV.

	$n=0$	1	2	3	4	5	6	7
$S_{0.0}(n \cdot -n)$	—	+ 15.71	+ 90.50	+ 72.04	+ 53.29	+ 37.93	+ 26.37	+ 18.04
$S_{1.0}(n+1 \cdot -n)$	—	— 19.7	+ 134.2	+ 140.7	+ 129.7	+ 110.8	+ 89.9	
$S_{1.0}(n-1 \cdot -n)$	—	— 66.8	— 408.8	— 507.7	— 509.8	— 458.2	— 384.7	— 308.4
$S_{0.1}(n \cdot -n+1)$	—	+ 43.2	— 43.7	— 104.6	— 129.7	— 129.7	— 116.3	
$S_{0.1}(n \cdot -n-1)$	—	+ 106.1	+ 680.3	+ 759.8	+ 723.0	+ 628.9	+ 516.5	
$S_{2.0}(n+2 \cdot -n)$								
$S_{2.0}(n \cdot -n)$			— 777					
$S_{2.0}(n-2 \cdot -n)$			+ 838				+2679	
$S_{1.1}(n+1 \cdot -n+1)$								
$S_{1.1}(n-1 \cdot -n+1)$				+ 560				
$S_{1.1}(n+1 \cdot -n-1)$		— 116						
$S_{1.1}(n-1 \cdot -n-1)$		— 540				—7983		
$S_{0.2}(n \cdot -n+2)$	—							
$S_{0.2}(n \cdot -n)$			— 499					
$S_{0.2}(n \cdot -n-2)$	—				+5930			
$S_{0.0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\sigma}$								
$S_{0.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\sigma}$		—					+ 192.6	
$S_{0.0}(n+1 \cdot -n-1)_{+\delta}$		— 383.8						
$S_{0.0}(n-1 \cdot -n+1)_{-\delta}$				— 202.9				
$S_{0.0}(n \cdot -n)$	—	— 49.8	— 212.2	— 218.4	— 197.8	— 166.4	— 133.4	— 103.4
$S_{1.0}(n+1 \cdot -n)$	—	+ 87	— 216	— 343	— 417	— 439	— 422	
$S_{1.0}(n-1 \cdot -n)$	—	+ 236	+1057	+1622	+1956	+2057	+1980	+1790
$S_{0.1}(n \cdot -n+1)$	—	— 161	+ 4	+ 234	+ 417	+ 522	+ 555	
$S_{0.1}(n \cdot -n-1)$	—	— 360	—1693	—2387	—2747	—2806	—2647	
$S_{2.0}(n+2 \cdot -n)$								
$S_{2.0}(n \cdot -n)$			+1190					
$S_{2.0}(n-2 \cdot -n)$			—2570				—14090	
$S_{1.1}(n+1 \cdot -n+1)$								
$S_{1.1}(n-1 \cdot -n+1)$				— 910				
$S_{1.1}(n+1 \cdot -n-1)$		+ 650						
$S_{1.1}(n-1 \cdot -n-1)$		+2090				+36590		
$S_{0.2}(n \cdot -n+2)$	—							
$S_{0.2}(n \cdot -n)$			+ 150					
$S_{0.2}(n \cdot -n-2)$	—				—23120			
$S_{0.0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\sigma}$								
$S_{0.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\sigma}$		—				— 1181		
$S_{0.0}(n+1 \cdot -n-1)_{+\delta}$		+1410						
$S_{0.0}(n-1 \cdot -n+1)_{-\delta}$				+ 986				
$S_{0.0}(n \cdot -n)$	—	+ 62	+ 175	+ 250	+ 289	+ 297	+ 282	
$S_{1.0}(n+1 \cdot -n)$	—	— 180	— 60	+ 150	+ 410	+ 610	+ 760	
$S_{1.0}(n-1 \cdot -n)$	—	— 360	—1120	—2090	—3070	—3840	—4320	
$S_{0.1}(n \cdot -n+1)$	—	+ 270	+ 230	— 30	— 410	— 770	—1040	
$S_{0.1}(n \cdot -n-1)$	—	+ 520	+1640	+2970	+4220	+5170	+5730	

4. Integration der Differentialgleichung für W .

Die in der Differentialgleichung

$$\frac{dW}{d\varepsilon} = T \quad (33)$$

vorkommende Function T ist nach dem Vorigen eine trigonometrische Reihe mit den Argumenten $\frac{1}{2}\varepsilon$ und θ , deren Glieder erster Ordnung vollständig bekannt sind. Zuerst in den Gliedern höherer Ordnung treten die noch unbekanntenen Störungsgrößen \bar{W} und Ξ auf. Aber auch das Argument θ enthält unbekannte Störungsglieder, und weil diese bedeutend grösser sind als \bar{W} und Ξ , werden Reihenentwicklungen nach denselben vermieden.

Es muss als ein wichtiger Umstand betrachtet werden, dass es möglich ist W als Function von ε und θ , ohne vorhergehende Kenntniss von θ , zu bestimmen. Als Function von ε und θ betrachtet, erfüllt W die partielle Differentialgleichung

$$\frac{\partial W}{\partial \varepsilon} + \frac{\partial W}{\partial \theta} \frac{d\theta}{d\varepsilon} = T$$

d. h. infolge (47')

$$\frac{\partial W}{\partial \varepsilon} + \frac{1}{2} (1 - e \cos \varepsilon) \left\{ w + (1 - w) \frac{\bar{W} + v^2}{1 + \bar{W}} - \frac{\bar{W}' + v'^2}{1 + \bar{W}'} \right\} \frac{1 + \bar{W}'}{1 - v'^2} \frac{\partial W}{\partial \theta} = T. \quad (91)$$

Die Störungsglieder, welche im Vorkommen der Grössen \bar{W}' und v' in dieser Gleichung ihren Grund haben, erreichen sehr selten einen Betrag von $30''$ in $n\delta z^1$). Darum werden wir die Grössen \bar{W}' und v' in der Gleichung (91) vernachlässigen.

Da zufolge der Relation (36)

$$\frac{\bar{W} + v^2}{1 + \bar{W}} = \bar{W} - \frac{3}{4} \left(\bar{W} - \frac{1}{3} \Xi \right) \left(\bar{W} + \frac{1}{9} \Xi \right) + \dots$$

ist, so können wir dann die Gleichung (91) mit hinreichender Genauigkeit folgendermassen schreiben:

$$\frac{\partial W}{\partial \varepsilon} + \frac{1}{2} (1 - e \cos \varepsilon) \left\{ w + (1 - w) \left[\bar{W} - \frac{3}{4} \left(\bar{W} - \frac{1}{3} \Xi \right) \left(\bar{W} + \frac{1}{9} \Xi \right) \right] \right\} \frac{\partial W}{\partial \theta} = T. \quad (92)$$

1) Für (10) Hygiea z. B. nur etwa $20''$.

Im Folgenden werden w und $\sqrt{m'}$ als Grössen von derselben Ordnung betrachtet. Da nun, wie sich später zeigen wird, die Functionen W und T sowie auch die Störungen $n\delta z$, v und u negative Potenzen von w enthalten, so ist es vorthailhaft, eine konsequente Entwicklung nach der störenden Masse m' zu vermeiden. Wir werden dagegen

$$\begin{aligned} 1, \quad \frac{m'}{w^2}, \frac{m'^2}{w^4}, \frac{m'^3}{w^6} & \text{ als Glieder vom Range } 0 \\ w, \quad \frac{m'}{w}, \frac{m'^2}{w^3}, \frac{m'^3}{w^5} & \text{ » » » » } 1 \\ w^2, \quad m', \frac{m'^2}{w^2}, \frac{m'^3}{w^4} & \text{ » » » » } 2 \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \end{aligned}$$

betrachten, und setzen

$$\left. \begin{aligned} W &= W_1 + W_2 + W_3 + \dots \\ \Xi &= \Xi_1 + \Xi_2 + \Xi_3 + \dots \\ T &= T_2 + T_3 + \dots \end{aligned} \right\} \quad (93)$$

In den Functionen W_i , Ξ_i oder T_i sind nur solche Glieder enthalten, welche einen Rang $\geq i$ haben.

Zufolge der Relation (86) schreiben wir

$$\left. \begin{aligned} T_3 &= -\frac{1}{3}\Xi_1 T_{\bar{W}} - \frac{1}{2} \left(\bar{W}_1 + \frac{1}{3}\Xi_1 \right) T'_v \\ T_4 &= -\frac{1}{3}\Xi_2 T_{\bar{W}} - \frac{1}{2} \left(\bar{W}_2 + \frac{1}{3}\Xi_2 \right) T'_v + \dots \end{aligned} \right\} \quad (94)$$

Die Glieder dritter Ordnung in T_4 können vernachlässigt werden.

In Übereinstimmung mit den obigen Betrachtungen können wir nun die Differentialgleichung (92) in folgendes System von Gleichungen zerlegen (wo die letzte abgekürzt ist).

$$\frac{\partial W_1}{\partial \varepsilon} = 0 \quad (95_1)$$

$$\frac{\partial W_2}{\partial \varepsilon} + \frac{1}{2} (1 - e \cos \varepsilon) \{w + \bar{W}_1\} \frac{dW_1}{d\theta} = T_2 \quad (95_2)$$

$$\frac{\partial W_3}{\partial \varepsilon} + \frac{1}{2} (1 - e \cos \varepsilon) \left\{ (w + \bar{W}_1) \frac{\partial W_2}{\partial \theta} + \left[\bar{W}_2 - w \bar{W}_1 - \frac{3}{4} \left(\bar{W}_1 - \frac{1}{3} \Xi_1 \right) \left(\bar{W}_1 + \frac{1}{3} \Xi_1 \right) \right] \frac{dW_1}{d\theta} \right\} = T_3 \quad (95_3)$$

$$\frac{\partial W_4}{\partial \varepsilon} + \frac{1}{2} (1 - e \cos \varepsilon) \left\{ (w + \bar{W}_1) \frac{\partial W_3}{\partial \theta} + (\bar{W}_2 - w \bar{W}_1) \frac{\partial W_2}{\partial \theta} + (\bar{W}_3 - w \bar{W}_2) \frac{dW_1}{d\theta} \right\} = T_4 \quad (95_4)$$

Zufolge der Art, in welcher der willkürliche Winkel ψ in der Function T vorkommt, können wir die Functionen T_i , W_i und Ξ_i in folgender Weise schreiben:

$$\left. \begin{aligned} T_i &= X_i + Y_i \cos \psi + Z_i \sin \psi \\ W_i &= x_i + y_i \cos \psi + z_i \sin \psi \\ \Xi_i &= x_i + 2\eta y_i \end{aligned} \right\} \quad (96)$$

wo X_i , Y_i , Z_i , x_i , y_i , z_i nur die Argumente ε und θ enthalten.

Während der Integration der Gleichungen (95) ist das Princip befolgt worden, dass nur θ , aber nicht ε , ausserhalb der Zeichen \sin und \cos auftreten darf. Das Argument θ wächst nämlich viel langsamer als ε .

Aus der ersten Gleichung folgt nun, dass W_1 unabhängig von ε ist. x_1 , y_1 und z_1 sind also Functionen, welche nur θ enthalten.

Diese noch unbestimmten Functionen können wir durch die Bedingung bestimmen, dass W_2 keine säculare Glieder in ε enthält.

Wenn wir nämlich, wie immer im Folgenden, mit

$$[F(\theta, \varepsilon)]$$

das von ε unabhängige Glied in der Fourier'schen Reihenentwicklung der periodischen Function $F(\theta, \varepsilon)$ bezeichnen, so können wir diese Bedingung in folgender Weise schreiben:

$$\left[\frac{1}{2} (1 - e \cos \varepsilon) \{w + x_1 + y_1 \cos \varepsilon + z_1 \sin \varepsilon\} \right] \frac{dW_1}{d\theta} = [T_2].$$

Zufolge der Formeln (96) und der Identität

$$\left. \begin{aligned} (1 - e \cos \varepsilon) (w + x_1 + y_1 \cos \varepsilon + z_1 \sin \varepsilon) &= w + x_1 - \eta y_1 + (y_1 - 2\eta w - 2\eta x_1) \cos \varepsilon + \\ &+ z_1 \sin \varepsilon - \eta y_1 \cos 2\varepsilon - \eta z_1 \sin 2\varepsilon \end{aligned} \right\} \quad (97)$$

wird aber diese Gleichung in die drei folgenden zerlegt:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{2} (w + x_1 - \eta y_1) \frac{dx_1}{d\theta} &= [X_2] \\ \frac{1}{2} (w + x_1 - \eta y_1) \frac{dy_1}{d\theta} &= [Y_2] \\ \frac{1}{2} (w + x_1 - \eta y_1) \frac{dz_1}{d\theta} &= [Z_2] \end{aligned} \right\} \quad (98)$$

Wenn hier die zweite Gleichung, mit η multiplicirt, von der ersten subtrahirt wird, so erhält man für die Bestimmung der Function

$$\varphi_1 = w + x_1 - \eta y_1 \quad (99)$$

die Differentialgleichung

$$\frac{1}{2} \varphi_1 \frac{d\varphi_1}{d\theta} = [X_2] - \eta [Y_2]. \quad (100)$$

Die Function

$$u_1 = y_1 \cos \psi + z_1 \sin \psi \quad (101)$$

wird danach durch die Gleichung

$$\frac{1}{2} \varphi_1 \frac{du_1}{d\theta} = [Y_2] \cos \psi + [Z_2] \sin \psi \quad (102)$$

gegeben.

Mit Anwendung der Formeln (82) und (96) findet man für die zweiten Membra der Gleichungen (98) die folgenden Ausdrücke:

$$[X_2] = \left| \sum_{n+r-\frac{1}{2}(n-s)=0} F_{p \cdot q}(n+r \cdot -n+s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \sin A \right.$$

$$[Y_2] = \left| \sum_{n+r-\frac{1}{2}(n-s)=-1} G_{p \cdot q}(n+r \cdot -n+s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \sin(A+\varepsilon) + \right.$$

$$\left. + \sum_{n+r-\frac{1}{2}(n-s)=+1} H_{p \cdot q}(n+r \cdot -n+s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \sin(A-\varepsilon) \right.$$

$$[Z_2] = - \left| \sum_{n+r-\frac{1}{2}(n-s)=-1} G_{p \cdot q}(n+r \cdot -n+s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \cos(A+\varepsilon) \right.$$

$$\left. + \sum_{n+r-\frac{1}{2}(n-s)=+1} H_{p \cdot q}(n+r \cdot -n+s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \cos(A-\varepsilon) \right.$$

Die zweiten Membra der Gleichungen (100) und (102) sind hierunter ausführlicher, und bis auf Glieder dritten Grades inclusive, gegeben.

$$[X_2] - \eta [Y_2] =$$

$$= \sin \Delta \{ \eta \eta' [F_{1 \cdot 1}(n-1 \cdot -n+1) - H_{0 \cdot 1}(n \cdot -n+1)]_{n=1} \} +$$

$$+ \sin 2\theta \{ \eta \eta'^2 [-F_{1 \cdot 2}(n-1 \cdot -n+2) + H_{0 \cdot 2}(n \cdot -n+2) + F_{1 \cdot 2}(n+1 \cdot -n-2) - G_{0 \cdot 2}(n \cdot -n-2)]_{n=0} \} +$$

$$\begin{aligned}
& + \sin(2\theta + \Delta) \{ \eta' [F_{0.1}(n \cdot - n - 1)]_{n=1} + \\
& \quad + \eta^2 \eta' [F_{2.1}(n \cdot - n - 1) - H_{1.1}(n + 1 \cdot - n - 1) - G_{1.1}(n - 1 \cdot - n - 1)]_{n=1} + \\
& \quad + \eta'^3 [F_{0.3}(n \cdot - n - 1)]_{n=1} + \\
& \quad + j^2 \eta' ([F_{0.1}(n + 1 \cdot - n - 2)_{+\delta} - F_{0.1}(n - 1 \cdot - n + 2)_{-\delta}]_{n=0} + [F_{0.1}(n - 1 \cdot - n)_{-\delta}]_{n=2}) \} + \\
& + \sin(2\theta + 2\Delta) \{ \eta [F_{1.0}(n - 1 \cdot - n) - H_{0.0}(n \cdot - n)]_{n=2} + \\
& \quad + \eta^3 [F_{3.0}(n - 1 \cdot - n) - H_{2.0}(n \cdot - n) - G_{2.0}(n - 2 \cdot - n)]_{n=2} + \\
& \quad + \eta \eta'^2 [F_{1.2}(n - 1 \cdot - n) - H_{0.2}(n \cdot - n)]_{n=2} + \\
& \quad + j^2 \eta ([F_{1.0}(n \cdot - n - 1)_{+\delta} - H_{0.0}(n + 1 \cdot - n - 1)_{+\delta}]_{n=1} + \\
& \quad + [F_{1.0}(n - 2 \cdot - n + 1)_{-\delta} - H_{0.0}(n - 1 \cdot - n + 1)_{-\delta}]_{n=3}) \} + \\
& + \sin(2\theta + 3\Delta) \{ \eta^2 \eta' [F_{2.1}(n - 2 \cdot - n + 1) - H_{1.1}(n - 1 \cdot - n + 1)]_{n=3} \} + \\
& + \sin(2\theta + \Delta - \Sigma) \{ j^2 \eta [F_{1.0}(n \cdot - n - 1)_{-\sigma} - G_{0.0}(n - 1 \cdot - n - 1)_{-\sigma}]_{n=1} \} + \\
& + \sin(2\theta + 2\Delta - \Sigma) \{ j^2 \eta' [F_{0.1}(n - 1 \cdot - n)_{-\sigma}]_{n=2} \} + \\
& + \sin(4\theta + 2\Delta) \{ \eta'^2 [F_{0.2}(n \cdot - n - 2)]_{n=2} \} + \\
& + \sin(4\theta + 3\Delta) \{ \eta \eta' [F_{1.1}(n - 1 \cdot - n - 1) - H_{0.1}(n \cdot - n - 1)]_{n=3} \} + \\
& + \sin(4\theta + 4\Delta) \{ \eta^2 [F_{2.0}(n - 2 \cdot - n) - H_{1.0}(n - 1 \cdot - n)]_{n=4} \} + \\
& + \sin(4\theta + 3\Delta - \Sigma) \{ j^2 [F_{0.0}(n - 1 \cdot - n - 1)_{-\sigma}]_{n=3} \} + \\
& + \sin(6\theta + 3\Delta) \{ \eta'^3 [F_{0.3}(n \cdot - n - 3)]_{n=3} \} + \\
& + \sin(6\theta + 4\Delta) \{ \eta \eta'^2 [F_{1.2}(n - 1 \cdot - n - 2) - H_{0.2}(n \cdot - n - 2)]_{n=4} \} + \\
& + \sin(6\theta + 5\Delta) \{ \eta^2 \eta' [F_{2.1}(n - 2 \cdot - n - 1) - H_{1.1}(n - 1 \cdot - n - 1)]_{n=5} \} + \\
& + \sin(6\theta + 6\Delta) \{ \eta^3 [F_{3.0}(n - 3 \cdot - n) - H_{2.0}(n - 2 \cdot - n)]_{n=6} \} + \\
& + \sin(6\theta + 4\Delta - \Sigma) \{ j^2 \eta' [F_{0.1}(n - 1 \cdot - n - 2)_{-\sigma}]_{n=4} \} + \\
& + \sin(6\theta + 5\Delta - \Sigma) \{ j^2 \eta [F_{1.0}(n - 2 \cdot - n - 1)_{-\sigma} - H_{0.0}(n - 1 \cdot - n - 1)_{-\sigma}]_{n=5} \}.
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & [Y_2] \cos \psi + [Z_2] \sin \psi = \\
 & \sin(\psi + 2\theta + 2\Delta) [H_{0.0}(n \cdot - n)]_{n=2} + \\
 & + \sin(\psi + 4\theta + 4\Delta) \eta [H_{1.0}(n - 1 \cdot - n)]_{n=4} + \\
 & + \sin(\psi + 4\theta + 3\Delta) \eta' [H_{0.1}(n \cdot - n - 1)]_{n=3} + \\
 & + \sin(-\psi + 2\theta + 2\Delta) \eta^2 [G_{2.0}(n - 2 \cdot - n)]_{n=2} + \\
 & + \sin(\psi + 2\theta + 2\Delta) \eta^2 [H_{2.0}(n \cdot - n)]_{n=2} + \\
 & + \sin(\psi + 6\theta + 6\Delta) \eta^2 [H_{2.0}(n - 2 \cdot - n)]_{n=6} + \\
 & + \sin(-\psi + 2\theta + \Delta) \eta \eta' [G_{1.1}(n - 1 \cdot - n - 1)]_{n=1} + \\
 & + \sin(\psi + 2\theta + 3\Delta) \eta \eta' [H_{1.1}(n - 1 \cdot - n + 1)]_{n=3} + \\
 & + \sin(\psi + 2\theta + \Delta) \eta \eta' [H_{1.1}(n + 1 \cdot - n - 1)]_{n=1} + \\
 & + \sin(\psi + 6\theta + 5\Delta) \eta \eta' [H_{1.1}(n - 1 \cdot - n - 1)]_{n=5} + \\
 & + \sin(-\psi + 2\theta) \eta'^2 \{ [G_{0.2}(n \cdot - n - 2) - H_{0.2}(n \cdot - n + 2)]_{n=0} \} + \\
 & + \sin(\psi + 2\theta + 2\Delta) \eta'^2 [H_{0.2}(n \cdot - n)]_{n=2} + \\
 & + \sin(\psi + 6\theta + 4\Delta) \eta'^2 [H_{0.2}(n \cdot - n - 2)]_{n=4} + \\
 & + \sin(-\psi + 2\theta + \Delta - \Sigma) j^2 [G_{0.0}(n - 1 \cdot - n - 1)_{-\sigma}]_{n=1} + \\
 & + \sin(\psi + 6\theta + 5\Delta - \Sigma) j^2 [H_{0.0}(n - 1 \cdot - n - 1)_{-\sigma}]_{n=5} + \\
 & + \sin(\psi + 2\theta + 2\Delta) j^2 \{ [H_{0.0}(n + 1 \cdot - n - 1)_{+\delta}]_{n=1} + [H_{0.0}(n - 1 \cdot - n + 1)_{-\delta}]_{n=3} \} + \\
 & + \sin(\psi + 4\theta + 4\Delta) \eta^3 [H_{3.0}(n - 1 \cdot - n)]_{n=4} \\
 & + \sin(-\psi + 4\theta + 4\Delta) \eta^3 [G_{3.0}(n - 3 \cdot - n)]_{n=4} \\
 & + \sin(\psi + 8\theta + 8\Delta) \eta^3 [H_{3.0}(n - 3 \cdot - n)]_{n=8}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + \sin(\psi + 4\theta + 5\Delta) \eta^2 \eta' [H_{2.1}(n - 2 \cdot - n + 1)]_{n=5} \\
& + \sin(\psi + 4\theta + 3\Delta) \eta^2 \eta' [H_{2.1}(n \cdot - n - 1)]_{n=3} \\
& + \sin(-\psi + 4\theta + 3\Delta) \eta^2 \eta' [G_{2.1}(n - 2 \cdot - n - 1)]_{n=3} \\
& + \sin(\psi + 8\theta + 7\Delta) \eta^2 \eta' [H_{2.1}(n - 2 \cdot - n - 1)]_{n=7} \\
& + \sin(\psi + 4\theta + 4\Delta) \eta \eta'^2 [H_{1.2}(n - 1 \cdot - n)]_{n=4} \\
& + \sin(\psi + 4\theta + 2\Delta) \eta \eta'^2 [H_{1.2}(n + 1 \cdot - n - 2)]_{n=2} \\
& + \sin(-\psi + 4\theta + 2\Delta) \eta \eta'^2 [G_{1.2}(n - 1 \cdot - n - 2)]_{n=2} \\
& + \sin(\psi + 8\theta + 6\Delta) \eta \eta'^2 [H_{1.2}(n - 1 \cdot - n - 2)]_{n=6} \\
& + \sin(\psi + 4\theta + 3\Delta) \eta'^3 [H_{0.3}(n \cdot - n - 1)]_{n=3} \\
& + \sin(-\psi + 4\theta + \Delta) \eta'^3 [G_{0.3}(n \cdot - n - 3)]_{n=1} \\
& + \sin(\psi + 8\theta + 5\Delta) \eta'^3 [H_{0.3}(n \cdot - n - 3)]_{n=5} \\
& + \sin(\psi + 4\theta + 3\Delta - \Sigma) j^2 \eta [H_{1.0}(n \cdot - n - 1)_{-\sigma}]_{n=3} \\
& + \sin(-\psi + 4\theta + 3\Delta - \Sigma) j^2 \eta [G_{1.0}(n - 2 \cdot - n - 1)_{-\sigma}]_{n=3} \\
& + \sin(\psi + 8\theta + 7\Delta - \Sigma) j^2 \eta [H_{1.0}(n - 2 \cdot - n - 1)_{-\sigma}]_{n=7} \\
& + \sin(\psi + 4\theta + 4\Delta) j^2 \eta \{ [H_{1.0}(n \cdot - n - 1)_{+\delta}]_{n=3} + [H_{1.0}(n - 2 \cdot - n + 1)_{-\delta}]_{n=5} \} \\
& + \sin(\psi + 4\theta + 4\Delta - \Sigma) j^2 \eta' [H_{0.1}(n - 1 \cdot - n)_{-\sigma}]_{n=4} \\
& + \sin(-\psi + 4\theta + 2\Delta - \Sigma) j^2 \eta' [G_{0.1}(n - 1 \cdot - n - 2)_{-\sigma}]_{n=2} \\
& + \sin(\psi + 8\theta + 6\Delta - \Sigma) j^2 \eta' [H_{0.1}(n - 1 \cdot - n - 2)_{-\sigma}]_{n=6} \\
& + \sin(\psi + 4\theta + 3\Delta) j^2 \eta' \{ [H_{0.1}(n + 1 \cdot - n - 2)_{+\delta}]_{n=2} + [H_{0.1}(n - 1 \cdot - n)_{-\delta}]_{n=4} \} \\
& + \sin \psi \cdot \eta \cdot \{ [H_{1.0}(n + 1 \cdot - n)]_{n=0} - [G_{1.0}(n - 1 \cdot - n)]_{n=0} \}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + \sin(\psi + \Delta) \eta' [H_{0.1}(n \cdot - n + 1)]_{n=1} \\
 & + \sin \psi \eta^3 \{ [H_{3.0}(n + 1 \cdot - n)]_{n=0} - [G_{3.0}(n - 1 \cdot - n)]_{n=0} \} \\
 & + \sin(\psi + \Delta) \eta^2 \eta' [H_{2.1}(n \cdot - n + 1)]_{n=1} \\
 & + \sin(-\psi + \Delta) \eta^2 \eta' [G_{2.1}(n - 2 \cdot - n + 1)]_{n=1} \\
 & + \sin(\psi + 2\Delta) \eta \eta'^2 [H_{1.2}(n - 1 \cdot - n + 2)]_{n=2} \\
 & + \sin \psi \eta \eta'^2 \{ [H_{1.2}(n + 1 \cdot - n)]_{n=0} - [G_{1.2}(n - 1 \cdot - n)]_{n=0} \} \\
 & + \sin(\psi + \Delta) \eta'^3 [H_{0.3}(n \cdot - n + 1)]_{n=1} \\
 & + \sin(\psi + \Delta + \Sigma) j^2 \eta [H_{1.0}(n \cdot - n + 1)_{+\sigma}]_{n=1} \\
 & + \sin \psi j^2 \eta \{ [H_{1.0}(n \cdot - n + 1)_{-\delta}]_{n=1} - [G_{1.0}(n - 2 \cdot - n + 1)_{-\delta}]_{n=1} \} \\
 & + \sin(\psi + \Sigma) j^2 \eta' \{ [H_{0.1}(n + 1 \cdot - n)_{+\sigma}]_{n=0} - [G_{0.1}(n - 1 \cdot - n)_{-\sigma}]_{n=0} \} \\
 & + \sin(\psi + \Delta) j^2 \eta' \{ [H_{0.1}(n + 1 \cdot - n)_{+\delta}]_{n=0} + [H_{0.1}(n - 1 \cdot - n + 2)_{-\delta}]_{n=2} - [G_{0.1}(n - 1 \cdot - n)_{-\delta}]_{n=0} \}.
 \end{aligned}$$

Bei der Integration der Gleichungen (100) und (102) sowie auch bei allen folgenden Integrationen, welche für die Bestimmung der Bewegung in der Bahnebene notwendig sind, können die Integrationskonstanten beliebig gewählt werden. Die elliptischen Elemente a , e , π und c sind nämlich nicht mit den bei der Epoche $t = 0$ osculirenden Elementen zusammenfallend; sie werden in der That als die zur Bewegung in der Bahnebene gehörenden Integrationskonstanten betrachtet, welche zuletzt durch den Vergleich zwischen Beobachtung und Rechnung zu bestimmen sind. Wir kommen in der Abteilung 8 zu dieser Bestimmung zurück.

Der Integrationskonstant im Integral der Gleichung (100) wird $= \frac{1}{4} w^2$ gesetzt, woraus folgt

$$\frac{1}{4} \varphi_1^2 = \frac{1}{4} w^2 + \int^0 \{ [X_2] - \eta [Y_2] \} d\theta,$$

d. h.

$$\varphi_1 = w \sqrt{1 + \frac{4}{w^2} \int^0 \{ [X_2] - \eta [Y_2] \} d\theta}. \quad (103)$$

Bei der Berechnung der Funktion $[X_2] - \eta [Y_2]$ findet man, dass dieselbe kein von θ unabhängiges Glied besitzt. Es folgt hieraus, dass φ_1 nur periodische Glieder enthält, und diese Eigentümlichkeit drückt gerade das Theorem von Laplace aus, nach welchem die halben grossen Achsen keine secularen Glieder erster Ordnung enthalten.

Die Entwicklung der Funktion φ_1 nach der Formel (103) setzt voraus, dass

$$\left| \frac{4}{w^2} \int^0 \{[X_2] - \eta [Y_2]\} d\theta \right| < 1$$

unabhängig von dem Winkel θ . Diese Bedingung ist bei nahezu allen Planeten der betrachteten Gruppe erfüllt.

Nach der Bestimmung von φ_1 werden y_1 und z_1 aus der Differentialgleichung (102) erhalten.

Der Ausdruck für x_1 geht dann aus der Formel

$$x_1 = \varphi_1 - w + \eta y_1$$

hervor.

Die Funktionen φ_1 , x_1 und u_1 sind in den folgenden Tafeln XVI, XVII und XVIII gegeben. Der in diesen Tafeln vorkommende Integrationskonstant θ_0 ist mit Vorteil durch die Formel

$$\theta_0 = \frac{1}{2} c - c' \quad (104)$$

bestimmt worden.

XVI.

$\varphi_1 - w = x_1 - \eta y_1$ (im Radius als Einheit).

Cosinus.		w^{-1}			w^{-3}			w^{-5}	
			w	w^2		w	w^2		w
	η^2				- 0.000.004.60	+ 0.000.023.1	- 0.000.052		
	$\eta^2 \eta'$				- 0.000.000.60	+ 0.000.004.0	- 0.000.013		
Δ	$\eta \eta'$				+ 0.000.003.30	- 0.000.019.6	+ 0.000.053		
20+2Δ	η	+ 0.004.289.0	- 0.010.772	+ 0.010.66					
20+Δ	η'	- 0.001.542.6	+ 0.005.240	- 0.007.52					
40+4Δ	η^2	- 0.012.210	+ 0.048.40	- 0.081.2	- 0.000.004.60	+ 0.000.023.1	- 0.000.052		
40+3Δ	$\eta \eta'$	+ 0.035.774	- 0.118.36	+ 0.165.0	+ 0.000.003.30	- 0.000.019.6	+ 0.000.053		
40+2Δ	η'^2	- 0.025.892	+ 0.068.72	- 0.077.8	- 0.000.000.60	+ 0.000.004.0	- 0.000.013		
40+3Δ - Σ	j^2	- 0.001.476	+ 0.007.16	- 0.016.4					
20+2Δ	η^3	+ 0.002.84	- 0.043.2		+ 0.000.026.2	- 0.000.170		+ 0.000.000.030	- 0.000.000.22
60+6Δ	η^3	+ 0.042.8	- 0.230		+ 0.000.026	- 0.000.17		+ 0.000.000.01	- 0.000.000.1
20+Δ	$\eta^2 \eta'$	- 0.031.60	+ 0.159.2		- 0.000.076.7	+ 0.000.447		- 0.000.000.021	+ 0.000.000.18
20+3Δ	$\eta^2 \eta'$	+ 0.010.84	- 0.004.8		- 0.000.009.4	+ 0.000.069		- 0.000.000.011	+ 0.000.000.09
60+5Δ	$\eta^2 \eta'$	- 0.189.0	+ 0.890		- 0.000.086	+ 0.000.52		- 0.000.000.01	+ 0.000.000.1
20	$\eta \eta'^2$	+ 0.023.78	- 0.103.0		+ 0.000.055.5	- 0.000.287		+ 0.000.000.004	- 0.000.000.02
20+2Δ	$\eta \eta'^2$	- 0.012.52	- 0.055.2		+ 0.000.027.6	- 0.000.185		+ 0.000.000.008	- 0.000.000.05
60+4Δ	$\eta \eta'^2$	+ 0.277.0	- 1.124		+ 0.000.083	- 0.000.47		+ 0.000.000.00	
20+Δ	η'^3	- 0.016.86	+ 0.086.6		- 0.000.020.0	+ 0.000.121		- 0.000.000.001	
60+3Δ	η'^3	- 0.134.6	+ 0.458		- 0.000.020	+ 0.000.12		- 0.000.000.00	
20+2Δ	$j^2 \eta$	- 0.038.94	+ 0.184.6	- 0.450					
20+Δ - Σ	$j^2 \eta$	+ 0.012.60	- 0.062.0		+ 0.000.003.2	- 0.000.023			
60+5Δ - Σ	$j^2 \eta$	+ 0.011.4	- 0.074		+ 0.000.003	- 0.000.02			
20+Δ	$j^2 \eta'$	+ 0.036.22	- 0.175.0						
20+2Δ - Σ	$j^2 \eta'$	- 0.000.78	+ 0.014.4		- 0.000.001.1	+ 0.000.009			
60+4Δ - Σ	$j^2 \eta'$	- 0.018.6	+ 0.108		- 0.000.001	+ 0.000.01			

XVII.

x_1

Cosinus.		w^{-1}			w^{-3}	
			w	w^2		w
20+20	η	+ 1179.6	- 2962"	+ 2940"		
20+Δ	η'	- 318.2	+ 1080	- 1560		
-	η^2				- 0.95	+ 4.8
40+4Δ	η^2	- 3368	+ 13330	- 22400	- 1.26	+ 6.3
Δ	$\eta \eta'$				+ 0.68	- 4.0
40+3Δ	$\eta \eta'$	+ 8614	- 28480	+ 39800	+ 0.80	- 4.7
-	η'^2				- 0.12	+ 0.8
40+2Δ	η'^2	- 5340	+ 14180	- 16000	- 0.12	+ 0.8
40+3Δ - Σ	j^2	- 304	+ 1480	- 3400		
+ (θ - θ ₀) sin						
Δ	$\eta \eta'$	- 570	+ 2420	- 5000	- 0.45	+ 2.7

XVIII.

$$y_1 \cos \psi + z_1 \sin \psi = u_1$$

Cosinus.		w^{-1}			w^{-3}		
			w	w^2		w	w^2
$\psi + 20 + 2\Delta$	—	+ 294.89	— 740.6	+ 733"			
$\psi + 40 + 4\Delta$	η	— 839.5	+ 3328	— 5590	— 0.316	+ 1.58	— 3.6
$\psi + 40 + 3\Delta$	η'	+ 1229.9	— 4069	+ 5670	+ 0.114	— 0.68	+ 1.8
— $\psi + 20 + 2\Delta$	η^2	+ 396	+ 1490		— 2.62	+ 16.8	
$\psi + 20 + 2\Delta$	η^2	+ 978	— 7430		+ 4.42	— 28.4	
$\psi + 60 + 6\Delta$	η^2	+ 2940	— 15780	+ 33800	+ 1.80	— 11.6	
— $\psi + 20 + \Delta$	$\eta \eta'$	+ 2068	— 10580		+ 6.18	— 36.9	
$\psi + 20 + 3\Delta$	$\eta \eta'$	+ 1492	— 676		— 1.90	+ 13.6	
$\psi + 20 + \Delta$	$\eta \eta'$	— 2280	+ 11300		— 5.57	+ 32.8	
$\psi + 60 + 5\Delta$	$\eta \eta'$	— 8658	+ 40800	— 83700	— 3.94	+ 23.6	
— $\psi + 20$	η'^2	— 1634	+ 7080		— 4.04	+ 21.4	
$\psi + 20 + 2\Delta$	η'^2	— 861	— 3790		+ 2.12	— 14.4	
$\psi + 60 + 40$	η'^2	+ 6349	— 25750		+ 1.90	— 10.8	
— $\psi + 20 + \Delta - \Sigma$	j^2	— 866	+ 4260		— 0.22	+ 1.6	
$\psi + 60 + 5\Delta - \Sigma$	j^2	+ 260	— 1670		+ 0.07	— 0.6	
$\psi + 20 + 2\Delta$	j^2	— 2677	+ 12680	— 30900			
$\psi + 40 + 4\Delta$	η^3	+ 2550	+ 2200		— 10.6	+ 55	
— $\psi + 40 + 4\Delta$	η^3	— 3090	+ 8200		+ 4.4	— 13	
$\psi + 80 + 8\Delta$	η^3	— 11300	+ 76300		— 8.8	+ 40	
$\psi + 40 + 5\Delta$	$\eta^2 \eta'$	— 11450	+ 42200				
$\psi + 40 + 3\Delta$	$\eta^2 \eta'$	— 2660	— 27500		+ 33.7	— 158	
— $\psi + 40 + 3\Delta$	$\eta^2 \eta'$	+ 6870	— 4500		— 19.7	+ 62	
$\psi + 80 + 7\Delta$	$\eta^2 \eta'$	+ 50000	— 304600		+ 32.2	— 126	
$\psi + 40 + 4\Delta$	$\eta \eta'^2$	+ 26090	— 71700				
$\psi + 40 + 2\Delta$	$\eta \eta'^2$	— 1360	+ 30300		— 20.4	+ 83	
— $\psi + 40 + 2\Delta$	$\eta \eta'^2$	— 2200	— 20800		+ 20.4	— 51	
$\psi + 80 + 6\Delta$	$\eta \eta'^2$	— 73580	+ 400000		— 31.4	+ 104	
$\psi + 40 + 3\Delta$	η'^3	— 13760	+ 22100				
— $\psi + 40 + \Delta$	η'^3	— 3320	+ 18500				
$\psi + 80 + 5\Delta$	η'^3	+ 36010	— 172200				
$\psi + 40 + 3\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta$	— 2010	+ 14600				
— $\psi + 40 + 3\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta$	+ 1810	— 13600		+ 1.0	— 4	
$\psi + 80 + 7\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta$	— 2380	+ 18900				
$\psi + 40 + 4\Delta$	$j^2 \eta$	+ 14200	— 88000		+ 5.6	— 20	
$\psi + 40 + 4\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta'$	— 550	+ 100				
— $\psi + 40 + 2\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta'$	— 3550	+ 22900				
$\psi + 80 + 6\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta'$	+ 3830	— 27900				
$\psi + 40 + 3\Delta$	$j^2 \eta'$	— 17500	+ 99600		— 2.6	+ 6	
+ $(\theta - \theta_0) \sin$							
ψ	η	+ 767.68	— 2820.8	+ 5208	+ 1.265	— 6.35	+ 14.3
$\psi + \Delta$	η'	— 569.92	+ 2421.0	— 4950	— 0.455	+ 2.69	— 7.2
ψ	η^3	+ 6628	— 47400		+ 23.8	— 241	
$\psi + \Delta$	$\eta^2 \eta'$	— 18388	+ 121560		— 73.4	+ 572	
— $\psi + \Delta$	$\eta^2 \eta'$	+ 8410	— 57920		+ 36.0	— 282	
$\psi + 2\Delta$	$\eta \eta'^2$	+ 10482	— 70300		+ 55.2	— 375	
ψ	$\eta \eta'^2$	+ 25564	— 157400		+ 87.3	— 653	
$\psi + \Delta$	η'^3	— 15674	+ 94840		— 69.8	+ 436	
$\psi + \Delta + \Sigma$	$j^2 \eta$	+ 22014	— 121240	+ 359000	+ 9.9	— 77	
ψ	$j^2 \eta$	— 25564	+ 157400	— 510800	— 23.0	+ 166	
$\psi + \Sigma$	$j^2 \eta'$	— 12048	+ 76400	— 251600	— 5.2	+ 45	
$\psi + \Delta$	$j^2 \eta'$	+ 23530	— 150340	+ 498200	+ 14.8	— 112	

Nach der Bestimmung von W_1 wird $W_2 - [W_2]$ aus der Gleichung (95₂) durch Integration in folgender Form erhalten:

$$W_2 - [W_2] = W_2' + \int \{T_2 - [T_2]\} d\varepsilon \quad (105)$$

$$W_2' = -\frac{1}{2} \left\{ \frac{dx_1}{d\theta} + \frac{dy_1}{d\theta} \cos \psi + \frac{dz_1}{d\theta} \sin \psi \right\} \left. \vphantom{W_2'} \right\} \quad (106)$$

$$\left\{ (y_1 - 2\eta w - 2\eta x_1) \sin \varepsilon - z_1 \cos \varepsilon - \frac{1}{2} \eta y_1 \sin 2\varepsilon + \frac{1}{2} \eta z_1 \cos 2\varepsilon \right\}.$$

Die Berechnung der Koeffizienten in der Entwicklung von $\int \{T_2 - [T_2]\} d\varepsilon$ aus den Tafeln VIII—X ist bis auf Weiteres aufgeschoben.

Die Funktion W_2' ist in Tafel XIX gegeben.

Vollständiger als W_2' im Allgemeinen ist $[(1 - e \cos \varepsilon) W_2']$ in Tafel XX berechnet.

XIX.

W_2'

Cosinus.				w^{-2}			w^{-4}	
				w	w	w^2	w	
$-\psi + \varepsilon$	—			+ 0.2108	— 1.059	+ 2.38		
$\psi + \varepsilon + 40 + 4\Delta$	—			— 0.2108	+ 1.059	— 2.38		
ε	η			+ 0.843	— 4.23			
$\varepsilon + 40 + 4\Delta$	η			— 0.843	+ 4.23			
$-\psi + \varepsilon - 20 - 2\Delta$	η	— 294.9	+ 741"	— 1.205	+ 7.77			
$-\psi + \varepsilon + 20 + 2\Delta$	η			— 0.888	+ 5.60			
$\psi + \varepsilon + 20 + 2\Delta$	η	+ 294.9	— 741	+ 0.286	— 1.72			
$\psi + \varepsilon + 60 + 6\Delta$	η			+ 1.807	— 11.65			
$-\psi + 2\varepsilon$	η			— 0.105	+ 0.53			
$\psi + 2\varepsilon + 40 + 4\Delta$	η			+ 0.105	— 0.53			
$\varepsilon + \Delta$	η'			— 0.227	+ 1.34			
$\varepsilon + 40 + 3\Delta$	η'			+ 0.227	— 1.34			
$-\psi + \varepsilon - 20 - \Delta$	η'			+ 1.758	— 10.25			
$-\psi + \varepsilon + 20 + \Delta$	η'			+ 1.085	— 6.50			
$\psi + \varepsilon + 20 + 3\Delta$	η'			— 0.206	+ 1.38			
$\psi + \varepsilon + 60 + 5\Delta$	η'			— 2.637	+ 15.37			
$+(\theta - \theta_0) \sin$								
$-\psi + \varepsilon - 20 - 2\Delta$	η			+ 0.560	— 3.43		+ 0.000.90	— 0.006.8
$\psi + \varepsilon + 20 + 2\Delta$	η			— 0.560	+ 3.43		— 0.000.90	+ 0.006.8
$-\psi + \varepsilon - 20 - \Delta$	η'			— 0.412	+ 2.76		— 0.000.32	+ 0.002.7
$\psi + \varepsilon + 20 + 3\Delta$	η'			+ 0.412	— 2.76		+ 0.000.32	— 0.002.7

XX.

$$[(1 - e \cos \varepsilon) \bar{W}_2']$$

Cosinus.					w^{-2}		w^{-4}		
			w	w^2	w	w^2		w	
	—				+ 0.000.001.022	— 0.000.005.13	+ 0.000.011.5		
	η^2	+ 0.001.89	— 0.006.9		+ 0.000.019.2	— 0.000.177		+ 0.000.000.044	— 0.000.000.36
	η'^2				+ 0.000.029.6	— 0.000.248		+ 0.000.000.020	— 0.000.000.14
	j^2				— 0.000.018.5	+ 0.000.135	— 0.000.48		
Δ	$\eta \eta'$	— 0.001.40	+ 0.005.9		— 0.000.053.4	+ 0.000.435		— 0.000.000.075	+ 0.000.000.60
$2\theta + 2\Delta$	η	— 0.001.430	+ 0.003.59	— 0.003.5	— 0.000.010.15	+ 0.000.064.8	— 0.000.191	— 0.000.000.005.5	+ 0.000.000.041
$2\theta + \Delta$	η'				+ 0.000.013.78	— 0.000.081.2	+ 0.000.218	+ 0.000.000.002.0	— 0.000.000.017
$4\theta + 4\Delta$	η^2	+ 0.008.16	— 0.032.2		+ 0.000.048.1	— 0.000.366			
$4\theta + 3\Delta$	$\eta \eta'$	— 0.011.92	+ 0.039.6		— 0.000.130.0	+ 0.000.926			
$4\theta + 2\Delta$	η'^2				+ 0.000.092.2	— 0.000.610			
$4\theta + 3\Delta - \Sigma$	j^2				+ 0.000.003.6	— 0.000.032			
$+(\theta - \theta_0) \sin$									
$2\theta + 2\Delta$	η				— 0.000.002.71	+ 0.000.016.6	— 0.000.049	— 0.000.000.004.4	+ 0.000.000.033
$2\theta + \Delta$	η'				+ 0.000.002.00	— 0.000.013.4	+ 0.000.043	+ 0.000.000.001.6	— 0.000.000.013
$4\theta + 4\Delta$	η^2				+ 0.000.015.6	— 0.000.117		+ 0.000.000.031	— 0.000.000.28
$4\theta + 3\Delta$	$\eta \eta'$				— 0.000.033.9	+ 0.000.250		— 0.000.000.052	+ 0.000.000.45
$4\theta + 2\Delta$	η'^2				+ 0.000.016.6	— 0.000.125		+ 0.000.000.014	— 0.000.000.14

Die noch unbestimmte Funktion $[W_2]$ wird in der Weise bestimmt, dass W_3 kein seculares Glied in ε besitze. Die folgende Differentialgleichung drückt diese Bedingung aus:

$$\varphi_1 \frac{d[W_2]}{d\theta} + [x_2 - \eta y_2] \frac{dW_1}{d\theta} + [(1 - e \cos \varepsilon) (w + \bar{W}_1) \frac{\partial}{\partial \theta} (W_2 - [W_2])] +$$

$$+ [(1 - e \cos \varepsilon) \left\{ \overline{W_2 - [W_2]} - w \bar{W}_1 - \frac{3}{4} \left(\bar{W}_1 - \frac{1}{3} \Xi_1 \right) \left(\bar{W}_1 + \frac{1}{9} \Xi_1 \right) \right\}] \frac{dW_1}{d\theta} = 2 [T_3].$$

Wenn die Bezeichnung

$$A = (y_1 - 2\eta w - 2\eta x_1) \sin \varepsilon - z_1 \cos \varepsilon - \frac{1}{2} \eta y_1 \sin 2\varepsilon + \frac{1}{2} \eta z_1 \cos 2\varepsilon$$

eingeführt wird, so ist

$$W_2' = - \frac{1}{2} \frac{dW_1}{d\theta} \cdot A,$$

und man findet die folgende Identität:

$$\left. \begin{aligned} & \left[(1 - e \cos \varepsilon) (w + \bar{W}_1) \frac{\partial W_2'}{\partial \theta} + (1 - e \cos \varepsilon) \bar{W}_2' \frac{dW_1}{d\theta} \right] \equiv \\ & \equiv -\frac{1}{2} \left[\frac{\partial A}{\partial \varepsilon} \frac{\partial}{\partial \theta} \left\{ \frac{dW_1}{d\theta} A \right\} + \frac{\partial (\varphi_1 + \frac{\partial A}{\partial \varepsilon})}{\partial \theta} \cdot A \cdot \frac{dW_1}{d\theta} \right] \equiv \\ & \equiv -\frac{1}{2} \frac{d^2 W_1}{d\theta^2} \left[A \frac{\partial A}{\partial \varepsilon} \right] - \frac{1}{2} \frac{dW_1}{d\theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left[A \frac{\partial A}{\partial \varepsilon} \right] - \frac{1}{2} \frac{d\varphi_1}{d\theta} \frac{dW_1}{d\theta} \cdot [A] \equiv 0. \end{aligned} \right\} (106)$$

Die Gleichung für $[W_2]$ bekommt also, zufolge (105) und (106), die folgende Form:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_1 \frac{d[W_2]}{d\theta} + [x_2 - \eta y_2 + w^2] \frac{dW_1}{d\theta} &= \\ &= \left\{ w\varphi_1 + \frac{3}{4} \left[\left(\bar{W}_1 - \frac{1}{3} \Xi_1 \right) \left(\bar{W}_1 + \frac{1}{9} \Xi_1 \right) (1 - e \cos \varepsilon) \right] \right\} \frac{dW_1}{d\theta} - \\ &- \left[(1 - e \cos \varepsilon) \left\{ (w + \bar{W}_1) \frac{\partial}{\partial \theta} \int (T_2 - [T_2]) d\varepsilon + \frac{dW_1}{d\theta} \cdot \int \sqrt{(T_2 - [T_2])} d\varepsilon \right\} \right] + 2 [T_3]. \end{aligned} \right\} (107)$$

Dieselbe zerfällt in drei verschiedene Gleichungen: eine von ψ unabhängige, eine mit dem Faktor $\cos \psi$ und eine mit $\sin \psi$ multiplicirte. Die zweite wird, nach Multiplikation mit $\frac{\eta}{\cos \psi}$, von der ersten subtrahirt. Auf solche Weise findet man für die Funktion

$$\varphi_2 = [x_2] - \eta [y_2] + w^2 \quad (108)$$

die folgende Differentialgleichung:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d}{d\theta} \left\{ \varphi_1 \left(\varphi_2 - \frac{w}{2} \varphi_1 \right) \right\} &= \frac{3}{4} [\bar{W}_1^2] \frac{d\varphi_1}{d\theta} + 2 [X_3 - \eta Y_3] - \\ &- \left[(1 - e \cos \varepsilon) \left\{ (w + \bar{W}_1) \frac{\partial}{\partial \theta} \int (X_2 - \eta Y_2 - [X_2 - \eta Y_2]) d\varepsilon + \frac{d\varphi_1}{d\theta} \cdot \int \sqrt{(T_2 - [T_2])} d\varepsilon \right\} \right] \end{aligned} \right\} (109)$$

wo die Glieder dritten Grades weggelassen sind.

Zufolge der Gleichungen (94), (84), (85), (87), (89) und (90) ist nun

$$\left. \begin{aligned} 2 [X_3 - \eta Y_3] &= \frac{2}{3} \Xi_1 \left\{ [X_2 - \eta Y_2] + \left| \sum_{n+r-\frac{1}{2}(n-s)=0} S'_{p \cdot q} (n+r \cdot -n+s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \sin A \right\} + \right. \\ &+ \left. \left[(3 \bar{W}_1 + \Xi_1) \left\{ \frac{1}{2} (1-w) \frac{\partial}{\partial w} (X_2 - \eta Y_2) - \sum S''_{p \cdot q} (n+r \cdot -n+s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \sin A \right\} \right] \right\} \end{aligned} \right\} (110)$$

wenn die Koeffizienten $S'_{p \cdot q}$ und $S''_{p \cdot q}$ mittels der Formeln

$$\left. \begin{aligned} S'_{p \cdot q}(n+r \cdot -n+s) &= 4S_{p \cdot q}(n+r \cdot -n+s) - 2S_{p-1 \cdot q}(n+r+1 \cdot -n+s) - \\ &\quad - 2S_{p-1 \cdot q}(n+r-1 \cdot -n+s) \\ S''_{p \cdot q}(n+r \cdot -n+s) &= S_{p \cdot q}(n+r \cdot -n+s) - S_{p-1 \cdot q}(n+r+1 \cdot -n+s) - \\ &\quad - S_{p-1 \cdot q}(n+r-1 \cdot -n+s) + 4S_{p-2 \cdot q}(n+r \cdot -n+s) \end{aligned} \right\} \quad (111)$$

aus den in der Tafel XV vorkommenden Koeffizienten $S_{p \cdot q}$ berechnet werden.

Die in den Gleichungen (109) und (110) vorkommende Funktion $X_2 - \eta Y_2$ ist durch die Reihe

$$X_2 - \eta Y_2 = \sum S'''_{p \cdot q}(n+r \cdot -n+s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \sin A \quad (112)$$

gegeben, wo die Koeffizienten $S'''_{p \cdot q}$ durch die Formeln

$$\left. \begin{aligned} S'''_{p \cdot q} &= F_{p \cdot q}(n+r \cdot -n+s) - G_{p-1 \cdot q}(n+r-1 \cdot -n+s) \\ &\quad - H_{p-1 \cdot q}(n+r+1 \cdot -n+s) \end{aligned} \right\} \quad (113)$$

von den Grössen F , G , H abhängen.

Zur Entwicklung der Funktion $\int \overline{(T_2 - [T_2])} d\varepsilon$ wird auf den nächsten Seiten zurückgekommen.

Von den Koeffizienten $S'_{p \cdot q}$, $S''_{p \cdot q}$, $S'''_{p \cdot q}$ ist es nur notwendig diejenigen zu berechnen, wo

$$n+r - \frac{1}{2}(n-s) = \begin{cases} 0 \\ \pm 1 \\ \pm 2 \end{cases}$$

ist.

Es würde zu weit führen, bei dieser Sache mehr in's Einzelne zu gehen. Ich teile nur die Funktion φ_2 bis auf Glieder zweiten Grades in Tafel XXI mit, mit der Bemerkung, dass hier, wie immer, wenn nicht andere Kontrolle mir zu Gebote stand, sowohl das Ausschreiben der Formeln als auch die Berechnung derselben zweimal unabhängig ausgeführt worden ist. Die Integrationskonstante, welche in der Funktion φ_1 ($\varphi_2 - \frac{w}{2} \varphi_1$) additiv vorkommt, wurde $= \frac{w^3}{2}$ gesetzt.

Die Funktion

$$u_2 = [y_2] \cos \psi + [z_2] \sin \psi \quad (114)$$

wird zufolge (107) durch die folgende Differentialgleichung erhalten:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d}{d\theta} (u_2 - wu_1) = & \left\{ -\frac{\varphi_2}{\varphi_1} + \frac{3}{4} \frac{[\bar{u}_1^2]}{\varphi_1} - \frac{1}{\varphi_1} \left[(1 - e \cos \varepsilon) \int (T_2 - [T_2]) d\varepsilon \right] \right\} \frac{du_1}{d\theta} - \\ & - \frac{1}{\varphi_1} \left[(1 - e \cos \varepsilon) (w + \bar{W}_1) \frac{\partial}{\partial \theta} \int (Y_2 \cos \psi + Z_2 \sin \psi - [Y_2 \cos \psi + Z_2 \sin \psi]) d\varepsilon \right] + \\ & + \frac{2}{\varphi_1} [Y_3 \cos \psi + Z_3 \sin \psi], \end{aligned} \right\} (115)$$

wo die Glieder zweiten Grades weggelassen worden sind.

Infolge der Gleichungen (94), (84), (85), (87), (89), (90) und (111) findet man

$$\left. \begin{aligned} 2 [Y_3 \cos \psi + Z_3 \sin \psi] = & \\ = \frac{2}{3} \Xi_1 \left\{ [Y_2 \cos \psi + Z_2 \sin \psi] - \left[4 \cos(\varepsilon - \psi) \sum S_{p \cdot q}'' (n+r \cdot -n+s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \sin A \right] \right\} + & \\ + \left[\left(\bar{W}_1 + \frac{1}{3} \Xi_1 \right) \left\{ \frac{3}{2} (1 - w) \frac{\partial}{\partial w} (Y_2 \cos \psi + Z_2 \sin \psi) + \right. \right. & \\ \left. \left. + 2 \cos(\varepsilon - \psi) \sum S_{p \cdot q}'' (n+r \cdot -n+s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \sin A \right\} \right]. & \end{aligned} \right\} (116)$$

Die Integrationskonstante, welche der Funktion $u_2 - wu_1$ hinzuzufügen wäre, ist = 0 gesetzt.

Nach ausgeführter Rechnung findet man für u_2 die Entwicklung, welche in Tafel XXII mitgeteilt worden ist.

XXI.

$$\varphi_2 - w^2 = [x_2] - \eta [y_2]$$

Cosinus.		w^{-4}	w^{-3}	w^{-2}	w^{-1}		w	
	η^2	+ 0.000.000.038	- 0.000.000.33	+ 0.000.007.4	- 0.000.037			
	η'^2	+ 0.000.000.020	- 0.000.000.17	+ 0.000.000.6	- 0.000.004			
Δ	$\eta \eta'$	- 0.000.000.070	+ 0.000.000.57	- 0.000.004.3	+ 0.000.025			
20+2 Δ	η	-	-	- 0.000 017.76	+ 0.000.114.8	- 0.001.655	+ 0.003.26	- 0.002.6
20+ Δ	η'	-	-	+ 0.000.026.45	- 0.000.154.9	+ 0.000.404		
40+4 Δ	η^2	+ 0.000.000.027	- 0.000.000.24	+ 0.000.067.6	- 0.000.539	+ 0.006.53	- 0.024.9	
40+3 Δ	$\eta \eta'$	- 0.000.000.041	+ 0.000.000.36	- 0.000.199.2	+ 0.001.369	- 0.011.05	+ 0.034.7	
40+2 Δ	η'^2	+ 0.000.000.042	- 0.000.000.51	+ 0.000.149.9	- 0.000.996			
40+3 Δ - Σ	j^2	-	-	+ 0.000.001.6	- 0.000.022			
+ ($\theta - \theta_0$) sin								
20+2 Δ	η	- 0.000.000.013.2	+ 0.000.000.092	- 0.000.008.22	+ 0.000.050.0	- 0.000.149		
20+ Δ	η'	+ 0.000.000.004.8	- 0.000.000.037	+ 0.000.006.02	- 0.000.040.2	+ 0.000.131		
40+4 Δ	η^2	+ 0.000.000.073	- 0.000.000.62	+ 0.000.035.3	- 0.000.264			
40+3 Δ	$\eta \eta'$	- 0.000.000.122	+ 0.000.000.99	- 0.000.077.5	+ 0.000.561			
Δ	$\eta \eta'$	+ 0.000.000.021	- 0.000.000.17	- 0.000.000.2	+ 0.000.002			
40+2 Δ	η'^2	+ 0.000.000.034	- 0.000.000.30	+ 0.000.037.7	- 0.000.281			
+ ($\theta - \theta_0$) ² cos								
-	η^2	+ 0.000.000.008	- 0.000.000.06	+ 0.000.005.4	- 0.000.039			
Δ	$\eta \eta'$	- 0.000.000.010	+ 0.000.000.08	- 0.000.008.0	+ 0.000.061			
-	η'^2	+ 0.000.000.002	- 0.000.000.02	+ 0.000.003.0	- 0.000.024			

XXII.

$$u_2 = [y_2] \cos \psi + [z_2] \sin \psi$$

Cosinus.		w^{-4}	w^{-3}	w^{-2}	w^{-1}		w
$\psi + 20 + 2\Delta$	-			- 0.613	+ 4.07	- 9.9	
$\psi + 40 + 4\Delta$	η			+ 2.83	- 21.7	+ 167	- 638
$\psi + 40 + 3\Delta$	η'			- 4.31	+ 30.6		
+ ($\theta - \theta_0$) sin							
ψ	η	- 0.007.1	+ 0.054	+ 0.99	+ 10.5		
$\psi + 40 + 4\Delta$	η	+ 0.001.5	- 0.012	+ 0.80	- 5.5		
$\psi + \Delta$	η'	+ 0.006.7	- 0.048	+ 3.25	- 27.9		
$\psi + 40 + 3\Delta$	η'	- 0.000.6	+ 0.005	- 0.59	+ 4.4		
+ ($\theta - \theta_0$) ² cos							
ψ	η	- 0.001.1	+ 0.008	- 0.37	+ 2.2		
$\psi + \Delta$	η'	+ 0.000.6	- 0.005	+ 0.27	- 1.8		

Wir gehen jetzt zur Bestimmung des im Ausdruck (105) für W_2 vorkommenden Integrals

$$W_2'' = \int (T_2 - [T_2]) d\varepsilon$$

und leiten gleichzeitig auch die Glieder erster Ordnung der Funktionen W_3 und W_4 her.

Durch Integration findet man aus der Gleichung (82)

$$\begin{aligned} W_3'' &= - \sum \frac{F_0 \cdot p \cdot q + F_1 \cdot p \cdot q w + F_2 \cdot p \cdot q w^2}{D} \cdot r_1^p \cdot r_1^q j^{2t} \cos A \\ &\quad - \sum \frac{G_0 \cdot p \cdot q + G_1 \cdot p \cdot q w + G_2 \cdot p \cdot q w^2}{D+1} \cdot r_1^p \cdot r_1^q j^{2t} \cos(A - \psi + \varepsilon) \\ &\quad - \sum \frac{H_0 \cdot p \cdot q + H_1 \cdot p \cdot q w + H_2 \cdot p \cdot q w^2}{D-1} \cdot r_1^p \cdot r_1^q j^{2t} \cos(A + \psi - \varepsilon), \end{aligned}$$

wo die Bezeichnungen

$$D = n + r - \frac{1}{2}(n - s)$$

$$A = D\varepsilon + (n - s)\theta + \text{const}$$

angewandt worden sind.

Die Glieder erster Ordnung in W_3 werden durch die Gleichung

$$\frac{\partial W_3''}{\partial \varepsilon} = -\frac{1}{2} w (1 - e \cos \varepsilon) \frac{\partial W_2}{\partial \theta}$$

erhalten, oder wenn die ganz unmerklichen von $W_2' + [W_2]$ herkommenden Glieder vernachlässigt werden, durch die Formel

$$\begin{aligned} W_3'' &= -\frac{1}{2} w \int (1 - e \cos \varepsilon) \frac{\partial W_2''}{\partial \theta} d\varepsilon \\ &= -\frac{1}{2} w \int (1 - e \cos \varepsilon) \left\{ \sum \frac{(n-s)(F_0 \cdot p \cdot q + F_1 \cdot p \cdot q w + F_2 \cdot p \cdot q w^2)}{D} \sin A \right. \\ &\quad + \sum \frac{(n-s)(G_0 \cdot p \cdot q + G_1 \cdot p \cdot q w + G_2 \cdot p \cdot q w^2)}{D+1} \sin(A - \psi + \varepsilon) \\ &\quad \left. + \sum \frac{(n-s)(H_0 \cdot p \cdot q + H_1 \cdot p \cdot q w + H_2 \cdot p \cdot q w^2)}{D-1} \sin(A + \psi - \varepsilon) \right\} d\varepsilon. \end{aligned}$$

In ähnlicher Weise werden durch die Gleichung

$$\frac{\partial W_4''}{\partial \varepsilon} = -\frac{1}{2} w (1 - e \cos \varepsilon) \frac{\partial W_3''}{\partial \theta}$$

die Glieder erster Ordnung in W_4 erhalten.

Alle diese Glieder erster Ordnung werden in der folgenden Formel zusammengestellt:

$$\begin{aligned}
 W_2'' + W_3'' + W_4'' &= \\
 &= \sum \left\{ \tilde{F}_{0 \cdot p \cdot q}(n+r \cdot -n+s) + \tilde{F}_{1 \cdot p \cdot q} w + \tilde{F}_{2 \cdot p \cdot q} w^2 + \dots \right\} \eta^p \eta'^q j^{2t} \cos A \\
 &+ \sum \left\{ \tilde{G}_{0 \cdot p \cdot q}(n+r \cdot -n+s) + \tilde{G}_{1 \cdot p \cdot q} w + \tilde{G}_{2 \cdot p \cdot q} w^2 + \dots \right\} \eta^p \eta'^q j^{2t} \cos(A - \psi + \varepsilon) \\
 &+ \sum \left\{ \tilde{H}_{0 \cdot p \cdot q}(n+r \cdot -n+s) + \tilde{H}_{1 \cdot p \cdot q} w + \tilde{H}_{2 \cdot p \cdot q} w^2 + \dots \right\} \eta^p \eta'^q j^{2t} \cos(A + \psi - \varepsilon). \quad (117)
 \end{aligned}$$

Zur Berechnung der Koeffizienten \tilde{F} , \tilde{G} , \tilde{H} dienen die folgenden Recursionsformeln:

$$\begin{aligned}
 \tilde{F}_{0 \cdot p \cdot q} &= -\frac{F_{0 \cdot p \cdot q}}{D}; & \tilde{F}_{1 \cdot p \cdot q} &= -\frac{F_{1 \cdot p \cdot q} + f_{0 \cdot p \cdot q}}{D}; & \tilde{F}_{2 \cdot p \cdot q} &= -\frac{F_{2 \cdot p \cdot q} + f_{1 \cdot p \cdot q}}{D} \\
 \tilde{G}_{0 \cdot p \cdot q} &= -\frac{G_{0 \cdot p \cdot q}}{D+1}; & \tilde{G}_{1 \cdot p \cdot q} &= -\frac{G_{1 \cdot p \cdot q} + g_{0 \cdot p \cdot q}}{D+1}; & \tilde{G}_{2 \cdot p \cdot q} &= -\frac{G_{2 \cdot p \cdot q} + g_{1 \cdot p \cdot q}}{D+1} \\
 \tilde{H}_{0 \cdot p \cdot q} &= -\frac{H_{0 \cdot p \cdot q}}{D-1}; & \tilde{H}_{1 \cdot p \cdot q} &= -\frac{H_{1 \cdot p \cdot q} + h_{0 \cdot p \cdot q}}{D-1}; & \tilde{H}_{2 \cdot p \cdot q} &= -\frac{H_{2 \cdot p \cdot q} + h_{1 \cdot p \cdot q}}{D-1}
 \end{aligned} \quad (118)$$

$$\begin{aligned}
 f_{i \cdot p \cdot q}(n+r \cdot -n+s) &= \frac{1}{2}(n-s) \left\{ \tilde{F}_{i \cdot p \cdot q}(n+r \cdot -n+s) - \tilde{F}_{i \cdot p-1 \cdot q}(n+r-1 \cdot -n+s) \right. \\
 &\quad \left. - \tilde{F}_{i \cdot p-1 \cdot q}(n+r+1 \cdot -n+s) \right\} \\
 g_{i \cdot p \cdot q}(n+r \cdot -n+s) &= \frac{1}{2}(n-s) \left\{ \tilde{G}_{i \cdot p \cdot q}(n+r \cdot -n+s) - \tilde{G}_{i \cdot p-1 \cdot q}(n+r-1 \cdot -n+s) \right. \\
 &\quad \left. - \tilde{G}_{i \cdot p-1 \cdot q}(n+r+1 \cdot -n+s) \right\} \\
 h_{i \cdot p \cdot q}(n+r \cdot -n+s) &= \frac{1}{2}(n-s) \left\{ \tilde{H}_{i \cdot p \cdot q}(n+r \cdot -n+s) - \tilde{H}_{i \cdot p-1 \cdot q}(n+r-1 \cdot -n+s) \right. \\
 &\quad \left. - \tilde{H}_{i \cdot p-1 \cdot q}(n+r+1 \cdot -n+s) \right\}
 \end{aligned} \quad (119)$$

Die Grössen $\tilde{F}_{i \cdot p \cdot q}$, $\tilde{G}_{i \cdot p \cdot q}$ und $\tilde{H}_{i \cdot p \cdot q}$ sind numerisch in den Tafeln XXIII, XXIV und XXV gegeben.

Zufolge der Gleichung (117) findet man die Reihenentwicklung

$$\bar{W}_2'' + \bar{W}_3'' + \bar{W}_4'' = \sum (\bar{A}_{0 \cdot p \cdot q} + \bar{A}_{1 \cdot p \cdot q} w + \bar{A}_{2 \cdot p \cdot q} w^2 + \dots) \cos A, \quad (120)$$

wo die Koeffizienten $\bar{A}_{i.p.q}$ durch die Formel

$$\bar{A}_{i.p.q} = \tilde{F}_{i.p.q} + \tilde{G}_{i.p.q} + \tilde{H}_{i.p.q} \quad (121)$$

zu bestimmen sind

Für die Funktion $(1 - e \cos \varepsilon) (\bar{W}_2'' + \bar{W}_3'' + \bar{W}_4'')$ geht also der folgende Ausdruck hervor:

$$\begin{aligned} (1 - e \cos \varepsilon) (\bar{W}_2'' + \bar{W}_3'' + \bar{W}_4'') &= \\ &= \sum \{ A_{0.p.q} (n + r \cdot - n + s) + A_{1.p.q} w + A_{2.p.q} w^2 + \dots \} \cos A, \end{aligned} \quad (122)$$

wo die Koeffizienten $A_{i.p.q}$ durch die Formel

$$\left. \begin{aligned} A_{i.p.q} (n + r \cdot - n + s) &= \bar{A}_{i.p.q} (n + r \cdot - n + s) - \bar{A}_{i.p-1.q} (n + r + 1 \cdot - n + s) \\ &\quad - \bar{A}_{i.p-1.q} (n + r - 1 \cdot - n + s) \end{aligned} \right\} \quad (123)$$

gegeben sind.

Die Koeffizienten $\bar{A}_{i.p.q}$ und $A_{i.p.q}$ sind in den Tafeln XXVI und XXVII zusammengestellt.

XXIII.

	$n=0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\tilde{F}_{0.0}(n \cdot -n)$		- 94''26	- 271''49	- 144''07	- 79''94	- 45''52	- 26''37	- 15''46	- 9''15	- 5''45	- 3''26
$\tilde{F}_{1.0}(n+1 \cdot -n)$	+ 86''3	+ 138.9	+ 3.1	- 43.0	- 53.6	- 49.1	- 39.8	- 30.2	- 22.0	- 15.7	- 10.9
$\tilde{F}_{1.0}(n-1 \cdot -n)$	+ 86.3	- 227.8		+ 2993.4	+ 1514.4	+ 910.6	+ 574.5	+ 368.8	+ 238.4	+ 158.2	+ 100.3
$\tilde{F}_{0.1}(n \cdot -n+1)$	-	- 129.7	+ 87.4	+ 157.0	+ 155.6	+ 129.7	+ 99.7	+ 73.1	+ 52.0	+ 36.3	+ 24.9
$\tilde{F}_{0.1}(n \cdot -n-1)$	-		- 4081.6	- 2279.1	- 1445.9	- 943.4	- 619.8	- 407.6	- 267.6	- 175.4	- 114.7
$\tilde{F}_{2.0}(n+2 \cdot -n)$	- 106	- 130	- 72	- 54	- 50	- 47	- 43	- 38	- 32	- 26	- 20
$\tilde{F}_{2.0}(n \cdot -n)$		- 1513	- 128	+ 588	+ 891	+ 944	+ 865	+ 733	+ 590	+ 458	+ 347
$\tilde{F}_{2.0}(n-2 \cdot -n)$	- 106	- 22	+ 2245	+ 9516		- 15535	- 7970	- 5032	- 3375	- 2312	- 1596
$\tilde{F}_{1.1}(n+1 \cdot -n+1)$	+ 256	+ 410	+ 209	+ 153	+ 153	+ 158	+ 154	+ 140	+ 121	+ 100	+ 79
$\tilde{F}_{1.1}(n-1 \cdot -n+1)$	+ 768		- 418	- 1725	- 2166	- 2147	- 1904	- 1580	- 1255	- 966	- 726
$\tilde{F}_{1.1}(n+1 \cdot -n-1)$	+ 768	+ 1429	- 256	- 908	- 1171	- 1184	- 1064	- 892	- 714	- 553	- 417
$\tilde{F}_{1.1}(n-1 \cdot -n-1)$	+ 256	- 965	- 20364		+ 43739	+ 23773	+ 15610	+ 10770	+ 7540	+ 5291	+ 3705
$\tilde{F}_{0.2}(n \cdot -n+2)$	-	- 301	- 164	- 108	- 118	- 135	- 140	- 132	- 116	- 97	- 78
$\tilde{F}_{0.2}(n \cdot -n)$		- 1521	+ 1498	+ 2612	+ 2940	+ 2796	+ 2428	+ 1991	+ 1568	+ 1199	+ 897
$\tilde{F}_{0.2}(n \cdot -n-2)$	-	+ 3165		- 30606	- 17791	- 12196	- 8674	- 6205	- 4428	- 3143	- 2216
$\tilde{F}_{0.0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\sigma}$	- 158	- 576	- 513	- 406	- 302	- 217	- 152	- 105	- 71	- 48	- 32
$\tilde{F}_{0.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\sigma}$	- 158		+ 855		- 1268	- 578	- 325	- 196	- 122	- 77	- 49
$\tilde{F}_{0.0}(n+1 \cdot -n-1)_{+\delta}$	+ 464	+ 1152	+ 855	+ 609	+ 417	+ 289	+ 195	+ 131	+ 87	+ 57	+ 38
$\tilde{F}_{0.0}(n-1 \cdot -n+1)_{-\delta}$	+ 464		+ 855	+ 609	+ 417	+ 289	+ 195	+ 131	+ 87	+ 57	+ 38
$\tilde{F}_{0.0}(n \cdot -n)$		+ 392.7	+ 908.0	+ 580.9	+ 376.7	+ 245.2	+ 159.9	+ 104.1	+ 67.6	+ 43.9	+ 28.6
$\tilde{F}_{1.0}(n+1 \cdot -n)$	- 256	- 598	- 341	- 53	+ 106	+ 172	+ 184	+ 167	+ 141	+ 112	+ 87
$\tilde{F}_{1.0}(n-1 \cdot -n)$	- 256	+ 636		- 18876	- 8969	- 5672	- 3854	- 2678	- 1871	- 1312	- 911
$\tilde{F}_{0.1}(n \cdot -n+1)$	-	+ 484	- 37	- 429	- 593	- 608	- 547	- 457	- 362	- 279	- 209
$\tilde{F}_{0.1}(n \cdot -n-1)$	-		+ 22402	+ 11718	+ 7904	+ 5624	+ 4045	+ 2902	+ 2071	+ 1467	+ 1032
$\tilde{F}_{2.0}(n+2 \cdot -n)$	+ 450	+ 740	+ 460	+ 290	+ 230	+ 220	+ 220	+ 220	+ 210	+ 180	
$\tilde{F}_{2.0}(n \cdot -n)$		+ 7910	+ 3280	+ 2550	- 1400	- 3320	- 4110	- 4190	- 3900	- 3390	
$\tilde{F}_{2.0}(n-2 \cdot -n)$	+ 450	+ 220	- 3930	- 12430		+ 153610	+ 67370	+ 42210	+ 29260	+ 21080	
$\tilde{F}_{1.1}(n+1 \cdot -n+1)$	- 850	- 1900	- 1180	- 760	- 660	- 710	- 780	- 800	- 770	- 710	
$\tilde{F}_{1.1}(n-1 \cdot -n+1)$	- 3580		- 2310	+ 4890	+ 9000	+ 10820	+ 11070	+ 10350	+ 9110	+ 7670	
$\tilde{F}_{1.1}(n+1 \cdot -n-1)$	- 3580	- 7570	- 6250	- 770	+ 2570	+ 4410	+ 5120	+ 5130	+ 4720	+ 4090	
$\tilde{F}_{1.1}(n-1 \cdot -n-1)$	- 850	+ 2570	+ 6440		- 397840	- 182730	- 119270	- 85550	- 63240	- 47100	
$\tilde{F}_{0.2}(n \cdot -n+2)$	-	+ 1160	+ 850	+ 570	+ 560	+ 660	+ 760	+ 800	+ 790	+ 720	
$\tilde{F}_{0.2}(n \cdot -n)$		+ 8190	- 1950	- 8450	- 12450	- 14140	- 14100	- 12990	- 11340	- 9510	
$\tilde{F}_{0.2}(n \cdot -n-2)$	-	- 2030		+ 252930	+ 122710	+ 83860	+ 62390	+ 47460	+ 36200	+ 27460	
$\tilde{F}_{0.0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\sigma}$	+ 610	+ 2120	+ 2280	+ 2110	+ 1790	+ 1440	+ 1110	+ 840	+ 620	+ 450	
$\tilde{F}_{0.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\sigma}$	+ 610		- 1070		+ 13300	+ 5270	+ 2960	+ 1850	+ 1200	+ 800	
$\tilde{F}_{0.0}(n+1 \cdot -n-1)_{+\delta}$	- 2420	- 5380	- 4490	- 3570	- 2740	- 2060	- 1510	- 1100	- 790	- 550	
$\tilde{F}_{0.0}(n-1 \cdot -n+1)_{-\delta}$	- 2420		- 4490	- 3570	- 2740	- 2060	- 1520	- 1100	- 780	- 560	
$\tilde{F}_{0.0}(n \cdot -n)$		- 764	- 1434	- 1080	- 809	- 601	- 442	- 320	- 230	- 163	- 115
$\tilde{F}_{1.0}(n+1 \cdot -n)$	+ 340	+ 1210	+ 1275	+ 730	+ 240	- 90	- 280	- 360	- 370	- 350	
$\tilde{F}_{1.0}(n-1 \cdot -n)$	+ 340	- 840		+ 70270	+ 27660	+ 17430	+ 12430	+ 9210	+ 6910	+ 5200	
$\tilde{F}_{0.1}(n \cdot -n+1)$	-	- 810	- 450	+ 250	+ 850	+ 1180	+ 1280	+ 1240	+ 1120	+ 970	
$\tilde{F}_{0.1}(n \cdot -n-1)$	-		- 77050	- 32330	- 21540	- 16200	- 12530	- 9730	- 7500	- 5740	

XXIV.

	$n=0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\tilde{G}_{0.0}(n \cdot -n)$	- 43".140	- 18".35	+ 33".55	+ 23".56	+ 15".25	+ 9".58	+ 5".94	+ 3".67	+ 2".25	+ 1".39	+ 0".85
$\tilde{G}_{1.0}(n+1 \cdot -n)$	+ 52.8	+ 22.0	+ 27.6	+ 24.2	+ 20.5	+ 16.5	+ 12.6	+ 9.3	+ 6.7	+ 4.8	+ 3.3
$\tilde{G}_{1.0}(n-1 \cdot -n)$		+ 448.2	- 273.04	- 279.4	- 225.9	- 168.0	- 119.9	- 83.4	- 57.1	- 38.6	- 25.9
$\tilde{G}_{0.1}(n \cdot -n+1)$	- 127.9	- 56.0	- 42.5	- 42.4	- 38.7	- 32.2	- 25.2	- 18.8	- 13.7	- 9.7	- 6.8
$\tilde{G}_{0.1}(n \cdot -n-1)$	- 383.8	- 222.13	+ 287.1	+ 289.7	+ 238.6	+ 180.6	+ 130.7	+ 92.0	+ 63.5	+ 43.2	+ 29.2
$\tilde{G}_{2.0}(n+2 \cdot -n)$	- 60	- 32	- 9	+ 10	+ 15	+ 16	+ 15	+ 13	+ 11	+ 9	+ 7
$\tilde{G}_{2.0}(n \cdot -n)$	- 568.3	- 343	- 267	- 293	- 308	- 294	- 261	- 219	- 176	- 137	- 104
$\tilde{G}_{2.0}(n-2 \cdot -n)$	+ 390	+ 1567		+ 2738	+ 2114.1	+ 1682	+ 1312	+ 1001	+ 749	+ 551	+ 400
$\tilde{G}_{1.1}(n+1 \cdot -n+1)$	+ 308	+ 157	+ 32	- 15	- 37	- 46	- 47	- 43	- 37	- 31	- 24
$\tilde{G}_{1.1}(n-1 \cdot -n+1)$	+ 1924	+ 1004.2	+ 514	+ 501	+ 533	+ 524	+ 474	+ 404	+ 329	+ 258	+ 198
$\tilde{G}_{1.1}(n+1 \cdot -n-1)$	+ 385	+ 261	+ 376	+ 394	+ 393	+ 364	+ 317	+ 263	+ 210	+ 163	+ 123
$\tilde{G}_{1.1}(n-1 \cdot -n-1)$	- 2308		- 3152	- 4252.6	- 4083	- 3519	- 2858	- 2233	- 1696	- 1261	- 922
$\tilde{G}_{0.2}(n \cdot -n+2)$	- 408	- 198	- 51	- 6	+ 18	+ 30	+ 35	+ 34	+ 31	+ 26	+ 22
$\tilde{G}_{0.2}(n \cdot -n)$	- 865.9	- 604	- 568	- 635	- 677	- 655	- 586	- 495	- 400	- 313	- 239
$\tilde{G}_{0.2}(n \cdot -n-2)$		- 2600	+ 1814.5	+ 2385	+ 2337	+ 2042	+ 1673	+ 1314	+ 1002	+ 747	+ 547
$\tilde{G}_{0.0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\sigma}$	- 102	- 33	+ 26	+ 43	+ 43	+ 37	+ 29	+ 21	+ 15	+ 11	+ 7
$\tilde{G}_{0.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\sigma}$	+ 1141		- 961	- 232.4	- 58	- 5	+ 11	+ 13	+ 12	+ 9	+ 7
$\tilde{G}_{0.0}(n+1 \cdot -n-1)_{+\delta}$	+ 169	+ 49	- 36	- 58	- 56	- 46	- 35	- 25	- 18	- 13	- 9
$\tilde{G}_{0.0}(n-1 \cdot -n+1)_{-\delta}$	+ 1141	+ 865.9	+ 320	+ 116	+ 35	+ 3	- 8	- 10	- 9	- 7	- 6
$\tilde{G}_{0.0}(n \cdot -n)$	+ 127.90	+ 80.4	- 70.8	- 74.4	- 61.5	- 46.2	- 33.2	- 23.1	- 16.0	- 10.7	- 7.2
$\tilde{G}_{1.0}(n+1 \cdot -n)$	- 225	- 148	- 85	- 73	- 72	- 70	- 63	- 54	- 44	- 34	- 27
$\tilde{G}_{1.0}(n-1 \cdot -n)$		- 2477	+ 485.6	+ 946	+ 981	+ 858	+ 706	+ 547	+ 415	+ 310	+ 225
$\tilde{G}_{0.1}(n \cdot -n+1)$	+ 428	+ 283	+ 154	+ 147	+ 154	+ 149	+ 135	+ 114	+ 93	+ 72	+ 56
$\tilde{G}_{0.1}(n \cdot -n-1)$	+ 1794	+ 1234.1	- 621	- 995	- 1030	- 921	- 762	- 602	- 460	- 343	- 252
$\tilde{G}_{2.0}(n+2 \cdot -n)$	+ 370	+ 270	+ 90	+ 10	- 40	- 60	- 70	- 70	- 70	- 60	
$\tilde{G}_{2.0}(n \cdot -n)$	+ 3106	+ 2700	+ 1260	+ 1050	+ 1180	+ 1310	+ 1340	+ 1300	+ 1170	+ 990	
$\tilde{G}_{2.0}(n-2 \cdot -n)$	- 2000	- 7270		- 13670	- 11167	- 9810	- 8440	- 7070	- 5750	- 4590	
$\tilde{G}_{1.1}(n+1 \cdot -n+1)$	- 1470	- 1060	- 370	- 70	+ 90	+ 180	+ 220	+ 240	+ 230	+ 220	
$\tilde{G}_{1.1}(n-1 \cdot -n+1)$	- 7170	- 5772	- 2660	- 2150	- 2340	- 2580	- 2650	- 2540	- 2300	- 1980	
$\tilde{G}_{1.1}(n+1 \cdot -n-1)$	- 2400	- 2140	- 1400	- 1340	- 1500	- 1630	- 1640	- 1560	- 1390	- 1200	
$\tilde{G}_{1.1}(n-1 \cdot -n-1)$	+ 8720		+ 5770	+ 17423	+ 20100	+ 19710	+ 17940	+ 15490	+ 12870	+ 10400	
$\tilde{G}_{0.2}(n \cdot -n+2)$	+ 1570	+ 1100	+ 380	+ 110	- 30	- 120	- 170	- 190	- 200	- 190	
$\tilde{G}_{0.2}(n \cdot -n)$	+ 4261	+ 3790	+ 2480	+ 2500	+ 2900	+ 3210	+ 3270	+ 3100	+ 2790	+ 2410	
$\tilde{G}_{0.2}(n \cdot -n-2)$		+ 20940	- 4104	- 9280	- 11100	- 11190	- 10320	- 8990	- 7520	- 6110	
$\tilde{G}_{0.0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\sigma}$	+ 560	+ 480	+ 110	- 90	- 170	- 190	- 170	- 150	- 120	- 100	
$\tilde{G}_{0.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\sigma}$	- 4400		+ 8490	+ 2121	+ 650	+ 150	- 30	- 80	- 90	- 80	
$\tilde{G}_{0.0}(n+1 \cdot -n-1)_{+\delta}$	- 1020	- 740	- 120	+ 150	+ 240	+ 250	+ 230	+ 190	+ 140	+ 110	
$\tilde{G}_{0.0}(n-1 \cdot -n+1)_{-\delta}$	- 4400	- 4260	- 1970	- 890	- 350	- 100	+ 20	+ 60	+ 70	+ 70	
$\tilde{G}_{0.0}(n \cdot -n)$	- 171	- 164	+ 20	+ 83	+ 98	+ 94	+ 80	+ 64	+ 50	+ 38	+ 28
$\tilde{G}_{1.0}(n+1 \cdot -n)$	+ 480	+ 460	+ 190	+ 110	+ 100	+ 110	+ 130	+ 130	+ 120	+ 110	
$\tilde{G}_{1.0}(n-1 \cdot -n)$		+ 6940	+ 620	- 1100	- 1770	- 1920	- 1850	- 1620	- 1370	- 1130	
$\tilde{G}_{0.1}(n \cdot -n+1)$	- 730	- 700	- 340	- 250	- 270	- 290	- 300	- 300	- 280	- 240	
$\tilde{G}_{0.1}(n \cdot -n-1)$	- 4390	- 3460	- 110	+ 1260	+ 1860	+ 2040	+ 1980	+ 1770	+ 1510	+ 1240	

XXV.

	$n = 0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\tilde{H}_{0,0}(n \cdot -n)$	- 43''140	- 180''72		+ 458''50	+ 167''42	+ 78''80	+ 40''85	+ 22''26	+ 12''50	+ 7''16	+ 4''16
$\tilde{H}_{1,0}(n+1 \cdot -n)$		- 628.9	- 135.8	+ 13.0	+ 50.9	+ 53.0	+ 44.4	+ 34.0	+ 24.8	+ 17.5	+ 12.2
$\tilde{H}_{1,0}(n-1 \cdot -n)$	+ 52.8	+ 290.8	+ 1496.31	+ 3458.8		- 2959.7	- 1226.6	- 649.6	- 375.2	- 225.7	- 138.8
$\tilde{H}_{0,1}(n \cdot -n+1)$	- 383.8		- 137.3	- 291.3	- 255.6	- 195.1	- 140.8	- 98.6	- 67.7	- 45.9	- 30.8
$\tilde{H}_{0,1}(n \cdot -n-1)$	- 127.9	- 646.41	- 4581.0		+ 4590.7	+ 1973.9	+ 1072.5	+ 631.2	+ 385.3	+ 239.7	+ 150.7
$\tilde{H}_{2,0}(n+2 \cdot -n)$	+ 390	+ 340	+ 119	+ 60	+ 45	+ 42	+ 39	+ 36	+ 31	+ 25	+ 20
$\tilde{H}_{2,0}(n \cdot -n)$	- 568.3	- 3166		- 354	- 1220	- 1282	- 1133	- 928	- 727	- 552	- 410
$\tilde{H}_{2,0}(n-2 \cdot -n)$	- 60	- 412	- 1798	- 4085	- 7960.2	- 17641		+ 16421	+ 7252	+ 4103	+ 2530
$\tilde{H}_{1,1}(n+1 \cdot -n+1)$	- 2308	- 1454	- 493	- 233	- 182	- 176	- 169	- 154	- 132	- 109	- 86
$\tilde{H}_{1,1}(n-1 \cdot -n+1)$	+ 385	+ 1574.1	+ 892		+ 6511	+ 4414	+ 3280	+ 2451	+ 1815	+ 1327	+ 959
$\tilde{H}_{1,1}(n+1 \cdot -n-1)$	+ 1924		- 1429	+ 853	+ 1420	+ 1458	+ 1294	+ 1066	+ 839	+ 641	+ 478
$\tilde{H}_{1,1}(n-1 \cdot -n-1)$	+ 308	+ 1892	+ 9018	+ 20344.8	+ 49130		- 50293	- 22865	- 13227	- 8300	- 5397
$\tilde{H}_{0,2}(n \cdot -n+2)$		+ 2191	+ 591	+ 252	+ 201	+ 198	+ 190	+ 172	+ 147	+ 120	+ 94
$\tilde{H}_{0,2}(n \cdot -n)$	- 865.9	- 3840		- 7274	- 5807	- 4686	- 3684	- 2825	- 2121	- 1564	- 1137
$\tilde{H}_{0,2}(n \cdot -n-2)$	- 408	- 2273	- 12427.7	- 33655		+ 38573	+ 18103	+ 10722	+ 6853	+ 4522	+ 3028
$\tilde{H}_{0,0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\sigma}$	+ 1141	+ 1634	+ 1080	+ 725	+ 486	+ 324	+ 215	+ 142	+ 94	+ 62	+ 40
$\tilde{H}_{0,0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\sigma}$	- 102	- 433	- 700	- 1043.8	- 1865		+ 1247	+ 482	+ 243	+ 135	+ 78
$\tilde{H}_{0,0}(n+1 \cdot -n-1)_{+\delta}$	+ 1141		- 3240	- 1450	- 810	- 486	- 301	- 190	- 121	- 77	- 49
$\tilde{H}_{0,0}(n-1 \cdot -n+1)_{-\delta}$	+ 169	+ 865.9	+ 2101		- 1865	- 780	- 416	- 241	- 146	- 90	- 56
$\tilde{H}_{0,0}(n \cdot -n)$	+ 127.90	+ 440.1		- 2820.4	- 972.2	- 483.2	- 270.6	- 160.1	- 97.4	- 60.2	- 37.6
$\tilde{H}_{1,0}(n+1 \cdot -n)$		+ 3080	+ 1014	+ 666	+ 60	- 135	- 189	- 184	- 157	- 126	- 98
$\tilde{H}_{1,0}(n-1 \cdot -n)$	- 225	- 994	- 2768.7	- 2652		+ 28775	+ 10217	+ 5386	+ 3225	+ 2041	+ 1327
$\tilde{H}_{0,1}(n \cdot -n+1)$	+ 1794		- 560	+ 828	+ 1049	+ 973	+ 812	+ 641	+ 489	+ 363	+ 265
$\tilde{H}_{0,1}(n \cdot -n-1)$	+ 428	+ 1806.2	- 1196		- 40968	- 14923	- 8087	- 4961	- 3204	- 2119	- 1416
$\tilde{H}_{2,0}(n+2 \cdot -n)$	- 2000	- 2320	- 1050	- 500	- 290	- 220	- 210	- 200	- 190	- 180	
$\tilde{H}_{2,0}(n \cdot -n)$	+ 3107	+ 13600		+ 3850	+ 3570	+ 1110	+ 4640	+ 5150	+ 4780	+ 4120	
$\tilde{H}_{2,0}(n-2 \cdot -n)$	+ 370	+ 1880	+ 4630	+ 7670	+ 17532	+ 10660		- 218080	- 78560	- 42820	
$\tilde{H}_{1,1}(n+1 \cdot -n+1)$	+ 8720	+ 7870	+ 3350	+ 1470	+ 910	+ 830	+ 860	+ 880	+ 860	+ 770	
$\tilde{H}_{1,1}(n-1 \cdot -n+1)$	- 2400	- 8193	- 10740		- 38600	- 26420	- 21250	- 17310	- 13940	- 11030	
$\tilde{H}_{1,1}(n+1 \cdot -n-1)$	- 7170		+ 7640	+ 1450	+ 3130	- 3860	- 5790	- 6040	- 5550	- 4780	
$\tilde{H}_{1,1}(n-1 \cdot -n-1)$	- 1470	- 7190	- 15270	- 32340	+ 20150		+ 627540	+ 230280	+ 128130	+ 81510	
$\tilde{H}_{0,2}(n \cdot -n+2)$		- 8560	- 3420	- 1560	- 1080	- 1030	- 1090	- 1080	- 1020	- 910	
$\tilde{H}_{0,2}(n \cdot -n)$	+ 4261	+ 15820		+ 34590	+ 29610	+ 26590	+ 23200	+ 19590	+ 16070	+ 12870	
$\tilde{H}_{0,2}(n \cdot -n-2)$	+ 1570	+ 7230	+ 12480	- 50990		- 449940	- 168240	- 95760	- 62220	- 42650	
$\tilde{H}_{0,0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\sigma}$	- 4400	- 7080	- 5460	- 4150	- 3100	- 2290	- 1670	- 1190	- 840	- 600	
$\tilde{H}_{0,0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\sigma}$	+ 560	+ 1920	+ 2780	+ 3512	+ 1630		- 17490	- 5620	- 2730	- 1530	
$\tilde{H}_{0,0}(n+1 \cdot -n-1)_{+\delta}$	- 4400		+ 25020	+ 10470	+ 6030	+ 3820	+ 2530	+ 1700	+ 1140	+ 770	
$\tilde{H}_{0,0}(n-1 \cdot -n+1)_{-\delta}$	- 1020	- 4260	- 8350		+ 16550	+ 6580	+ 3610	+ 2210	+ 1410	+ 920	
$\tilde{H}_{0,0}(n \cdot -n)$	- 171	- 470		+ 10273	+ 2928	+ 1456	+ 860	+ 544	+ 356	+ 237	+ 159
$\tilde{H}_{1,0}(n+1 \cdot -n)$		- 7940	- 3290	- 4560	- 1400	- 340	+ 150	+ 340	+ 400	+ 390	
$\tilde{H}_{1,0}(n-1 \cdot -n)$	+ 480	+ 1670	+ 2810	+ 17340		- 173320	- 45880	- 22670	- 13650	- 8940	
$\tilde{H}_{0,1}(n \cdot -n+1)$	- 4390		+ 3960	- 350	- 1680	- 2070	- 2060	- 1860	- 1590	- 1320	
$\tilde{H}_{0,1}(n \cdot -n-1)$	- 730	- 2470	- 18770		+ 234460	+ 62110	+ 31320	+ 19320	+ 12920	+ 8980	

XXVI.

	$n = 0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\bar{A}_{0.0}(n \cdot -n)$	- 86.280	- 293.33	- 237.94	+ 337.99	+ 102.73	+ 42.86	+ 20.42	+ 10.47	+ 5.60	+ 3.10	+ 1.75
$\bar{A}_{1.0}(n+1 \cdot -n)$	+ 139.1	- 468.0	- 105.1	- 5.8	+ 17.8	+ 20.4	+ 17.2	+ 13.1	+ 9.5	+ 6.6	+ 4.6
$\bar{A}_{1.0}(n-1 \cdot -n)$	+ 139.1	+ 511.2	+ 1223.27	+ 6172.8	+ 1288.5	- 2217.1	- 772.0	- 364.2	- 193.9	- 106.1	- 64.1
$\bar{A}_{0.1}(n \cdot -n+1)$	- 511.7	- 185.7	- 92.4	- 176.7	- 138.7	- 97.6	- 66.3	- 44.3	- 29.1	- 19.3	- 12.7
$\bar{A}_{0.1}(n \cdot -n-1)$	- 511.7	- 868.54	- 8375.5	- 1989.7	+ 3383.4	+ 1211.1	+ 583.4	+ 315.6	+ 181.2	+ 107.5	+ 65.2
$\bar{A}_{2.0}(n+2 \cdot -n)$	+ 224	+ 178	+ 38	+ 16	+ 10	+ 11	+ 11	+ 11	+ 10	+ 8	+ 7
$\bar{A}_{2.0}(n \cdot -n)$	- 1136.6	- 5022	- 395	- 59	- 637	- 632	- 529	- 414	- 313	- 231	- 167
$\bar{A}_{2.0}(n-2 \cdot -n)$	+ 224	+ 1133	+ 417	+ 8169	- 5846.1	- 31494	- 6658	+ 12390	+ 4626	+ 2342	+ 1334
$\bar{A}_{1.1}(n+1 \cdot -n+1)$	- 1744	- 837	- 252	- 95	- 66	- 64	- 62	- 57	- 48	- 40	- 31
$\bar{A}_{1.1}(n-1 \cdot -n+1)$	+ 3077	+ 2578.3	+ 988	- 1224	+ 4878	+ 2791	+ 1850	+ 1275	+ 889	+ 619	+ 431
$\bar{A}_{1.1}(n+1 \cdot -n-1)$	+ 3077	+ 1690	- 1309	+ 339	+ 642	+ 638	+ 547	+ 437	+ 335	+ 251	+ 184
$\bar{A}_{1.1}(n-1 \cdot -n-1)$	- 1744	+ 927	- 14498	+ 16092.2	+ 88786	+ 20254	- 37541	- 14328	- 7383	- 4270	- 2614
$\bar{A}_{0.3}(n \cdot -n+2)$	- 408	+ 1692	+ 376	+ 138	+ 101	+ 93	+ 85	+ 74	+ 62	+ 49	+ 38
$\bar{A}_{0.2}(n \cdot -n)$	- 1731.8	- 5965	+ 930	- 5297	- 3544	- 2545	- 1842	- 1329	- 953	- 678	- 479
$\bar{A}_{0.2}(n \cdot -n-2)$	- 408	- 1708	- 10613.2	- 61876	- 15454	+ 28409	+ 11102	+ 5831	+ 3427	+ 2126	+ 1359
$\bar{A}_{0.1}(n+1 \cdot -n+1)_{+\sigma}$	+ 881	+ 1025	+ 593	+ 362	+ 227	+ 144	+ 92	+ 58	+ 38	+ 25	+ 15
$\bar{A}_{0.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\sigma}$	+ 881	- 433	- 806	- 1276.2	- 3191	- 583	+ 933	+ 299	+ 133	+ 67	+ 36
$\bar{A}_{0.0}(n+1 \cdot -n-1)_{+\delta}$	+ 1774	+ 1201	- 2421	- 899	- 449	- 243	- 141	- 84	- 52	- 33	- 20
$\bar{A}_{0.0}(n-1 \cdot -n+1)_{-\delta}$	+ 1774	+ 1731.7	+ 3276	+ 725	- 1413	- 488	- 229	- 120	- 68	- 40	- 24
$\bar{A}_{0.0}(n \cdot -n)$	+ 255.80	+ 913.2	+ 837.2	- 2313.9	- 657.0	- 284.2	- 143.9	- 79.1	- 45.8	- 27.0	- 16.2
$\bar{A}_{1.0}(n+1 \cdot -n)$	- 481	+ 2334	+ 588	+ 540	+ 94	- 33	- 68	- 71	- 60	- 48	- 38
$\bar{A}_{1.0}(n-1 \cdot -n)$	- 481	- 2835	- 2283.1	- 20582	- 7988	+ 23961	+ 7069	+ 3255	+ 1769	+ 1039	+ 641
$\bar{A}_{0.1}(n \cdot -n+1)$	+ 2222	+ 767	- 443	+ 546	+ 610	+ 514	+ 400	+ 298	+ 220	+ 156	+ 112
$\bar{A}_{0.1}(n \cdot -n-1)$	+ 2222	+ 3040.3	+ 20585	+ 10723	- 34094	- 10220	- 4804	- 2661	- 1593	- 995	- 636
$\bar{A}_{2.0}(n+2 \cdot -n)$	- 1180	- 1310	- 500	- 200	- 100	- 60	- 60	- 50	- 50	- 60	
$\bar{A}_{2.0}(n \cdot -n)$	+ 6213	+ 24210	+ 4540	+ 7450	+ 3350	- 900	+ 1870	+ 2260	+ 2050	+ 1720	
$\bar{A}_{2.0}(n-2 \cdot -n)$	- 1180	- 5170	+ 700	- 18430	+ 6365	+ 154460	+ 58930	- 182940	- 55050	- 26330	
$\bar{A}_{1.1}(n+1 \cdot -n+1)$	+ 6400	+ 4910	+ 1800	+ 640	+ 340	+ 300	+ 300	+ 320	+ 320	+ 280	
$\bar{A}_{1.1}(n-1 \cdot -n+1)$	- 13150	- 13965	- 15710	+ 2740	- 31940	- 18180	- 12830	- 9500	- 7130	- 5340	
$\bar{A}_{1.1}(n+1 \cdot -n-1)$	- 13150	- 9710	- 10	- 660	+ 4200	- 1080	- 2310	- 2470	- 2220	- 1890	
$\bar{A}_{1.1}(n-1 \cdot -n-1)$	+ 6400	- 4620	- 3060	- 14917	- 357590	- 163020	+ 526210	+ 160220	+ 77760	+ 44810	
$\bar{A}_{0.2}(n \cdot -n+2)$	+ 1570	- 6300	- 2190	- 880	- 550	- 490	- 500	- 470	- 430	- 380	
$\bar{A}_{0.2}(n \cdot -n)$	+ 8522	+ 27800	+ 530	+ 28640	+ 20050	+ 15660	+ 12370	+ 9700	+ 7520	+ 5770	
$\bar{A}_{0.2}(n \cdot -n-2)$	+ 1570	+ 26140	+ 8376	+ 192660	+ 111610	- 377270	- 116170	- 57290	- 33540	- 21300	
$\bar{A}_{0.0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\sigma}$	- 3230	- 4480	- 3070	- 2130	- 1480	- 1040	- 730	- 500	- 340	- 250	
$\bar{A}_{0.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\sigma}$	- 3230	+ 1920	+ 10200	+ 5633	+ 15580	+ 5420	- 14560	- 3850	- 1620	- 810	
$\bar{A}_{0.0}(n+1 \cdot -n-1)_{+\delta}$	- 7840	- 6120	+ 20410	+ 7050	+ 3530	+ 2010	+ 1250	+ 790	+ 490	+ 330	
$\bar{A}_{0.0}(n-1 \cdot -n+1)_{-\delta}$	- 7840	- 8520	- 14810	- 4460	+ 13460	+ 4420	+ 2110	+ 1170	+ 700	+ 430	
$\bar{A}_{0.0}(n \cdot -n)$	- 342	- 1398	- 1414	+ 9276	+ 2217	+ 949	+ 498	+ 288	+ 176	+ 112	+ 72
$\bar{A}_{1.0}(n+1 \cdot -n)$	+ 820	- 6270	- 1825	- 3720	- 1060	- 320	0	+ 110	+ 150	+ 150	
$\bar{A}_{1.0}(n-1 \cdot -n)$	+ 820	+ 7770	+ 3430	+ 86510	+ 25890	- 157810	- 35300	- 15080	- 8110	- 4870	
$\bar{A}_{1.0}(n \cdot -n+1)$	- 5120	- 1510	+ 3170	- 350	- 1100	- 1180	- 1080	- 920	- 750	- 590	
$\bar{A}_{1.0}(n \cdot -n-1)$	- 5120	- 5930	- 95930	- 31070	+ 214780	+ 47950	+ 20770	+ 11360	+ 6930	+ 4480	

XXVII.

	$n = 0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$A_{0.0}(n \cdot -n)$	- 86.280	- 293.33	- 237.94	+ 337.99	+ 102.73	+ 42.86	+ 20.42	+ 10.47	+ 5.60	+ 3.10	+ 1.75
$A_{1.0}(n+1 \cdot -n)$	+ 225.4	- 174.7	+ 132.8	- 343.8	- 84.9	- 22.5	- 3.2	+ 2.6	+ 3.9	+ 3.5	+ 2.9
$A_{1.0}(n-1 \cdot -n)$	+ 225.4	+ 804.5	+ 1461.21	+ 5834.8	+ 1185.8	- 2260.0	- 792.4	- 374.7	- 200.0	- 109.2	- 66.1
$A_{0.1}(n \cdot -n+1)$	- 511.7	- 185.7	- 92.4	- 176.7	- 138.7	- 97.6	- 66.3	- 44.3	- 29.4	- 19.3	- 12.7
$A_{0.1}(n \cdot -n-1)$	- 511.7	- 868.54	- 8375.5	- 1989.7	+ 3383.4	+ 1211.1	+ 583.4	+ 315.6	+ 181.2	+ 107.5	+ 65.2
$A_{2.0}(n+2 \cdot -n)$	+ 85	+ 646	+ 143	+ 22	- 8	- 9	- 6	- 2	0	+ 1	+ 2
$A_{2.0}(n \cdot -n)$	- 1414.8	- 5065	- 1513	- 6226	- 1943	+ 1565	+ 226	- 63	- 129	- 131	- 107
$A_{2.0}(n-2 \cdot -n)$	+ 85	+ 622	- 776	+ 1996	- 7134.6	- 29277	- 5886	+ 12754	+ 4820	+ 2448	+ 1398
$A_{1.1}(n+1 \cdot -n+1)$	- 1232	- 701	- 160	+ 82	+ 73	+ 34	+ 4	- 13	- 19	- 21	- 18
$A_{1.1}(n-1 \cdot -n+1)$	+ 3589	+ 2764.0	+ 1080	- 1046	+ 5017	+ 2889	+ 1916	+ 1319	+ 918	+ 638	+ 444
$A_{1.1}(n+1 \cdot -n-1)$	+ 3589	+ 2559	+ 7066	+ 2329	- 2741	- 573	- 36	+ 121	+ 154	+ 144	+ 119
$A_{1.1}(n-1 \cdot -n-1)$	- 1232	+ 1796	- 6123	+ 18081.9	+ 85403	+ 19043	- 38124	- 14644	- 7564	- 4377	- 2679
$A_{0.2}(n \cdot -n+2)$	- 408	+ 1692	+ 376	+ 138	+ 101	+ 93	+ 85	+ 74	+ 62	+ 49	+ 38
$A_{0.2}(n \cdot -n)$	- 1731.8	- 5965	+ 930	- 5297	- 3544	- 2545	- 1842	- 1329	- 953	- 678	- 479
$A_{0.2}(n \cdot -n-2)$	- 408	- 1708	- 10613.2	- 61876	- 15454	+ 28409	+ 11102	+ 5831	+ 3427	+ 2126	+ 1359
$A_{0.0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\sigma}$	+ 881	+ 1025	+ 593	+ 362	+ 227	+ 144	+ 92	+ 58	+ 38	+ 25	+ 15
$A_{0.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\sigma}$	+ 881	- 433	- 806	- 1276.2	- 3191	- 583	+ 933	+ 299	+ 133	+ 67	+ 36
$A_{0.0}(n+1 \cdot -n-1)_{+\delta}$	+ 1774	+ 1201	- 2421	- 899	- 449	- 243	- 141	- 84	- 52	- 33	- 20
$A_{0.0}(n-1 \cdot -n+1)_{-\delta}$	+ 1774	+ 1731.7	+ 3276	+ 725	- 1413	- 488	- 229	- 120	- 68	- 40	- 24
$A_{0.0}(n \cdot -n)$	+ 255.80	+ 913.2	+ 837.2	- 2313.9	- 657.0	- 284.2	- 143.9	- 79.1	- 45.8	- 27.0	- 16.2
$A_{1.0}(n+1 \cdot -n)$	- 737	+ 1421	- 249	+ 2854	+ 751	+ 251	+ 76	+ 8	- 14	- 21	- 22
$A_{1.0}(n-1 \cdot -n)$	- 737	- 3748	- 3120.3	- 18268	- 7331	+ 24245	+ 7213	+ 3334	+ 1815	+ 1066	+ 657
$A_{0.1}(n \cdot -n+1)$	+ 2222	+ 767	- 443	+ 546	+ 610	+ 514	+ 400	+ 298	+ 220	+ 156	+ 112
$A_{0.1}(n \cdot -n-1)$	+ 2222	+ 3040.3	+ 20585	+ 10723	- 34094	- 10220	- 4804	- 2661	- 1593	- 995	- 636
$A_{2.0}(n+2 \cdot -n)$	- 699	- 3644	- 1088	- 740	- 194	- 27	+ 8	+ 21	+ 10	- 12	
$A_{2.0}(n \cdot -n)$	+ 7175	+ 24710	+ 6240	+ 27490	+ 11250	- 24830	- 5130	- 920	+ 340	+ 730	
$A_{2.0}(n-2 \cdot -n)$	- 699	- 2330	+ 2983	+ 2150	+ 14253	+ 130500	+ 51860	- 186200	- 56820	- 27370	
$A_{1.1}(n+1 \cdot -n+1)$	+ 4180	+ 4140	+ 2240	+ 90	- 270	- 210	- 100	+ 20	+ 100	+ 120	
$A_{1.1}(n-1 \cdot -n+1)$	- 15370	- 14732	- 15270	+ 2190	- 32550	- 18690	- 13230	- 9800	- 7350	- 5500	
$A_{1.1}(n+1 \cdot -n-1)$	- 15370	- 12750	- 20590	- 11380	+ 38290	+ 9140	+ 2490	+ 190	- 630	- 900	
$A_{1.1}(n-1 \cdot -n-1)$	+ 4180	- 7660	- 23640	- 25640	- 323500	- 152800	+ 531010	+ 162880	+ 79350	+ 45810	
$A_{0.2}(n \cdot -n+2)$	+ 1570	- 6300	- 2190	- 880	- 550	- 490	- 500	- 470	- 430	- 380	
$A_{0.2}(n \cdot -n)$	+ 8522	+ 27800	+ 530	+ 28640	+ 20060	+ 15660	+ 12370	+ 9700	+ 7520	+ 5770	
$A_{0.2}(n \cdot -n-2)$	+ 1570	+ 26140	+ 8376	+ 192660	+ 111610	- 377270	- 116170	- 57290	- 33540	- 21300	
$A_{0.0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\sigma}$	- 3230	- 4480	- 3070	- 2130	- 1480	- 1040	- 730	- 500	- 340	- 250	
$A_{0.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\sigma}$	- 3230	+ 1920	+ 10200	+ 5633	+ 15580	+ 5420	- 14560	- 3850	- 1620	- 810	
$A_{0.0}(n+1 \cdot -n-1)_{+\delta}$	- 7840	- 6120	+ 20410	+ 7050	+ 3530	+ 2010	+ 1250	+ 790	+ 490	+ 330	
$A_{0.0}(n-1 \cdot -n+1)_{-\delta}$	- 7840	- 8520	- 14810	- 4460	+ 13460	+ 4420	+ 2110	+ 1170	+ 700	+ 430	
$A_{0.0}(n \cdot -n)$	- 342	- 1398	- 1414	+ 9276	+ 2217	+ 949	+ 498	+ 288	+ 176	+ 112	+ 72
$A_{1.0}(n+1 \cdot -n)$	+ 1160	- 4870	- 410	- 13000	- 3280	- 1270	- 500	- 180	- 30	+ 40	
$A_{1.0}(n-1 \cdot -n)$	+ 1160	+ 9170	+ 4844	+ 77230	+ 23670	- 158760	- 35800	- 15370	- 8290	- 4980	
$A_{0.1}(n \cdot -n+1)$	- 5120	- 1510	+ 3170	- 350	- 1100	- 1180	- 1080	- 920	- 750	- 590	
$A_{0.1}(n \cdot -n-1)$	- 5120	- 5930	- 95930	- 31070	+ 214780	+ 47950	+ 20770	+ 11360	+ 6930	+ 4480	

Mit Hilfe der letzten Tafel findet man die folgende

XXVIII (im Radius als Einheit)

$$[(1 - e \cos \varepsilon) (\bar{W}_2'' + \bar{W}_3'' + \bar{W}_4'')]$$

Cosinus.			w	w^2
	—	— 0.000.418.3	+ 0.001.240	— 0.001.65
	η^2	— 0.006.86	+ 0.034.8	
	η'^2	— 0.008.40	+ 0.041.3	
	j^2	+ 0.008.40	— 0.041.3	+ 0.107
Δ	$\eta \eta'$	+ 0.013.40	— 0.071.4	
$2\theta + 2\Delta$	η	+ 0.007.084	— 0.015.13	+ 0.023.5
$2\theta + \Delta$	η'	— 0.004.211	+ 0.014.74	— 0.028.8
$4\theta + 4\Delta$	η^2	— 0.034.59	+ 0.069.1	
$4\theta + 3\Delta$	$\eta \eta'$	+ 0.087.68	— 0.124.3	
$4\theta + 2\Delta$	η'^2	— 0.051.45	+ 0.040.6	
$4\theta + 3\Delta - \Sigma$	j^2	— 0.006.19	+ 0.027.3	

Unter den noch nicht mitgenommenen Gliedern von \bar{W}_3 sind nur diejenigen berechnet worden, welche Beitrag zur Funktion

$$[(1 - e \cos \varepsilon) \bar{W}_3]$$

liefern. Von diesen Gliedern sind weiter nur diejenigen 0-ten und ersten Grades in Frage gekommen. Die Glieder 0-ten Grades enthalten vollständig die drei ersten Potenzen der störenden Masse, die Glieder ersten Grades dagegen vollständig nur die Theile erster und zweiter Ordnung, indem die Glieder ersten Grades und dritter Ordnung in \bar{W}_3 , welche im Vorkommen der Funktionen T_2 , T_4 und $\frac{1}{2} (1 - e \cos \varepsilon) (1 - w) \frac{v^2 - \bar{W}^2}{1 + \bar{W}} \frac{\partial \bar{W}}{\partial \theta}$ in den Gleichungen (95) ihren Ursprung haben, vernachlässigt worden sind. Die Berechnung der Funktion $[(1 - e \cos \varepsilon) (\bar{W}_3 - \bar{W}_3'')]$, welche eine sehr complicirte war, wird hier nicht im Einzelnen mitgetheilt. Das Resultat wird

XXIX (im Radius als Einheit)

$$[(1 - e \cos \varepsilon) (\bar{W}_3 - \bar{W}_3'')]$$

Cosinus.		w^{-3}	w^{-2}	w^{-1}		w	w^2
—	—	— 0.000.000.004.3	+ 0.000.000.036	— 0.000.000.32	+ 0.000.002.5	— 0.000.026	
$2\theta + 2\Delta$	η	+ 0.000.000.037	— 0.000.000.38	+ 0.000.056.0	— 0.000.467	— 0.002.81	+ 0.005.4
$2\theta + \Delta$	η'	— 0.000.000.040	+ 0.000.000.44	— 0.000.067.0	+ 0.000.562	+ 0.000.78	— 0.002.6
+ $(\theta - \theta_0) \sin$							
$2\theta + 2\Delta$	η	+ 0.000.000.018	— 0.000.000.18	+ 0.000.001.0	— 0.000.011		
$2\theta + \Delta$	η'	— 0.000.000.014	+ 0.000.000.15	— 0.000.000.7	+ 0.000.008		

5. Störungen der mittleren Anomalie.

Mit der Bestimmung der Funktion W sind in der That drei Integrationen ausgeführt; die Differentialgleichung, deren Integration noch übrig bleibt, ist die folgende:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\theta}{d\varepsilon} &= \frac{1}{2} (1 - e \cos \varepsilon) \left\{ w + (1-w) \frac{\bar{W} + v^2}{1 + \bar{W}} \right\} - \frac{dn'\delta z'}{d\varepsilon} = \\ &= \frac{1}{2} (1 - e \cos \varepsilon) \left\{ w + (1-w) \bar{W} - \frac{3}{4} (1-w) \left(\bar{W} - \frac{1}{3} \Xi \right) \left(\bar{W} + \frac{1}{9} \Xi \right) + \dots \right\} - \frac{dn'\delta z'}{d\varepsilon} = \\ &= F(\theta, \varepsilon) - \frac{dn'\delta z'}{d\varepsilon}, \end{aligned} \right\} (124)$$

wo $F(\theta, \varepsilon)$ eine Fourier'sche Reihe in ε und θ ist, die doch auch säculare Glieder in θ enthält.

Wir setzen hier

$$\theta = \vartheta + \theta_1(\vartheta, \varepsilon) + \theta_2(\vartheta, \varepsilon) + \dots \quad (125)$$

wo ϑ eine noch unbekannte Funktion von ε ist, und finden, nach Einführung dieses Ausdrucks in (124), die Gleichung

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \theta_1}{\partial \varepsilon} + \frac{\partial \theta_2}{\partial \varepsilon} + \frac{\partial \theta_3}{\partial \varepsilon} + \dots &= F(\vartheta, \varepsilon) + \frac{\partial F(\vartheta, \varepsilon)}{\partial \vartheta} \theta_1 + \left\{ \frac{\partial F(\vartheta, \varepsilon)}{\partial \vartheta} \theta_2 + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 F(\vartheta, \varepsilon)}{\partial \vartheta^2} \theta_1^2 \right\} + \dots \\ &- \frac{d\vartheta}{d\varepsilon} \left\{ 1 + \frac{\partial \theta_1}{\partial \vartheta} + \frac{\partial \theta_2}{\partial \vartheta} + \dots \right\} - \frac{dn'\delta z'}{d\varepsilon}. \end{aligned} \right\} (126)$$

Wenn wir nun die Funktion ϑ durch die Gleichung

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\vartheta}{d\varepsilon} &= [F(\vartheta + \theta_1(\vartheta, \varepsilon) + \theta_2(\vartheta, \varepsilon) + \dots, \varepsilon)] - \frac{d[n'\delta z']}{d\varepsilon} \\ &= [F(\vartheta, \varepsilon)] + \left[\frac{\partial F(\vartheta, \varepsilon)}{\partial \vartheta} \theta_1 \right] + \left[\frac{\partial F(\vartheta, \varepsilon)}{\partial \vartheta} \theta_2 + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 F(\vartheta, \varepsilon)}{\partial \vartheta^2} \theta_1^2 \right] + \dots \\ &- \frac{d[n'\delta z']}{d\varepsilon} \end{aligned} \right\} (127)$$

1) $[n'\delta z']$ ist die grosse, langperiodische Störung Saturns auf Jupiter.

definieren, wo im Allgemeinen $[f(\vartheta, \varepsilon)]$ den von ε unabhängigen Theil in der Entwicklung von $f(\vartheta, \varepsilon)$ in der Fourier'schen Reihe bedeutet, so kann die Gleichung (126) im folgenden System zerlegt werden:

$$\frac{\partial \theta_1}{\partial \varepsilon} = F(\vartheta, \varepsilon) - [F(\vartheta, \varepsilon)] \tag{128_1}$$

$$\frac{\partial \theta_2}{\partial \varepsilon} = \frac{\partial F(\vartheta, \varepsilon)}{\partial \vartheta} \theta_1 - \left[\frac{\partial F(\vartheta, \varepsilon)}{\partial \vartheta} \theta_1 \right] - [F(\vartheta, \varepsilon)] \frac{\partial \theta_1}{\partial \vartheta} - \frac{d}{d\varepsilon} (n' \hat{c} z' - [n' \hat{c} z']) \tag{128_2}$$

$$\frac{\partial \theta_3}{\partial \varepsilon} = \frac{\partial F(\vartheta, \varepsilon)}{\partial \vartheta} \theta_2 + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 F(\vartheta, \varepsilon)}{\partial \vartheta^2} \theta_1^2 - \left[\frac{\partial F(\vartheta, \varepsilon)}{\partial \vartheta} \theta_2 + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 F(\vartheta, \varepsilon)}{\partial \vartheta^2} \theta_1^2 \right] - \left. \begin{aligned} & - \left[\frac{\partial F(\vartheta, \varepsilon)}{\partial \vartheta} \theta_1 \right] \frac{\partial \theta_1}{\partial \vartheta} - [F(\vartheta, \varepsilon)] \frac{\partial \theta_2}{\partial \vartheta} \end{aligned} \right\} \tag{128_3}$$

.....

Die Funktionen $\theta_1, \theta_2, \dots$ werden Fourier'sche Reihen in ε und ϑ , die doch auch säculare Glieder in ϑ enthalten. Sie sind durch die Bedingungen

$$[\theta_1(\vartheta, \varepsilon)] = 0, [\theta_2(\vartheta, \varepsilon)] = 0, \dots \tag{129}$$

vollständig bestimmt.

Nach Einführung dieser Reihen in der Gleichung (127) wird dieselbe vollständig bekannt.

Da θ nicht nur Störungsglieder enthält, so setzen wir

$$\left. \begin{aligned} \theta_1 &= \frac{1-w}{2} n \delta z_1 - \eta w \sin \varepsilon \\ \theta_2 &= \frac{1-w}{2} n \delta z_2 - n' \hat{c} z' + [n' \hat{c} z'] \\ \theta_3 &= \frac{1-w}{2} n \delta z_3 \\ &\dots \end{aligned} \right\} \tag{130}$$

wo die Funktionen $n \delta z_1, n \delta z_2, n \delta z_3, \dots$ von der Ordnung der störenden Masse sind. Für die Teile erster Ordnung in $n \delta z_2$ und $n \delta z_3$ findet man die einfachen Gleichungen:

$$\frac{\partial n \delta z_2^{(1)}}{\partial \varepsilon} = - \eta w \sin \varepsilon \frac{\partial}{\partial \vartheta} \{ (1 - e \cos \varepsilon) \bar{W}^{(1)} \} + \left[\eta w \sin \varepsilon \frac{\partial}{\partial \vartheta} \{ (1 - e \cos \varepsilon) \bar{W}^{(1)} \} \right] - \left. \begin{aligned} & - \frac{w}{2} \frac{\partial n \delta z_1^{(1)}}{\partial \vartheta} \end{aligned} \right\} \tag{131_2}$$

$$\frac{\partial n \delta z_3^{(1)}}{\partial \varepsilon} = - \frac{w}{2} \frac{\partial n \delta z_2^{(1)}}{\partial \vartheta}, \tag{131_3}$$

in welchen mit $\bar{W}^{(1)}$, $n\delta z_1^{(1)}$, $n\delta z_2^{(1)}$ und $n\delta z_3^{(1)}$ die Glieder erster Ordnung in \bar{W} , $n\delta z_1$, $n\delta z_2$ und $n\delta z_3$ bezeichnet werden.

Für $n\delta z_1$ gilt ferner die Gleichung

$$\frac{\partial n\delta z_1}{\partial \varepsilon} = (1 - e \cos \varepsilon) \frac{\bar{W} + v^2}{1 + \bar{W}} - \left[(1 - e \cos \varepsilon) \frac{\bar{W} + v^2}{1 + \bar{W}} \right]. \quad (131_1)$$

Wenn von der rechten Seite nur der in Formel (122) vorkommende Theil, d. h.

$$(1 - e \cos \varepsilon) (\bar{W}_2'' + \bar{W}_3'' + \bar{W}_4'') - [(1 - e \cos \varepsilon) (\bar{W}_2'' + \bar{W}_3'' + \bar{W}_4'')]$$

betrachtet wird, so bekommt man durch die Gleichung (131₁) nur einen Theil von $n\delta z_1^{(1)}$, nämlich

$$(n\delta z_1^{(1)}) = \sum \frac{A_{p \cdot q} (n + r \cdot - n + s)}{n + r - \frac{1}{2} (n - s)} \eta^p \eta'^q j^{2t} \sin A. \quad (132)$$

Weiter bekommt man durch die Gleichung

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial (n\delta z_2^{(1)})}{\partial \varepsilon} &= - \eta w \sin \varepsilon \frac{\partial}{\partial \vartheta} \{ (1 - e \cos \varepsilon) (\bar{W}_2'' + \bar{W}_3'' + \bar{W}_4'') \} + \\ &+ \left[\eta w \sin \varepsilon \frac{\partial}{\partial \vartheta} \{ (1 - e \cos \varepsilon) (\bar{W}_2'' + \bar{W}_3'' + \bar{W}_4'') \} \right] \\ &- \frac{w}{2} \frac{\partial (n\delta z_1^{(1)})}{\partial \vartheta} \end{aligned} \right\} \quad (133)$$

nur einen Theil, nämlich $(n\delta z_2^{(1)})$, von der Funktion $n\delta z_2^{(1)}$.

Endlich giebt die Gleichung

$$\frac{\partial (n\delta z_3^{(1)})}{\partial \varepsilon} = - \frac{w}{2} \frac{\partial (n\delta z_2^{(1)})}{\partial \vartheta} \quad (134)$$

nur einen Theil, $(n\delta z_3^{(1)})$, der Funktion $n\delta z_3^{(1)}$.

Nach Addition dieser drei Theile bekommt man eine Reihe:

$$\left. \begin{aligned} (n\delta z_1^{(1)}) + (n\delta z_2^{(1)}) + (n\delta z_3^{(1)}) &= \sum \{ \bar{L}_{0 \cdot p \cdot q} (n + r \cdot - n + s) + \\ &+ \bar{L}_{1 \cdot p \cdot q} (n + r \cdot - n + s) w + \\ &+ \bar{L}_{2 \cdot p \cdot q} (n + r \cdot - n + s) w^2 + \dots \} \eta^p \eta'^q j^{2t} \sin A, \end{aligned} \right\} \quad (135)$$

wo die Koeffizienten $\bar{L}_{i.p.q}$ folgendermassen von den in Tafel XXVII gegebenen Grössen $A_{i.p.q}$ abhängen:

$$\begin{aligned}
 \bar{L}_{0.p.q}(n+r \cdot - n+s) &= \frac{A_{0.p.q}(n+r \cdot - n+s)}{n+r - \frac{1}{2}(n-s)} \\
 \bar{L}_{1.p.q}(n+r \cdot - n+s) &= \frac{1}{n+r - \frac{1}{2}(n-s)} \left\{ A_{1.p.q}(n+r \cdot - n+s) - \right. \\
 &\quad \left. - \frac{n-s}{2} (\bar{L}_{0.p.q}(n+r \cdot - n+s) + A_{0.p-1.q}(n+r-1 \cdot - n+s) - \right. \\
 &\quad \left. - A_{0.p-1.q}(n+r+1 \cdot - n+s)) \right\} \\
 \bar{L}_{2.p.q}(n+r \cdot - n+s) &= \frac{1}{n+r - \frac{1}{2}(n-s)} \left\{ A_{2.p.q}(n+r \cdot - n+s) - \right. \\
 &\quad \left. - \frac{n-s}{2} \bar{L}_{1.p.q}(n+r \cdot - n+s) \right\}.
 \end{aligned} \tag{136}$$

Die letzte dieser Formeln ist nur für Glieder 0-ten und ersten Grades vollständig.

Die Koeffizienten $\bar{L}_{i.p.q}$ sind in Tafel XXX zusammengestellt.

Die noch nicht betrachteten Glieder erster Ordnung in $n\delta z_1$ sind:

$$\begin{aligned}
 &n\delta z_1^{(1)} - (n\delta z_1^{(1)}) = \\
 = &\text{Glieder erster Ordnung von } \int \{(1 - e \cos \varepsilon) (\bar{W}_1 + \bar{W}_2' + [\bar{W}_2]) - \\
 &\quad - [1 - e \cos \varepsilon] (\bar{W}_1 + \bar{W}_2' + [\bar{W}_2])\} d\varepsilon \\
 = &\text{Glieder erster Ordnung von } \int \{(1 - e \cos \varepsilon) \bar{W}_1 - [(1 - e \cos \varepsilon) \bar{W}_1]\} d\varepsilon + \\
 &\quad + (147 - 370w)\eta \sin(2\varepsilon + 2\vartheta + 2\Delta) + (167 - 638w)\eta \sin(\varepsilon + 4\vartheta + 4\Delta).
 \end{aligned} \tag{137}$$

Nach Einführung des Werthes

$$\bar{W}_1 = x_1 + y_1 \cos \varepsilon + z_1 \sin \varepsilon$$

findet man

$$\begin{aligned}
 &\int \{(1 - e \cos \varepsilon) \bar{W}_1 - [(1 - e \cos \varepsilon) \bar{W}_1]\} d\varepsilon = \\
 &\quad = (y_1 - 2\eta x_1) \sin \varepsilon - z_1 \cos \varepsilon - \frac{1}{2}\eta y_1 \sin 2\varepsilon + \frac{1}{2}\eta z_1 \cos 2\varepsilon.
 \end{aligned} \tag{138}$$

Man bekommt also mit Hilfe der Gleichungen (137), (138) und der Tafeln XVII und XVIII den in Tafel XXXI gegebenen Ausdruck für $n\delta z_1^{(1)} - (n\delta z_1^{(1)})$.

Für die Funktionen $n\delta z_2^{(1)} - (n\delta z_2^{(1)})$ und $n\delta z_3^{(1)} - (n\delta z_3^{(1)})$ gelten, zufolge (131), (133) und (134), die folgenden Ausdrücke:

$$\begin{aligned} & n\delta z_2^{(1)} - (n\delta z_2^{(1)}) = \\ & = \text{die Glieder erster Ordnung von } -\eta w \int \left(\sin \varepsilon \frac{\partial}{\partial \vartheta} \{ (1 - e \cos \varepsilon) (\overline{W}_1 + \overline{W}_2' + [\overline{W}_2]) \} - \right. \\ & \left. - \left[\sin \varepsilon \frac{\partial}{\partial \vartheta} \{ (1 - e \cos \varepsilon) (\overline{W}_1 + \overline{W}_2' + [\overline{W}_2]) \} \right] \right) d\varepsilon - \frac{w}{2} \int \frac{\partial}{\partial \vartheta} \{ n\delta z_1^{(1)} - (n\delta z_1^{(1)}) \} d\varepsilon \end{aligned} \quad (139)$$

$$n\delta z_3^{(1)} - (n\delta z_3^{(1)}) = -\frac{w}{2} \int \frac{\partial}{\partial \vartheta} \{ n\delta z_2^{(1)} - (n\delta z_2^{(1)}) \} d\varepsilon \quad (140)$$

Im ersten Ausdruck können wir \overline{W}_2' und $[\overline{W}_2]$ vernachlässigen, da diese Grössen nur solche Glieder liefern, von denen ähnliche schon in Tafel XXXI ausgelassen worden sind. Ganz unmerkliche Glieder übergehend, können wir also setzen:

$$\begin{aligned} & n\delta z_2^{(1)} - (n\delta z_2^{(1)}) = -\frac{w}{2} \int \frac{\partial}{\partial \vartheta} \{ n\delta z_1^{(1)} - (n\delta z_1^{(1)}) \} d\varepsilon + \\ & + \text{die Glieder erster Ordnung von } \left\{ \eta w \frac{dx_1}{d\vartheta} \cos \varepsilon + \frac{1}{4} \eta w \frac{\partial}{\partial \vartheta} (y_1 \cos 2\varepsilon + z_1 \sin 2\varepsilon) - \right. \\ & \left. - \frac{1}{2} \eta^2 w \frac{\partial}{\partial \vartheta} (y_1 \cos \varepsilon - z_1 \sin \varepsilon) \right\}, \end{aligned} \quad (141)$$

wo das letzte Glied ganz einfach aus den Tafeln XVII und XVIII berechnet wird.

Die Summe der Ausdrücke (141) und (140) ist in Tafel XXXII gegeben.

XXX

	$n=0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\bar{L}_{0.0}(n \cdot -n)$		- 586''66	- 237''94	+ 225''32	+ 51''36	+ 17''14	+ 6''40	+ 3''00	+ 1''40	+ 0''68	+ 0''35
$\bar{L}_{1.0}(n+1 \cdot -n)$	+ 225''4	- 116.4	+ 66.4	- 137.6	- 28.3	- 6.4	- 0.8	+ 0.6	+ 0.8	+ 0.7	+ 0.5
$\bar{L}_{1.0}(n-1 \cdot -n)$	- 225.4	- 1609.0		+ 11669.6	+ 1185.8	- 1506.6	- 396.2	- 149.8	- 66.7	- 31.2	- 16.5
$\bar{L}_{0.1}(n \cdot -n+1)$	- 1023.4	- 185.7	- 61.6	- 88.3	- 55.4	- 32.5	- 19.0	- 11.1	- 6.6	- 3.9	- 2.4
$\bar{L}_{0.1}(n \cdot -n-1)$	+ 1023.4		- 16751.0	- 1989.7	+ 2255.6	+ 605.5	+ 233.4	+ 105.2	+ 51.8	+ 26.9	+ 14.4
$\bar{L}_{2.0}(n+2 \cdot -n)$	+ 42	+ 258	+ 48	+ 6	- 2	- 2	- 1	0	0	0	0
$\bar{L}_{2.0}(n \cdot -n)$		- 10130	- 1513	- 4150	- 972	+ 626	+ 75	- 18	- 32	- 30	- 21
$\bar{L}_{2.0}(n-2 \cdot -n)$	- 42	- 414	+ 776	- 3992		- 58554	- 5886	+ 8502	+ 2410	+ 980	+ 466
$\bar{L}_{1.1}(n+1 \cdot -n+1)$	- 822	- 350	- 64	+ 27	+ 21	+ 8	+ 1	- 3	- 4	- 3	- 3
$\bar{L}_{1.1}(n-1 \cdot -n+1)$	- 7178		+ 2160	- 1046	+ 3744	+ 1444	+ 766	+ 440	+ 262	+ 160	+ 98
$\bar{L}_{1.1}(n+1 \cdot -n-1)$	+ 7178	+ 2559	+ 4710	+ 1164	- 1096	- 191	- 10	+ 30	+ 34	+ 29	+ 22
$\bar{L}_{1.1}(n-1 \cdot -n-1)$	+ 822	- 1796	+ 12246		+ 170806	+ 19043	- 25416	- 7322	- 3026	- 1460	- 766
$\bar{L}_{0.2}(n \cdot -n+2)$	- 408	+ 1128	+ 188	+ 54	+ 34	+ 26	+ 21	+ 16	+ 12	+ 9	+ 6
$\bar{L}_{0.2}(n \cdot -n)$		- 11930	+ 930	- 3532	- 1772	- 1018	- 614	- 380	- 238	- 150	- 96
$\bar{L}_{0.2}(n \cdot -n-2)$	+ 408	+ 3416		- 123752	- 15454	+ 18940	+ 5551	+ 2332	+ 1142	+ 608	+ 340
$\bar{L}_{0.0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\sigma}$	+ 588	+ 512	+ 238	+ 121	+ 65	+ 36	+ 20	+ 12	+ 7	+ 4	+ 2
$\bar{L}_{0.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\sigma}$	- 588	+ 433	+ 1612		- 6382	- 583	+ 622	+ 150	+ 54	+ 22	+ 10
$\bar{L}_{0.0}(n+1 \cdot -n-1)_{+\delta}$	+ 3548	+ 1201	- 1614	- 450	- 180	- 81	- 40	- 21	- 12	- 6	- 4
$\bar{L}_{0.0}(n-1 \cdot -n+1)_{-\delta}$	- 3548		+ 6552	+ 725	- 942	- 244	- 92	- 40	- 20	- 10	- 5
$\bar{L}_{0.0}(n \cdot -n)$		+ 2413.0	+ 1075.1	- 1768.0	- 379.8	- 130.8	- 54.8	- 25.6	- 12.8	- 6.7	- 3.6
$\bar{L}_{1.0}(n+1 \cdot -n)$	- 737	+ 1084	- 39	+ 1022	+ 201	+ 46	+ 4	- 7	- 8	- 7	- 5
$\bar{L}_{1.0}(n-1 \cdot -n)$	+ 737	+ 6180		- 70530	- 9497	+ 18750	+ 4232	+ 1558	+ 701	+ 348	+ 187
$\bar{L}_{0.1}(n \cdot -n+1)$	+ 3420	+ 767	- 288	+ 317	+ 277	+ 193	+ 128	+ 83	+ 54	+ 34	+ 22
$\bar{L}_{0.1}(n \cdot -n-1)$	- 3420		+ 91420	+ 14703	- 26488	- 6018	- 2248	- 1027	- 522	- 282	- 159
$\bar{L}_{2.0}(n+2 \cdot -n)$	- 350	- 1470	- 420	- 60	- 10	+ 10	0	0	0	0	0
$\bar{L}_{2.0}(n \cdot -n)$		+ 58580	+ 7890	+ 16300	+ 5320	- 8320	- 1000	+ 140	+ 320	+ 300	
$\bar{L}_{2.0}(n-2 \cdot -n)$	+ 350	+ 1150	- 2200	- 33780		+ 542460	+ 67140	- 144830	- 33630	- 12910	
$\bar{L}_{1.1}(n+1 \cdot -n+1)$	+ 2340	+ 2070	+ 930	+ 80	- 30	- 10	+ 10	+ 30	+ 40	+ 30	
$\bar{L}_{1.1}(n-1 \cdot -n+1)$	+ 37400		- 32800	+ 3060	- 25580	- 10890	- 6120	- 3750	- 2390	- 1550	
$\bar{L}_{1.1}(n+1 \cdot -n-1)$	- 37400	- 15310	- 10060	- 4860	+ 13030	+ 2030	+ 140	- 300	- 350	- 320	
$\bar{L}_{1.1}(n-1 \cdot -n-1)$	- 2340	+ 5860	+ 109140		- 1484120	- 206300	+ 414680	+ 96710	+ 37510	+ 17880	
$\bar{L}_{0.2}(n \cdot -n+2)$	+ 1160	- 3830	- 1100	- 360	- 190	- 150	- 130	- 110	- 90	- 70	
$\bar{L}_{0.2}(n \cdot -n)$		+ 67540	- 400	+ 22630	+ 11800	+ 7280	+ 4740	+ 3150	+ 2120	+ 1430	
$\bar{L}_{0.2}(n \cdot -n-2)$	- 1160	- 42040		+ 1004080	+ 157970	- 295710	- 69180	- 27110	- 13080	- 7040	
$\bar{L}_{0.0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\sigma}$	- 1960	- 2240	- 1280	- 750	- 450	- 280	- 170	- 110	- 70	- 40	
$\bar{L}_{0.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\sigma}$	+ 1960	- 1490	- 15560		+ 63060	+ 7170	- 11160	- 2220	- 740	- 310	
$\bar{L}_{0.0}(n+1 \cdot -n-1)_{+\delta}$	- 19220	- 7320	+ 15220	+ 3980	+ 1590	+ 750	+ 400	+ 230	+ 120	+ 70	
$\bar{L}_{0.0}(n-1 \cdot -n+1)_{-\delta}$	+ 19220		- 36180	- 5180	+ 9920	+ 2450	+ 940	+ 430	+ 220	+ 120	
$\bar{L}_{0.0}(n \cdot -n)$		- 5208	- 2489	+ 7952	+ 1488	+ 510	+ 221	+ 108	+ 57	+ 32	+ 18
$\bar{L}_{1.0}(n+1 \cdot -n)$	+ 1160	- 3610	- 180	- 5810	- 1230	- 390	- 130	- 40	0	+ 10	
$\bar{L}_{1.0}(n-1 \cdot -n)$	- 1160	- 12160		+ 366040	+ 42670	- 137200	- 24250	- 8330	- 3700	- 1870	
$\bar{L}_{0.1}(n \cdot -n+1)$	- 6820	- 1510	+ 2210	- 330	- 610	- 520	- 400	- 290	- 210	- 150	
$\bar{L}_{0.1}(n \cdot -n-1)$	+ 6820		- 466120	- 60480	+ 187330	+ 33000	+ 11460	+ 5160	+ 2650	+ 1470	

XXXI.

$$n\delta z_1^{(1)} - (n\delta z_1^{(1)}).$$

XXXII.

$$n\delta z_2^{(1)} - (n\delta z_2^{(1)}) + n\delta z_3^{(1)} - (n\delta z_3^{(1)}).$$

Sinus.		w^{-1}		w		w
$\epsilon + 2\vartheta + 2\Delta$	—	+ 294 ⁸⁹	— 740 ⁶	+ 733 ^{''}	— 294 ⁹	+ 1035 ^{''}
ϵ	η				+ 384	— 1410
$\epsilon + 4\vartheta + 4\Delta$	η	— 839.5	+ 3495	— 6230	+ 1679	— 10350
$2\epsilon + 2\vartheta + 2\Delta$	η	— 147.4	+ 517	— 740	— 74	+ 140
$\epsilon + \Delta$	η'				— 285	+ 1210
$\epsilon + 4\vartheta + 3\Delta$	η'	+ 1229.9	— 4069	+ 5670	— 2460	+ 13060
— $\epsilon + 2\vartheta + 2\Delta$	η^2	+ 784	— 4450		— 100	
$\epsilon + 2\vartheta + 2\Delta$	η^2	— 202	— 4470		— 980	
$\epsilon + 6\vartheta + 6\Delta$	η^2	+ 2940	— 15780	+ 33800	— 8820	+ 73800
$2\epsilon + 4\vartheta + 4\Delta$	η^2	+ 420	— 1660		+ 420	
2ϵ	η^2				— 96	+ 350
— $\epsilon + 2\vartheta + \Delta$	$\eta \eta'$	— 2386	+ 11660		— 2070	
$\epsilon + 2\vartheta + 3\Delta$	$\eta \eta'$	+ 1492	— 680		— 1490	
$\epsilon + 2\vartheta + \Delta$	$\eta \eta'$	— 1962	+ 10220		+ 2280	
$\epsilon + 6\vartheta + 5\Delta$	$\eta \eta'$	— 8658	+ 40800	— 83700	+ 25970	— 200300
$2\epsilon + 4\vartheta + 3\Delta$	$\eta \eta'$	— 615	+ 2030		— 610	
$2\epsilon + \Delta$	$\eta \eta'$				+ 71	— 300
— $\epsilon + 2\vartheta$	η^2	+ 1634	— 7080		+ 1630	
$\epsilon + 2\vartheta + 2\Delta$	η^2	— 861	— 3790		+ 860	
$\epsilon + 6\vartheta + 4\Delta$	η^2	+ 6349	— 25750		— 19050	+ 134300
— $\epsilon + 2\vartheta + \Delta - \Sigma$	j^2	+ 866	— 4260		+ 870	
$\epsilon + 6\vartheta + 5\Delta - \Sigma$	j^2	+ 260	— 1670		— 780	+ 7300
$\epsilon + 2\vartheta + 2\Delta$	j^2	— 2677	+ 12680	— 30900	+ 2680	— 15400
$\epsilon + 4\vartheta + 4\Delta$	η^3	+ 5920	— 11100		— 5100	
— $\epsilon + 4\vartheta + 4\Delta$	η^3	— 280	+ 5100		+ 4500	
$\epsilon + 8\vartheta + 8\Delta$	η^3	— 11300	+ 76300		+ 45200	
$\epsilon + 4\vartheta + 5\Delta$	$\eta^2 \eta'$	— 11450	+ 42200		+ 22900	
$\epsilon + 4\vartheta + 3\Delta$	$\eta^2 \eta'$	— 11270	+ 1000		+ 5310	
— $\epsilon + 4\vartheta + 3\Delta$	$\eta^2 \eta'$	+ 1740	— 24000		— 11300	
$\epsilon + 8\vartheta + 7\Delta$	$\eta^2 \eta'$	+ 50000	— 304600		— 200000	
$\epsilon + 4\vartheta + 4\Delta$	$\eta \eta^2$	+ 26090	— 71700		— 52200	
$\epsilon + 4\vartheta + 2\Delta$	$\eta \eta^2$	+ 3980	+ 16100		+ 2700	
— $\epsilon + 4\vartheta + 2\Delta$	$\eta \eta^2$	— 3140	+ 35000		+ 4400	
$\epsilon + 8\vartheta + 6\Delta$	$\eta \eta^2$	— 73580	+ 400000		+ 294300	
$\epsilon + 4\vartheta + 3\Delta$	η^3	— 13760	+ 22100		+ 27500	
— $\epsilon + 4\vartheta + \Delta$	η^3	+ 3320	— 18500		+ 6600	
$\epsilon + 8\vartheta + 5\Delta$	η^3	+ 36010	— 172200		— 144000	
$\epsilon + 4\vartheta + 3\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta$	— 1710	+ 13100		+ 4000	
— $\epsilon + 4\vartheta + 3\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta$	— 2110	+ 15100		— 3600	
$\epsilon + 8\vartheta + 7\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta$	— 2380	+ 18900		+ 9500	
$\epsilon + 4\vartheta + 4\Delta$	$j^2 \eta$	+ 14200	— 88000		— 28400	
$\epsilon + 4\vartheta + 4\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta'$	— 550	+ 100		+ 1100	
— $\epsilon + 4\vartheta + 2\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta'$	+ 3550	— 22900		+ 7100	
$\epsilon + 8\vartheta + 6\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta'$	+ 3830	— 27900		— 15300	
$\epsilon + 4\vartheta + 3\Delta$	$j^2 \eta'$	— 17500	+ 99600		+ 35000	
+ $(\vartheta - \vartheta_0) \cos$						
ϵ	η	— 767.7	+ 2821	— 5210		
$\epsilon + \Delta$	η'	+ 569.9	— 2421	+ 4950		
2ϵ	η^2	+ 384	— 1410	+ 2600		
$2\epsilon + \Delta$	$\eta \eta'$	— 285	+ 1210	— 2500		
ϵ	η^3	— 6630	+ 47400			
$\epsilon + \Delta$	$\eta^2 \eta'$	+ 17810	— 119100			
— $\epsilon + \Delta$	$\eta^2 \eta'$	+ 8990	— 60300			
$\epsilon + 2\Delta$	$\eta \eta^2$	— 10480	+ 70300			
ϵ	$\eta \eta^2$	— 25560	+ 157400			
$\epsilon + \Delta$	η^3	+ 15670	— 94800			
$\epsilon + \Delta + \Sigma$	$j^2 \eta$	— 22010	+ 121200	— 359000		
ϵ	$j^2 \eta$	+ 25560	— 157400	+ 511000		
$\epsilon + \Sigma$	$j^2 \eta'$	+ 12050	— 76400	+ 252000		
$\epsilon + \Delta$	$j^2 \eta'$	— 23530	+ 150300	— 498000		

Die kurzperiodischen Glieder in $n\delta z$, welche 2-ter Ordnung sind und den Faktor

$$\frac{m'^2}{w^3} \tag{142}$$

haben, werden mit Hilfe der Formel (138) und der Tafel XVIII erhalten.
 Sie werden in Tafel XXXIII zusammengestellt.

XXXIII.

Sinus.		w^{-3}	w^{-2}	w^{-1}
$\varepsilon + 4\vartheta + 4\Delta$	η	- 0.316	+ 1.58	- 3.6
$\varepsilon + 4\vartheta + 3\Delta$	η'	+ 0.114	- 0.68	+ 1.8
- $\varepsilon + 2\vartheta + 2\Delta$	η^2	+ 2.62	- 16.8	
$\varepsilon + 2\vartheta + 2\Delta$	η^2	+ 4.42	- 28.4	
$\varepsilon + 6\vartheta + 6\Delta$	η^2	+ 1.80	- 11.6	
$2\varepsilon + 4\vartheta + 4\Delta$	η^2	+ 0.16	- 0.8	
- $\varepsilon + 2\vartheta + \Delta$	$\eta \eta'$	- 6.18	+ 36.9	
$\varepsilon + 2\vartheta + 3\Delta$	$\eta \eta'$	- 1.90	+ 13.6	
$\varepsilon + 2\vartheta + \Delta$	$\eta \eta'$	- 5.57	+ 32.8	
$\varepsilon + 6\vartheta + 5\Delta$	$\eta \eta'$	- 3.94	+ 23.6	
$2\varepsilon + 4\vartheta + 3\Delta$	$\eta \eta'$	- 0.06	+ 0.3	
- $\varepsilon + 2\vartheta$	η'^2	+ 4.04	- 21.4	
$\varepsilon + 2\vartheta + 2\Delta$	η'^2	+ 2.12	- 14.4	
$\varepsilon + 6\vartheta + 4\Delta$	η'^2	+ 1.90	- 10.8	
- $\varepsilon + 2\vartheta + \Delta - \Sigma$	j^2	+ 0.22	- 1.6	
$\varepsilon + 6\vartheta + 5\Delta - \Sigma$	j^2	+ 0.07	- 0.6	
$+ (\vartheta - \vartheta_0) \cos$				
ε	η	- 1.265	+ 6.35	- 14.3
$\varepsilon + \Delta$	η'	+ 0.455	- 2.69	+ 7.2
2ε	η^2	+ 0.63	- 3.2	
$2\varepsilon + \Delta$	$\eta \eta'$	- 0.23	+ 1.3	
ε	η^3	- 23.8	+ 241	
$\varepsilon + \Delta$	$\eta^2 \eta'$	+ 73.4	- 572	
- $\varepsilon + \Delta$	$\eta^2 \eta'$	+ 36.0	- 282	
$\varepsilon + 2\Delta$	$\eta \eta'^2$	- 55.2	+ 375	
ε	$\eta \eta'^2$	- 87.3	+ 653	
$\varepsilon + \Delta$	η'^3	+ 69.8	- 439	
$\varepsilon + \Delta + \Sigma$	$j^2 \eta$	- 9.9	+ 77	
ε	$j^2 \eta$	+ 23.0	- 166	
$\varepsilon + \Sigma$	$j^2 \eta'$	+ 5.2	- 45	
$\varepsilon + \Delta$	$j^2 \eta'$	- 14.8	+ 112	

Unter den kurzperiodischen Gliedern 2-ter Ordnung in $n\delta z$ werden auch diejenigen berechnet, welche den Faktor

$$\frac{m'^2}{w^2}$$

enthalten. Für diesen Theil von $n\delta z$ gilt, zufolge (128₁), (128₂) und (130), die Differentialgleichung

$$\frac{\partial n\delta z}{\partial \varepsilon} = (1 - e \cos \varepsilon) \left\{ \overline{W}'_2 + [\overline{W}_2] - \frac{3}{4} \left(\overline{W}_1 - \frac{1}{3} \Xi_1 \right) \left(\overline{W}_1 + \frac{1}{9} \Xi_1 \right) + \frac{1}{2} \frac{\partial \overline{W}_1}{\partial \vartheta} n\delta z_1 \right\} - \left. \begin{array}{l} \\ - \frac{1}{2} \varphi_1 \frac{\partial n\delta z_1}{\partial \vartheta} \end{array} \right\} \quad (143)$$

wo zur rechten Seite nur die von ε abhängigen Glieder in $\frac{m'^2}{w^2}$ zu behalten sind. Der Ausdruck für $n\delta z_1$ wird entweder von Tafel XXXI oder von Tafel XXXIII genommen.

Durch Rechnung findet man jetzt, dass keine Glieder dieser Form in

$$- \frac{1}{2} \varphi_1 \frac{\partial n\delta z_1}{\partial \vartheta}$$

vorkommen.

Ebenfalls durch Rechnung findet man für

$$\frac{1}{2} \frac{\partial \overline{W}_1}{\partial \vartheta} n\delta z_1$$

die in der folgenden Tafel gegebene Reihe (wo unter den Gliedern ersten Grades nur die von ε abhängigen Glieder ausgeschrieben sind):

$$\frac{1}{2} \frac{\partial \overline{W}_1}{\partial \vartheta} n\delta z_1$$

Cosinus.		w^{-2}	w^{-1}
—	—	— 0.2109	+ 1.059
$2\varepsilon + 4\vartheta + 4\Delta$	—	+ 0.2109	— 1.059
ε	η	— 0.738	+ 3.60
$\varepsilon + 4\vartheta + 4\Delta$	η	+ 0.844	— 4.23
$2\varepsilon + 2\vartheta + 2\Delta$	η	— 0.275	+ 1.70
$2\varepsilon + 6\vartheta + 6\Delta$	η	— 1.747	+ 11.78
$3\varepsilon + 4\vartheta + 4\Delta$	η	— 0.105	+ 0.63
$\varepsilon + \Delta$	η'	+ 0.227	— 1.34
$\varepsilon + 4\vartheta + 3\Delta$	η'	— 0.227	+ 1.34
$2\varepsilon + 2\vartheta + 3\Delta$	η'	+ 0.204	— 1.38
$2\varepsilon + 6\vartheta + 5\Delta$	η'	+ 2.639	— 15.36
+ $(\vartheta - \vartheta_0) \sin$			
$2\varepsilon + 2\vartheta + 2\Delta$	η	+ 0.549	— 3.40
$2\varepsilon + 2\vartheta + 3\Delta$	η'	— 0.407	+ 2.75

Der Vergleich mit der Tafel XIX giebt das Resultat, dass auch in der Funktion

$$(1 - e \cos \varepsilon) \left(\bar{W}_2' + \frac{1}{2} \frac{\partial \bar{W}_1}{\partial \vartheta} n \delta z_1 \right)$$

keine Glieder mit dem Faktor $\frac{m^2}{w^2}$ vorhanden sind.

Anstatt der Gleichung (143) tritt also

$$\begin{aligned} \frac{\partial n \delta z}{\partial \varepsilon} = & [y_2] \cos \varepsilon + [z_2] \sin \varepsilon - \eta ([y_2] \cos 2\varepsilon + [z_2] \sin 2\varepsilon) - \\ & - \frac{3}{4} (1 - e \cos \varepsilon) \left(\bar{W}_1 - \frac{1}{3} \Xi_1 \right) \left(\bar{W}_1 + \frac{1}{9} \Xi_1 \right) + \frac{3}{4} \left[(1 - e \cos \varepsilon) \left(\bar{W}_1 - \frac{1}{3} \Xi_1 \right) \left(\bar{W}_1 + \frac{1}{9} \Xi_1 \right) \right]. \end{aligned}$$

Man findet endlich unter Anwendung der Tafel XXII und nach Berechnung des Integrals

$$- \frac{3}{4} \int (1 - e \cos \varepsilon) \left(\bar{W}_1 - \frac{1}{3} \Xi_1 \right) \left(\bar{W}_1 + \frac{1}{9} \Xi_1 \right) d\varepsilon$$

die in Tafel XXXIV gegebenen kurzperiodischen Glieder in $n \delta z$, welche den Faktor $\frac{m^2}{w^2}$ enthalten.

XXXIV.

Sinus.		w^{-2}	w^{-1}	
$\varepsilon + 2\vartheta + 2\Delta$	—	— 0.614	+ 4.08	— 9.9
$2\varepsilon + 4\vartheta + 4\Delta$	—	— 0.079	+ 0.40	
ε	η	— 0.74	+ 3.7	
$\varepsilon + 4\vartheta + 4\Delta$	η	+ 1.94	— 17.3	
$2\varepsilon + 2\vartheta + 2\Delta$	η	+ 0.31	— 2.0	
$2\varepsilon + 6\vartheta + 6\Delta$	η	+ 0.45	— 2.9	
$\varepsilon + \Delta$	η'	+ 0.30	— 1.8	
$\varepsilon + 4\vartheta + 3\Delta$	η'	— 4.01	+ 28.8	
$2\varepsilon + 6\vartheta + 5\Delta$	η'	— 0.66	+ 3.8	
$+ (\vartheta - \vartheta_0) \cos$				
ε	η	— 1.00	— 10.5	
$\varepsilon + 4\vartheta + 4\Delta$	η	— 0.80	+ 5.6	
$2\varepsilon + 2\vartheta + 2\Delta$	η	+ 0.43	— 2.6	
$\varepsilon + \Delta$	η'	— 3.26	+ 28.0	
$\varepsilon + 4\vartheta + 3\Delta$	η'	+ 0.59	— 4.4	
$2\varepsilon + 2\vartheta + 3\Delta$	η'	— 0.31	+ 2.1	

Wir wollen nun die kurzperiodischen Glieder in $n\delta z$ zusammenfassen.

Aus den Formeln (46), (125) und (130) findet man

$$n\delta z = \frac{2}{1-w} \left\{ \vartheta - \frac{w}{2} \varepsilon + [n'\delta z'] + c' - \mu c \right\} + n\delta z_1 + n\delta z_2 + n\delta z_3 + \dots$$

d. h.

$$n\delta z = [n\delta z] + n\delta z_1 + n\delta z_2 + n\delta z_3 + \dots \quad (144)$$

wo

$$[n\delta z] = \frac{2}{1-w} \left\{ \vartheta - \frac{w}{2} \varepsilon + [n'\delta z'] + c' - \mu c \right\}. \quad (145)$$

Nach einer Zusammenstellung der Tafeln XXX—XXXIV findet man für die Funktion $n\delta z - [n\delta z]$ den in Tafel XXXV gegebenen Ausdruck.

Die Koeffizienten sind nach Potenzen von η , $\eta' j^2$, w und w^{-1} entwickelt. Einige sind ausserdem so transformiert, dass sie einen Faktor $(1 + \alpha w)^{-2}$ enthalten. Die entsprechenden Koeffizienten $\bar{L}_{p,q}(n + r \cdot - n + s)$ sind nämlich mittels zu schwach fallender Reihen gegeben. Dieser Umstand ist von der Entwicklung der Integrationsdivisoren verursacht, und im Allgemeinen fällt die Entwicklung der Funktion

$$\left(1 + \frac{n-s}{2(n+r) - (n-s)} w \right)^2 \bar{L}_{p,q}(n + r \cdot - n + s)$$

stärker als die Entwicklung von $\bar{L}_{p,q}(n + r \cdot - n + s)$.

Die Faktoren $(1 + \alpha w)^{-2}$ sind in der letzten Kolumne der Tafel XXXV ausgeschrieben.

Für die Winkelgrösse \mathfrak{S} werden wir später den Ausdruck (162) bekommen.

XXXV.

$n\delta z - [n\delta z]$.

Sinus.		w^{-3}	w^{-2}	w^{-1}		w	w^2	
$\frac{1}{2}\epsilon + \vartheta$	$\eta \eta'$				4.157	4.874 n		
$\frac{1}{2}\epsilon + \vartheta + \Delta$	η^2				2.7684 n	3.3825	3.717 n	
»	η'^2				4.006 n	4.768		
»	j^2				4.077 n	4.829		
$\frac{1}{2}\epsilon + \vartheta + 2\Delta$	$\eta \eta'$				4.135	4.873 n		
$\epsilon + 2\vartheta + \Delta$	$\eta \eta'$	0.746 n	1.516	3.293 n	3.334	4.516 n		
$\epsilon + 2\vartheta + 2\Delta$	$\eta \eta'$				4.178	4.185 n		
»	η^2	0.645	9.7882 n	2.47563	3.10833 n	3.4539	3.629 n	
»	η'^2	0.326	1.453 n	2.305 n	3.843 n	3.898		
»	j^2				3.301 n	2.602 n		
$\epsilon + 2\vartheta + 3\Delta$	$\eta \eta'$	0.279 n	1.133	3.174	3.428 n	4.769 n		
$\frac{3}{2}\epsilon + 3\vartheta + 2\Delta$	$\eta \eta'$				3.508 n	3.491		
$\frac{3}{2}\epsilon + 3\vartheta + 3\Delta$	$\eta \eta'$				3.673	4.004 n		
»	η^2				2.3528	3.120 n	3.666	$(1-w)^{-2}$
»	j^2				3.618 n	4.212		
$\frac{3}{2}\epsilon + 3\vartheta + 4\Delta$	$\eta \eta'$				3.406 n	4.400		
$2\epsilon + 4\vartheta + 3\Delta$	$\eta \eta'$	8.778 n	9.477	2.789 n	3.524	4.408 n		
$2\epsilon + 4\vartheta + 4\Delta$	$\eta \eta'$				3.412	3.690 n		
»	η^2	9.204	8.898 n	9.602	1.711	2.580 n	3.173	
$\frac{5}{2}\epsilon + 5\vartheta + 5\Delta$	η^2		9.903 n	2.623	3.344 n	3.724		
$2\epsilon + 2\vartheta + 2\Delta$	η		9.491	2.1744 n	2.707	2.806 n		
$-\epsilon - \Delta$	η'		9.477 n	0.255	2.673	3.297 n	3.176	
$-\epsilon$	η		9.869	0.568 n	2.922 n	3.459	3.362 n	
$-\frac{1}{2}\epsilon + \vartheta$	η'				3.311	3.835 n	4.133	
$-\frac{1}{2}\epsilon + \vartheta + \Delta$	η				3.206 n	3.791	4.086 n	
$\frac{1}{2}\epsilon + 3\vartheta + 2\Delta$	η'				4.2240 n	3.959 n	4.834 n	$(1-3w)^{-2}$
$\frac{1}{2}\epsilon + 3\vartheta + 3\Delta$	η				4.0671	2.708 n	4.679	$(1-3w)^{-2}$
$\epsilon + 4\vartheta + 2\Delta$	$\eta \eta'^2$			3.600	4.274			
$\epsilon + 4\vartheta + 3\Delta$	$\eta \eta'^2$	9.057	0.671 n	3.1006	3.9304 n	4.524	4.991 n	
»	$\eta^2 \eta'^3$			4.051 n	3.799			
»	η'^3			4.139 n	4.695			
»	$j^2 \eta'$			4.243 n	5.129			
$\epsilon + 4\vartheta + 4\Delta$	η	9.500 n	0.546	2.9347 n	3.8035	4.416 n	4.880	
»	η^3			3.772	4.210 n			
»	$\eta \eta'^2$			4.416	5.093 n			
»	$j^2 \eta$			4.152	5.066 n			
$\epsilon + 4\vartheta + 5\Delta$	$\eta^2 \eta'$			4.059 n	4.814			
$\epsilon + 4\vartheta + 3\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta$			3.233 n	4.233			
$\epsilon + 4\vartheta + 4\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta'$			2.740 n	3.079			
$\frac{3}{2}\epsilon + 5\vartheta + 4\Delta$	η'				3.353	4.278 n	5.022	$(1-\frac{5}{3}w)^{-2}$
$\frac{3}{2}\epsilon + 5\vartheta + 5\Delta$	η				3.178 n	4.138	4.897 n	$(1-\frac{5}{3}w)^{-2}$
$2\epsilon + 6\vartheta + 5\Delta$	η'		9.820 n	0.580	2.782	3.780 n	4.518	
$2\epsilon + 6\vartheta + 6\Delta$	η		9.653	0.462 n	2.598 n	3.626	4.386 n	
$\frac{5}{2}\epsilon + 7\vartheta + 6\Delta$	η'				2.367	3.352 n	4.061	
$\frac{5}{2}\epsilon + 7\vartheta + 7\Delta$	η				2.176 n	3.193	3.919 n	

XXXV. (Forts.)

Sinus.		w^{-3}	w^{-2}	w^{-1}		w	w^2	
$-\varepsilon + 2\vartheta$	$\eta^{1/2}$	0.606	1.330n	3.213	3.666n			
$-\varepsilon + 2\vartheta + \Delta$	$\eta \eta'$	0.791n	1.567	3.378n	3.892			
$-\varepsilon + 2\vartheta + 2\Delta$	η^2	0.418	1.225n	2.894	3.576n			
$-\varepsilon + 2\vartheta + \Delta - \Sigma$	j^2	9.342	0.204n	2.938	3.471n			
$-\frac{1}{2}\varepsilon + 3\vartheta + \Delta$	$\eta^{1/2}$				3.534	4.623n		
$-\frac{1}{2}\varepsilon + 3\vartheta + 2\Delta$	$\eta \eta'$				4.088	5.038		
$-\frac{1}{2}\varepsilon + 3\vartheta + 3\Delta$	η^2				3.601n	4.529n		
$-\frac{1}{2}\varepsilon + 3\vartheta + 2\Delta - \Sigma$	j^2				3.207	4.193n		
$\frac{1}{2}\varepsilon + 5\vartheta + 3\Delta$	$\eta^{1/2}$				5.0925n	5.368n	6.235n	$(1 + 5w)^{-2}$
$\frac{1}{2}\varepsilon + 5\vartheta + 4\Delta$	$\eta \eta'$				5.2325	5.350	6.362	$(1 + 5w)^{-2}$
$\frac{1}{2}\varepsilon + 5\vartheta + 5\Delta$	η^2				4.7675n	4.633n	5.896n	$(1 + 5w)^{-2}$
$\frac{1}{2}\varepsilon + 5\vartheta + 4\Delta - \Sigma$	j^2				3.805n	2.845n		$(1 + 5w)^{-2}$
$\varepsilon + 6\vartheta + 4\Delta$	$\eta^{1/2}$	0.279	1.033n	3.8027	4.7800n	5.466		
$\varepsilon + 6\vartheta + 5\Delta$	$\eta \eta'$	0.595n	1.373	3.9374n	4.9335	5.690n		
$\varepsilon + 6\vartheta + 6\Delta$	η^2	0.255	1.065n	3.4683	4.4842n	5.242		
$\varepsilon + 6\vartheta + 5\Delta - \Sigma$	j^2	8.845	9.778n	2.4150	3.4814n	4.161		
$\frac{3}{4}\varepsilon + 7\vartheta + 5\Delta$	$\eta^{1/2}$				4.277	5.317n		$(1 + \frac{7}{3}w)^{-2}$
$\frac{3}{4}\varepsilon + 7\vartheta + 6\Delta$	$\eta \eta'$				4.405n	5.471		$(1 + \frac{7}{3}w)^{-2}$
$\frac{3}{4}\varepsilon + 7\vartheta + 7\Delta$	η^2				3.929	5.022n		$(1 + \frac{7}{3}w)^{-2}$
$\varepsilon + 8\vartheta + 5\Delta$	$\eta^{1/3}$			4.556	5.500n			
$\varepsilon + 8\vartheta + 6\Delta$	$\eta \eta'^2$			4.867n	5.842			
$\varepsilon + 8\vartheta + 7\Delta$	$\eta^2 \eta'$			4.699	5.703n			
$\varepsilon + 8\vartheta + 8\Delta$	η^3			4.053n	5.085			
$\varepsilon + 8\vartheta + 6\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta'$			3.583	4.635n			
$\varepsilon + 8\vartheta + 7\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta$			3.377n	4.453			
$(\vartheta - \frac{1}{2}\varepsilon + c') \cos$								
$\varepsilon - \Delta$	$\eta^2 \eta'$	1.556	2.450n	3.9538	4.780n			
ε	η	0.1021n	0.7284	2.8990n	3.4504	3.717n		
ε	η^3	1.377n	2.382	3.8215n	4.676			
ε	$\eta \eta'^2$	1.941n	2.815	4.4075n	5.197			
ε	$j^2 \eta$	1.362	2.220n	4.4075	5.197n	5.708		
$\varepsilon + \Delta$	η'	9.6580	0.7745n	2.7819	3.3840n	3.595		
$\varepsilon + \Delta$	$\eta^2 \eta'$	1.866	2.757n	4.2506	5.076n			
$\varepsilon + \Delta$	η^3	1.844	2.642n	4.1951	4.977n			
$\varepsilon + \Delta$	$j^2 \eta'$	1.170n	2.049	4.3716n	5.177	5.697n		
$\varepsilon + 2\Delta$	$\eta \eta'^2$	1.742n	2.574	4.0204n	4.847			
$\varepsilon + \Sigma$	$j^2 \eta'$	0.716	1.653n	4.0810	4.883n	5.401		
$\varepsilon + \Delta + \Sigma$	$j^2 \eta$	0.996n	1.886	4.3426n	5.083	5.555n		
2ε	η^2	9.799	0.505n	2.584	3.149n			
$2\varepsilon + \Delta$	$\eta \eta'$	9.362n	0.114	2.455n	3.083			
$\varepsilon + 4\vartheta + 3\Delta$	η'		9.771	0.643n				
$\varepsilon + 4\vartheta + 4\Delta$	η		9.903n	0.748				
$2\varepsilon + 2\vartheta + 2\Delta$	η		9.633	0.415n				
$2\varepsilon + 2\vartheta + 3\Delta$	η'		9.491n	0.322				

Wir gehen jetzt zur Bestimmung der in Formel (145) gegebenen Funktion $[n\delta z]$, welche die grössten und am schwierigsten erreichbaren Glieder in $n\delta z$ enthält.

Die Differentialgleichung (127), welche diese Bestimmung ermittelt, können wir folgendermassen abkürzen:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\vartheta}{d\varepsilon} &= \frac{w}{2} + \frac{1-w}{2} \left\{ [(1 - e \cos \varepsilon) \bar{W}] - \frac{3}{4} \left[(1 - e \cos \varepsilon) \left(\bar{W} - \frac{1}{3} \Xi \right) \left(\bar{W} + \frac{1}{9} \Xi \right) \right] + \right. \\ &\quad \left. + \left[(1 - e \cos \varepsilon) (\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) \frac{\partial \bar{W}}{\partial \vartheta} \right] \right\} - \frac{d[n'\delta z']}{d\varepsilon} = \end{aligned} \right\} (146)$$

$$= \frac{w}{2} \{1 + \Phi(\vartheta)\} - \frac{d[n'\delta z']}{d\varepsilon}.$$

In $\Phi(\vartheta)$ kommt hier nur die Veränderliche ϑ vor.

Die Teile des Gliedes $[(1 - \varepsilon \cos \varepsilon) \bar{W}]$ sind schon in den Tafeln XVI, XX, XXI, XXVIII und XXIX gegeben, wenn in diesen θ durch ϑ ersetzt wird. Es ist nämlich:

$$\left. \begin{aligned} [(1 - e \cos \varepsilon) \bar{W}] &= x_1 - \eta y_1 + [(1 - e \cos \varepsilon) \bar{W}'_2] + [x_2] - \eta [y_2] + \\ &\quad + [(1 - e \cos \varepsilon) (\bar{W}''_2 + \bar{W}''_3 + \bar{W}''_4)] + \\ &\quad + [(1 - e \cos \varepsilon) (\bar{W}_3 - \bar{W}''_3)]. \end{aligned} \right\} (147)$$

Wenn wir die Funktionen \bar{W}''_3 und \bar{W}''_4 als zur Funktion \bar{W}_2 gehörend ansehen, so ist

$$W = W_1 + W_2 = (x_1 + x_2) + (y_1 + y_2) \cos \psi + (z_1 + z_2) \sin \psi$$

$$\bar{W} = \bar{W}_1 + \bar{W}_2$$

$$\Xi = \Xi_1 + \Xi_2 = (x_1 + x_2) + 2\eta (y_1 + y_2)$$

und

$$\begin{aligned} & \left(\bar{W} - \frac{1}{3} \Xi \right) \left(\bar{W} + \frac{1}{9} \Xi \right) = \\ &= \left(y_1 \cos \varepsilon + z_1 \sin \varepsilon + \frac{2}{3} x_1 - \frac{2}{3} \eta y_1 + \bar{W}_2 - \frac{1}{3} \Xi_2 \right) \left(y_1 \cos \varepsilon + z_1 \sin \varepsilon + \frac{10}{9} x_1 + \frac{2}{9} \eta y_1 + \bar{W}_2 + \frac{1}{9} \Xi_2 \right) = \\ &= \left(y_1 \cos \varepsilon + z_1 \sin \varepsilon + \frac{2}{3} x_1 - \frac{2}{3} \eta y_1 \right) \left(y_1 \cos \varepsilon + z_1 \sin \varepsilon + \frac{10}{9} x_1 + \frac{2}{9} \eta y_1 \right) + \\ &+ 2 \bar{W}_2 \left(y_1 \cos \varepsilon + z_1 \sin \varepsilon + \frac{8}{9} x_1 - \frac{2}{9} \eta y_1 \right) - \frac{2}{9} \Xi_2 \left(y_1 \cos \varepsilon + z_1 \sin \varepsilon + \frac{4}{3} x_1 + \frac{2}{3} \eta y_1 \right) + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + \left(\bar{W}_2 - \frac{1}{3} \Xi_2 \right) \left(\bar{W}_2 + \frac{1}{9} \Xi_2 \right) = \\
& = (y_1 \cos \varepsilon + z_1 \sin \varepsilon)^2 + \frac{4}{9} (4x_1 - \eta y_1) (y_1 \cos \varepsilon + z_1 \sin \varepsilon) + \frac{4}{27} (x_1 - \eta y_1) (5x_1 + \eta y_1) + \\
& + 2 \left(\bar{W}_2 - \frac{1}{9} \Xi_2 \right) (\eta_1 \cos \varepsilon + z_1 \sin \varepsilon) + \frac{4}{9} \bar{W}_2 (4x_1 - \eta y_1) - \frac{4}{27} \Xi_2 (2x_1 + \eta y_1) + \\
& + \left(\bar{W}_2 - \frac{1}{3} \Xi_2 \right) \left(\bar{W}_2 + \frac{1}{9} \Xi_2 \right).
\end{aligned}$$

Die Funktion

$$- \frac{3}{4} (1 - e \cos \varepsilon) \left(\bar{W} - \frac{1}{3} \Xi \right) \left(\bar{W} + \frac{1}{9} \Xi \right)$$

enthält also Glieder zweiten, dritten und vierten Ranges. Von den Gliedern zweiten Ranges werden die Glieder dritten Grades weggelassen; unter den Gliedern dritten Ranges vernachlässigen wir die Glieder zweiten Grades; endlich wird von den Gliedern vierten Ranges nur das Glied nullten Grades und zweiter Ordnung berechnet.

Da x_1 nur Glieder ersten Grades enthält, und da $[\Xi_2]$ kein Glied nullten Grades besitzt ($\tilde{F}_{0.0}(n \cdot - n) = 0$ für $n = 0$), so können wir also setzen:

$$\begin{aligned}
& - \frac{3}{4} (1 - e \cos \varepsilon) \left(\bar{W} - \frac{1}{3} \Xi \right) \left(\bar{W} + \frac{1}{9} \Xi \right) = \\
& = - \frac{3}{4} [(y_1 \cos \varepsilon + z_1 \sin \varepsilon)^2] + \frac{1}{3} \eta y_1 (4x_1 - \eta y_1) - \frac{1}{9} (x_1 - \eta y_1) (5x_1 + \eta y_1) - \\
& - \frac{3}{2} \left[\left(\bar{W}_2 - \frac{1}{9} \Xi_2 \right) (y_1 \cos \varepsilon + z_1 \sin \varepsilon) (1 - e \cos \varepsilon) \right] - \frac{1}{3} [\bar{W}_2] (4x_1 - \eta y_1) - \\
& - \frac{3}{4} \left[\left(\bar{W}_2 - \frac{1}{3} \Xi_2 \right) \left(\bar{W}_2 + \frac{1}{9} \Xi_2 \right) \right].
\end{aligned} \tag{148}$$

Diese Funktion ist in Tafel XXXVI numerisch gegeben.

Es bleibt noch übrig die Funktion

$$\left[(1 - e \cos \varepsilon) (\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) \frac{\partial W}{\partial \vartheta} \right] \tag{149}$$

in der Gleichung (146) zu berechnen. Man bekommt für dieselbe einen ähnlichen Ausdruck wie für die Funktion (148). Doch sind die Glieder 2 bis 3 mal grösser. Daher ist die jetzt betrachtete Funktion etwas ausführlicher und in folgender Weise berechnet worden.

Den Gleichungen (130) und (144) zufolge ist

$$\theta_1 + \theta_2 + \theta_3 = \frac{1-w}{2} \{n\delta z - [n\delta z]\} - \eta w \sin \varepsilon. \quad (150)$$

Diese Funktion wird sehr einfach aus der Tafel XXXV bis auf Glieder zweiten Grades berechnet.

Der kurzperiodische Teil der Funktion $(1 - e \cos \varepsilon) \frac{\partial \bar{W}}{\partial \vartheta}$, durch die Formel

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial \vartheta} \{(1 - e \cos \varepsilon) \bar{W} - [(1 - e \cos \varepsilon) \bar{W}]\} = \\ & = \frac{\partial}{\partial \vartheta} \{(y_1 + [y_2]) \cos \varepsilon + (z_1 + [z_2]) \sin \varepsilon - 2\eta (x_1 + [x_2]) \cos \varepsilon - \\ & - \eta (y_1 + [y_2]) \cos 2\varepsilon - \eta (z_1 + [z_2]) \sin 2\varepsilon\} + \\ & + \frac{\partial}{\partial \vartheta} \{(1 - e \cos \varepsilon) \bar{W}'_2 - [(1 - e \cos \varepsilon) \bar{W}'_2]\} - \\ & - \Sigma' (n - s) \{A_{0.p.q} (n + r - n + s) + A_{1.p.q} w + A_{2.p.q} w^2 + \dots\} \sin A \end{aligned} \quad (151)$$

gegeben, kann aus den Tafeln XVII, XVIII, XIX, XXII und XXVII bis auf die wichtigsten Glieder zweiten Grades berechnet werden.

Wir schreiben nicht ausführlicher die Ausdrücke (150) und (151) aus. Durch Multiplikation findet man für die Funktion (149) die Reihe bis auf Glieder zweiten Grades, welche in Tafel XXXVII gegeben ist.

Nachdem die Tafeln XVI, XX, XXI, XXVIII, XXIX, XXXVI und XXXVII addiert und mit dem Faktor $\frac{1-w}{w}$ multipliziert worden sind, so findet man endlich für die Funktion $\Phi(\vartheta)$ zur rechten Seite der Gleichung (146) die in Tafel XXXVIII gegebene Reihe. Die Glieder zweiten Grades und dritter Ordnung, welche den Faktor $(\vartheta - \vartheta_0)^2$ enthalten, sind in dieser Tafel vernachlässigt worden, da sie erst nach 100 Jahren ein Störungsglied von 1' bis 2' verursachen können.

XXXVI. $-\frac{3}{4} \left[(1 - e \cos \epsilon) (\bar{W} - \frac{1}{3} \Xi) (\bar{W} + \frac{1}{9} \Xi) \right].$

Cosinus.		w^{-4}	w^{-3}	w^{-2}	w^{-1}		w
	—			— 0.000.000.766	+ 0.000.004.93	— 0.000.017.6	+ 0.000.052
	η^2	— 0.000.000.028	+ 0.000.000.25	— 0.000.014.3	+ 0.000.111	— 0.000.31	
	η'^2	— 0.000.000.014	+ 0.000.000.12	— 0.000.009.8	+ 0.000.102	— 0.000.32	
Δ	j^2			+ 0.000.013.9	— 0.000.101	+ 0.000.36	
$2\vartheta + 2\Delta$	$\eta \eta'$	+ 0.000.000.047	— 0.000.000.41	+ 0.000.026.2	— 0.000.216	+ 0.000.64	
$2\vartheta + \Delta$	η	+ 0.000.000.001.6	— 0.000.000.012	+ 0.000.004.41	— 0.000.036.7	+ 0.000.153	
$4\vartheta + 4\Delta$	η'	— 0.000.000.000.5	+ 0.000.000.005	— 0.000.006.42	+ 0.000.050.8	— 0.000.201	
$4\vartheta + 3\Delta$	η^2	+ 0.000.000.004	— 0.000.000.04	— 0.000.019.4	+ 0.000.127		
$4\vartheta + 2\Delta$	$\eta \eta'$	— 0.000.000.012	+ 0.000.000.11	+ 0.000.037.0	— 0.000.261		
$4\vartheta + 3\Delta - \Sigma$	η'^2	+ 0.000.000.011	— 0.000.000.09	— 0.000.025.0	+ 0.000.164		
$+(\vartheta - \vartheta_0) \sin$	j^2			+ 0.000.003.2	— 0.000.021		
$2\vartheta + 2\Delta$	η	+ 0.000.000.006.5	— 0.000.000.055	+ 0.000.004.21	— 0.000.027.7	+ 0.000.095	
$2\vartheta + \Delta$	η'	— 0.000.000.002.3	+ 0.000.000.021	— 0.000.003.05	+ 0.000.022.2	— 0.000.081	
$4\vartheta + 4\Delta$	η^2	— 0.000.000.023	+ 0.000.000.19	— 0.000.012.2	+ 0.000.088	— 0.000.30	
$4\vartheta + 3\Delta$	$\eta \eta'$	+ 0.000.000.041	— 0.000.000.35	+ 0.000.026.4	— 0.000.187	+ 0.000.63	
$4\vartheta + 2\Delta$	η'^2	— 0.000.000.012	+ 0.000.000.09	— 0.000.012.7	+ 0.000.093	— 0.000.34	
$+(\vartheta - \vartheta_0)^2 \cos$	η^2	— 0.000.000.018	+ 0.000.000.15	— 0.000.005.8	+ 0.000.039	— 0.000.14	
Δ	$\eta \eta'$	+ 0.000.000.020	— 0.000.000.18	+ 0.000.008.5	— 0.000.063	+ 0.000.24	
	η'^2	— 0.000.000.005	+ 0.000.000.05	— 0.000.003.1	+ 0.000.025	— 0.000.10	

XXXVII. $\left[(\vartheta - \vartheta_0) (1 - e \cos \epsilon) \frac{\partial W}{\partial \vartheta} \right].$

Cosinus.		w^{-4}	w^{-3}	w^{-2}	w^{-1}		w	w^2
	—		+ 0.000.000.004.2	— 0.000.001.069	+ 0.000.009.06	— 0.000.040.9	+ 0.000.137	— 0.000.42
	η^2	— 0.000.000.043	+ 0.000.000.51	— 0.000.021.2	+ 0.000.301	— 0.005.20	+ 0.030.4	
	η'^2	— 0.000.000.022	+ 0.000.000.31	— 0.000.031.5	+ 0.000.454	— 0.005.83	+ 0.041.9	
Δ	j^2			+ 0.000.018.6	— 0.000.201	+ 0.001.17	— 0.004.2	
$2\vartheta + 2\Delta$	$\eta \eta'$	+ 0.000.000.076	— 0.000.000.91	+ 0.000.057.5	— 0.000.777	+ 0.010.29	— 0.068.8	
$2\vartheta + \Delta$	η	+ 0.000.000.005.9	— 0.000.000.099	+ 0.000.010.93	— 0.000.119.1	+ 0.002.173	— 0.008.32	+ 0.022.5
$4\vartheta + 4\Delta$	η'	— 0.000.000.002.1	+ 0.000.000.098	— 0.000.014.86	+ 0.000.151.3	— 0.000.954	+ 0.004.62	— 0.019.4
$4\vartheta + 3\Delta$	η^2	— 0.000.000.032	+ 0.000.000.43	— 0.000.049.9	+ 0.000.617	— 0.013.20	+ 0.070.9	
$4\vartheta + 2\Delta$	$\eta \eta'$	+ 0.000.000.068	— 0.000.000.87	+ 0.000.134.3	— 0.001.702	+ 0.025.96	— 0.128.9	
$4\vartheta + 3\Delta - \Sigma$	η'^2	— 0.000.000.030	+ 0.000.000.39	— 0.000.095.1	+ 0.001.169	— 0.008.92	+ 0.043.9	
$+(\vartheta - \vartheta_0) \sin$	j^2			— 0.000.003.6	+ 0.000.059	— 0.000.44	+ 0.002.4	
$2\vartheta + 2\Delta$	η	+ 0.000.000.004.6	— 0.000.000.056	+ 0.000.003.03	— 0.000.022.6	+ 0.000.085		
$2\vartheta + \Delta$	η'	— 0.000.000.001.8	+ 0.000.000.040	— 0.000.002.34	+ 0.000.018.2	— 0.000.070		
$4\vartheta + 4\Delta$	η^2	— 0.000.000.032	+ 0.000.000.36	— 0.000.017.3	+ 0.000.165			
$4\vartheta + 3\Delta$	$\eta \eta'$	+ 0.000.000.053	— 0.000.000.62	+ 0.000.037.3	— 0.000.350			
$4\vartheta + 2\Delta$	η'^2	— 0.000.000.016	+ 0.000.000.23	— 0.000.018.1	+ 0.000.174			

XXXVIII.

$\Phi (\vartheta)$.

Cosinus.		w^{-6}	w^{-5}	w^{-4}	w^{-3}	w^{-2}	w^{-1}		w
	—				3.8904n	4.9694	6.6733n	7.2709	7.540n
	η^2	2.041	4.6571n	5.2718	6.1206	8.0265n	8.8376		
	η'^2	1.602	3.6812n	4.8195n	6.4742	8.1715n	8.9899		
Δ	j^2			5.1461	6.2577n	7.9832	8.7404n	9.185	
	$\eta \eta'$	2.342n	4.5011	4.5052	6.6866n	8.3694	9.1965n		
2 ϑ + 2 Δ	η	1.301	2.544n	5.1113n	7.64164	7.9765n	7.562n	8.732	
2 ϑ + Δ	η'	0.602n	2.672	5.2865	7.22089n	7.4317	8.063	8.802n	
4 ϑ + 4 Δ	η^2	1.000n	4.6484n	5.8692	8.09666n	8.4428	8.133n		
4 ϑ + 3 Δ	$\eta \eta'$	2.176	4.4609	6.2565n	8.56034	8.8051n	8.140		
4 ϑ + 2 Δ	η'^2	2.362	3.9191n	6.1031	8.42002n	8.5382	7.204n		
4 ϑ + 3 Δ — Σ	j^2			4.6812	7.1752n	7.3054	8.104		
2 ϑ + 2 Δ	η^3	2.477	3.398n	5.422	6.292n	7.4786	8.663n		
6 ϑ + 6 Δ	η^3	2.000	3.000n	5.422	6.292n	8.6335	9.436n		
2 ϑ + Δ	$\eta^2 \eta'$	2.322n	3.301	5.886n	6.719	8.5058n	9.281		
2 ϑ + 3 Δ	$\eta^2 \eta'$	2.041n	3.000	4.978n	5.892	8.0322	8.193n		
6 ϑ + 5 Δ	$\eta^2 \eta'$	2.000n	3.000	5.936n	6.780	9.2777n	0.033		
2 ϑ	$\eta \eta'^2$	1.602	2.301n	5.744	6.534n	8.3815	9.103n		
2 ϑ + 2 Δ	$\eta \eta'^2$	1.903	2.699n	5.441	6.328n	8.0913n	8.630n		
6 ϑ + 4 Δ	$\eta \eta'^2$			5.920	6.744n	9.4432	0.146n		
2 ϑ + Δ	η'^3			5.301n	6.149	8.2299n	9.015		
6 ϑ + 3 Δ	η'^3			5.301n	6.149	9.1293n	9.773		
2 ϑ + 2 Δ	$j^2 \eta$					8.5904n	9.3492	9.803n	
2 ϑ + Δ — Σ	$j^2 \eta$			4.505	5.415n	8.1011	8.873n		
6 ϑ + 5 Δ — Σ	$j^2 \eta$			4.505	5.415n	8.0569	8.929n		
2 ϑ + Δ	$j^2 \eta'$					8.5589	9.325n		
2 ϑ + 2 Δ — Σ	$j^2 \eta'$			4.041n	5.000	6.8976n	8.182		
6 ϑ + 4 Δ — Σ	$j^2 \eta'$			4.041n	5.000	8.2695n	9.104		
+ $(\vartheta - \frac{1}{2} c + c'_0) \sin$									
2 ϑ + 2 Δ	η		1.813n	2.580	4.591n	5.330	5.672n		
2 ϑ + Δ	η'		1.362	1.699n	4.444	5.223n	5.653		
4 ϑ + 4 Δ	η^2		2.708	3.602n	5.336	6.173n			
4 ϑ + 3 Δ	$\eta \eta'$		2.903n	3.740	5.683n	6.508			
Δ	$\eta \eta'$		2.322	3.279n					
4 ϑ + 2 Δ	η'^2		2.301	3.146n	5.373	6.210n			

Die Integration der Differentialgleichung (146), die wir auch in der Form

$$\frac{d\vartheta}{d\left(\frac{w}{2}\varepsilon - [n'\delta z']\right)} = 1 + \Phi(\vartheta) + \Phi(\vartheta) \frac{d[n'\delta z']}{d\left(\frac{w}{2}\varepsilon - [n'\delta z']\right)} \quad (152)$$

schreiben können, wird am besten für jeden einzelnen Planeten ausgeführt.

Das letzte Glied in der betrachteten Gleichung kann immer vernachlässigt werden.

Wir bekommen also

$$\left. \begin{aligned} & \frac{d\vartheta}{d\left(\frac{w}{2}\varepsilon - [n'\delta z']\right)} = 1 + \Phi(\vartheta) = \\ & = (1 + \sigma) \{1 + A_2 \cos 2\vartheta + B_2 \sin 2\vartheta + A_4 \cos 4\vartheta + B_4 \sin 4\vartheta + A_6 \cos 6\vartheta + B_6 \sin 6\vartheta \\ & \quad + (\vartheta - \vartheta_0) (b_0 + a_2 \sin 2\vartheta + b_2 \cos 2\vartheta + a_4 \sin 4\vartheta + b_4 \cos 4\vartheta)\}, \end{aligned} \right\} (153)$$

welche Gleichung wir auch in der Form

$$\begin{aligned} & d\left(\frac{w}{2}\varepsilon - [n'\delta z']\right) = \frac{1}{1 + \Phi(\vartheta)} d\vartheta = \\ & = d\vartheta \cdot \frac{1 + \frac{1}{2}A_2^2 + \frac{1}{2}B_2^2}{1 + \sigma} \left[1 + \left\{ -A_2 + A_2 A_4 + B_2 B_4 - \frac{1}{4}A_2(A_2^2 + B_2^2) \right\} \cos 2\vartheta \right. \\ & \quad + \left\{ -B_2 + A_2 B_4 - B_2 A_4 - \frac{1}{4}B_2(A_2^2 + B_2^2) \right\} \sin 2\vartheta \\ & \quad + \left\{ -A_4 + \frac{1}{2}A_2^2 - \frac{1}{2}B_2^2 \right\} \cos 4\vartheta \\ & \quad + \left\{ -B_4 + A_2 B_2 \right\} \sin 4\vartheta \\ & \quad + \left\{ -A_6 + A_2 A_4 - B_2 B_4 + \frac{1}{4}A_2(3B_2^2 - A_2^2) \right\} \cos 6\vartheta \\ & \quad + \left\{ -B_6 + A_2 B_4 + B_2 A_4 - \frac{1}{4}B_2(3A_2^2 - B_2^2) \right\} \sin 6\vartheta + \\ & \quad \left. + (\vartheta - \vartheta_0) \{ (A_2 b_2 + B_2 a_2 - b_0) - a_2 \sin 2\vartheta - b_2 \cos 2\vartheta + (A_2 a_2 + B_2 b_2 - a_4) \sin 4\vartheta + (A_2 b_2 - B_2 a_2 - b_4) \cos 4\vartheta \} \right] \end{aligned}$$

schreiben können. Diese Gleichung, mit

$$\frac{1 + \sigma}{1 + \frac{1}{2}A_2^2 + \frac{1}{2}B_2^2}$$

multipliziert, giebt nach Integration und zweckmässiger Wahl der Integrationskonstante die Relation

$$\begin{aligned}
 \zeta = \vartheta + \frac{1}{2} & \left\{ -A_2 + A_2 A_4 + B_2 B_4 - \frac{1}{4} A_2 (A_2^2 + B_2^2) - \frac{1}{2} a_2 \right\} \sin 2\vartheta \\
 & - \frac{1}{2} \left\{ -B_2 + A_2 B_4 - B_2 A_4 - \frac{1}{4} B_2 (A_2^2 + B_2^2) + \frac{1}{2} b_2 \right\} \cos 2\vartheta \\
 & + \frac{1}{4} \left\{ -A_4 + \frac{1}{2} A_2^2 - \frac{1}{2} B_2^2 \right\} \sin 4\vartheta \\
 & - \frac{1}{4} \left\{ -B_4 + A_2 B_2 \right\} \cos 4\vartheta \\
 & + \frac{1}{6} \left\{ -A_6 + A_2 A_4 - B_2 B_4 + \frac{1}{4} A_2 (3B_2^2 - A_2^2) \right\} \sin 6\vartheta \\
 & - \frac{1}{6} \left\{ -B_6 + A_2 B_4 + B_2 A_4 - \frac{1}{4} B_2 (3A_2^2 - B_2^2) \right\} \cos 6\vartheta \\
 & + (\vartheta - \vartheta_0) \left\{ \frac{1}{2} a_2 \cos 2\vartheta - \frac{1}{2} b_2 \sin 2\vartheta - \frac{1}{4} (A_2 a_2 + B_2 b_2 - a_4) \cos 4\vartheta + \right. \\
 & \quad \left. + \frac{1}{4} (A_2 b_2 - B_2 a_2 - b_4) \sin 4\vartheta \right\} \\
 & + \frac{1}{2} (\vartheta - \vartheta_0)^2 (A_2 b_2 + B_2 a_2 - b_0),
 \end{aligned} \tag{154}$$

wo

$$\zeta = \frac{1 + \sigma}{1 + \frac{1}{2} (A_2^2 + B_2^2)} \left(\frac{w}{2} \varepsilon - [n' \delta z'] \right) + \frac{n'}{n} c - c' \tag{155}$$

gesetzt worden ist.

Nach Auflösung der Relation (156) findet man

$$\begin{aligned}
 \vartheta = \zeta + A_2' \sin 2\zeta + B_2' \cos 2\zeta + A_4' \sin 4\zeta + B_4' \cos 4\zeta + A_6' \sin 6\zeta + B_6' \cos 6\zeta + \\
 + \left(\zeta - \frac{1}{2} c + c' \right) \left\{ -\frac{1}{2} a_2 \cos 2\zeta + \frac{1}{2} b_2 \sin 2\zeta - \frac{1}{4} (a_4 + A_2 a_2 + B_2 b_2) \cos 4\zeta + \right. \\
 \quad \left. + \frac{1}{4} (b_4 + A_2 b_2 - B_2 a_2) \sin 4\zeta \right\} \\
 + \frac{1}{2} \left(\zeta - \frac{1}{2} c + c' \right)^2 \cdot (b_0 - A_2 b_2 - B_2 a_2)
 \end{aligned} \tag{156}$$

mit den Bezeichnungen

$$\begin{aligned}
 A_2' &= \frac{1}{2} A_2 - \frac{5}{8} (A_2 A_4 + B_2 B_4) + \frac{1}{8} A_2 (A_2^2 + B_2^2) + \frac{1}{4} a_2 \\
 B_2' &= -\frac{1}{2} B_2 + \frac{5}{8} (A_2 B_4 - B_2 A_4) - \frac{1}{8} B_2 (A_2^2 + B_2^2) + \frac{1}{4} b_2 \\
 A_4' &= \frac{1}{4} A_4 + \frac{1}{8} (A_2^2 - B_2^2) \\
 B_4' &= -\frac{1}{4} B_4 - \frac{1}{4} A_2 B_2 \\
 A_6' &= \frac{1}{6} A_6 + \frac{5}{24} (A_2 A_4 - B_2 B_4) - \frac{1}{24} A_2 (3B_2^2 - A_2^2) \\
 B_6' &= -\frac{1}{6} B_6 - \frac{5}{24} (A_2 B_4 + B_2 A_4) - \frac{1}{24} B_2 (3A_2^2 - B_2^2).
 \end{aligned} \tag{157}$$

Für die in der Formel (145) vorkommende Funktion $[n\delta z]$ bekommen wir endlich den Ausdruck

$$[n\delta z] = [n\delta z]_1 + \frac{2}{1-w} \frac{\sigma - \frac{1}{2}(A_2^2 + B_2^2)}{1 + \frac{1}{2}(A_2^2 + B_2^2)} \left(\frac{w}{2} \varepsilon - [n'\delta z'] \right), \quad (159)$$

wo

$$\left. \begin{aligned} [n\delta z]_1 = & S_2 \sin 2\zeta + C_2 \cos 2\zeta + S_4 \sin 4\zeta + C_4 \cos 4\zeta + S_6 \sin 6\zeta + C_6 \cos 6\zeta \\ & + (\varepsilon - c) \{ S_2' \sin 2\zeta + C_2' \cos 2\zeta + S_4' \sin 4\zeta + C_4' \cos 4\zeta \} + (\varepsilon - c)^2 C_0'' \end{aligned} \right\} (160)$$

und die folgenden Bezeichnungen zur Anwendung kommen:

$$\left. \begin{aligned} S_2 &= \frac{1}{(1-w) \sin 1''} \left\{ A_2 - \frac{5}{4}(A_2 A_4 + B_2 B_4) + \frac{1}{4} A_2 (A_2^2 + B_2^2) + \frac{1}{2} a_2 \right\} \\ C_2 &= \frac{1}{(1-w) \sin 1''} \left\{ -B_2 + \frac{5}{4}(A_2 B_4 - B_2 A_4) - \frac{1}{4} B_2 (A_2^2 + B_2^2) + \frac{1}{2} b_2 \right\} \\ S_4 &= \frac{1}{(1-w) \sin 1''} \left\{ \frac{1}{2} A_4 + \frac{1}{4} (A_2^2 - B_2^2) \right\} \\ C_4 &= \frac{1}{(1-w) \sin 1''} \left\{ -\frac{1}{2} B_4 - \frac{1}{2} A_2 B_2 \right\} \\ S_6 &= \frac{1}{(1-w) \sin 1''} \left\{ \frac{1}{3} A_6 + \frac{5}{12}(A_2 A_4 - B_2 B_4) - \frac{1}{12} A_2 (3B_2^2 - A_2^2) \right\} \\ C_6 &= \frac{1}{(1-w) \sin 1''} \left\{ -\frac{1}{3} B_6 - \frac{5}{12}(A_2 B_4 + B_2 A_4) - \frac{1}{12} B_2 (3A_2^2 - B_2^2) \right\} \\ S_2' &= \frac{1}{(1-w) \sin 1''} \cdot b_2 \cdot \frac{w}{2} \\ C_2' &= -\frac{1}{(1-w) \sin 1''} \cdot a_2 \cdot \frac{w}{2} \\ S_4' &= \frac{1}{(1-w) \sin 1''} \cdot \frac{1}{2} (b_4 + A_2 b_2 - B_2 a_2) \cdot \frac{w}{2} \\ C_4' &= -\frac{1}{(1-w) \sin 1''} \cdot \frac{1}{2} (a_4 + A_2 a_2 + B_2 b_2) \cdot \frac{w}{2} \\ C_0'' &= \frac{1}{(1-w) \sin 1''} \{ b_0 - A_2 b_2 - B_2 a_2 \} \cdot \frac{w^2}{4}. \end{aligned} \right\} (161)$$

Das in der Formel (125) vorkommende Argument \mathfrak{S} wird zufolge der Relationen (145), (159) und (155) durch die Gleichung

$$\mathfrak{S} = \frac{1-w}{2} [n\delta z]_1 + \zeta \quad (162)$$

gegeben.

6. Störungen des Radius-vector.

Für die Störungsgrösse v gilt, zufolge (36), die Gleichung

$$\begin{aligned}
 v &= -\frac{1}{2} \bar{W} - \frac{1}{6} \Xi + \frac{1}{4} \bar{W}^2 + \dots \\
 &= -\frac{1}{2} (x_1 + y_1 \cos \varepsilon + z_1 \sin \varepsilon) - \frac{1}{6} (x_1 + 2\eta y_1) \\
 &\quad - \frac{1}{2} \bar{W}'_2 - \frac{1}{6} \Xi'_2 \\
 &\quad - \frac{1}{2} ([x_2] + [y_2] \cos \varepsilon + [z_2] \sin \varepsilon) - \frac{1}{6} ([x_2] + 2\eta [y_2]) \\
 &\quad + \sum N'_{p \cdot q} (n+r \cdot -n+s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \cos A \\
 &\quad + \frac{1}{4} (y_1 \cos \varepsilon + z_1 \sin \varepsilon)^2 + \frac{1}{2} x_1 (y_1 \cos \varepsilon + z_1 \sin \varepsilon),
 \end{aligned} \tag{163}$$

wo die Koeffizienten $N'_{p \cdot q}$ durch die Relation

$$\begin{aligned}
 N'_{p \cdot q} (n+r \cdot -n+s) &= -\frac{1}{2} \bar{A}_{p \cdot q} (n+r \cdot -n+s) - \\
 -\frac{1}{6} \{ \tilde{F}_{p \cdot q} (n+r \cdot -n+s) + 2\eta \tilde{G}_{p-1 \cdot q} (n+r-1 \cdot -n+s) + 2\eta \tilde{H}_{p-1 \cdot q} (n+r+1 \cdot -n+s) \}
 \end{aligned} \tag{164}$$

aus den in den Tafeln XXIII—XXVI gegebenen Grössen $\bar{A}_{p \cdot q}$, $\tilde{F}_{p \cdot q}$, $\tilde{G}_{p \cdot q}$, $\tilde{H}_{p \cdot q}$ zu bestimmen sind.

Im Ausdruck (163) kommt das Argument θ vor. Damit die Funktion v eine Gestalt annimmt, die der Form von $n\delta z$ ähnlicher ist, so wollen wir anstatt θ in Formel (163) das Argument ϑ einführen. Diese Transformation wird in der Weise ausgeführt, dass theils ϑ anstatt θ im Ausdruck (163) geschrieben wird, theils das Glied

$$\begin{aligned}
 \delta v &= \frac{\partial v}{\partial \vartheta} \left\{ \frac{1}{2} (n\delta z - [n\delta z]) - \eta w \sin \varepsilon \right\} \\
 &= \frac{1}{2} \left\{ y_1 \sin \varepsilon - z_1 \cos \varepsilon + \frac{\eta}{2} (-y_1 \sin 2\varepsilon + z_1 \cos 2\varepsilon) - 2\eta w \sin \varepsilon \right\} \\
 &\quad \frac{\partial}{\partial \vartheta} \left\{ -\frac{1}{2} (y_1 \cos \varepsilon + z_1 \sin \varepsilon) - \frac{2}{3} x_1 - \frac{1}{3} \eta y_1 \right\}
 \end{aligned}$$

zu demselben Ausdruck addiert wird.

Nun findet man durch Rechnung die Identität

$$\delta v \equiv + \frac{1}{2} \bar{W}_2' + \frac{1}{6} \Xi_2',$$

woraus folgt, dass v , in ε und ϑ ausgedrückt, die folgende Form bekommt:

$$\left. \begin{aligned} v = & -\frac{1}{2} \bar{u}_1 - \frac{2}{3} x_1 - \frac{1}{3} \eta y_1 \\ & + \Sigma N'_{p \cdot q} (n + r \cdot - n + s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \cos A' \\ & - \frac{1}{2} u_2 - \frac{2}{3} [x_2] - \frac{1}{3} \eta [y_2] \\ & + \frac{1}{4} (\bar{u}_1)^2 + \frac{1}{2} x_1 \bar{u}_1. \end{aligned} \right\} \quad (165)$$

Das Glied $-\frac{1}{2} \bar{u}_1$ wird leicht aus der Tafel XVIII erhalten.

Die Funktion $-\frac{2}{3} x_1 - \frac{1}{3} \eta y_1$, mit Hülfe der Tafeln XVII und XVIII berechnet, wird in folgender Tafel gegeben:

XXXIX. $-\frac{2}{3} x_1 - \frac{1}{3} \eta y_1.$

Cosinus.		w^{-3}	w^{-2}	w^{-1}		w
$2\vartheta + 2\Delta$	η			- 884.7	+ 2222"	- 2200"
$2\vartheta + \Delta$	η'			+ 212.1	- 720	+ 1040
-	η^2	+ 0.63	- 3.2	+ 7		
$4\vartheta + 4\Delta$	η^2	+ 0.95	- 4.8	+ 2526	- 9990	+ 16800
Δ	$\eta \eta'$	- 0.45	+ 2.7	- 7		
$4\vartheta + 3\Delta$	$\eta \eta'$	- 0.57	+ 2.3	- 6154	+ 20350	- 28400
-	η'^2	+ 0.08	- 0.5	+ 2		
$4\vartheta + 2\Delta$	η'^2	+ 0.08	- 0.3	+ 3560	- 9450	+ 10700
$4\vartheta + 3\Delta - \Sigma$	j^2			+ 203	- 990	+ 2300
$2\vartheta + 2\Delta$	η^3			- 1860	+ 11900	
$6\vartheta + 6\Delta$	η^3			- 8860	+ 47400	
$2\vartheta + \Delta$	$\eta^2 \eta'$			+ 4730	- 22600	
$2\vartheta + 3\Delta$	$\eta^2 \eta'$			- 2980	+ 1300	
$6\vartheta + 5\Delta$	$\eta^2 \eta'$			+ 34580	- 163200	
2ϑ	$\eta \eta'^2$			- 1740	+ 7000	
$2\vartheta + 2\Delta$	$\eta \eta'^2$			+ 2580	+ 11400	
$6\vartheta + 4\Delta$	$\eta \eta'^2$			- 44470	+ 180300	
$2\vartheta + \Delta$	η'^3			+ 2320	- 11900	
$6\vartheta + 3\Delta$	η'^3			+ 18510	- 63000	
$2\vartheta + 2\Delta$	$j^2 \eta$			+ 8030	- 38000	
$2\vartheta + \Delta - \Sigma$	$j^2 \eta$			- 860	+ 4300	
$6\vartheta + 5\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta$			- 1820	+ 11800	
$2\vartheta + \Delta$	$j^2 \eta'$			- 4980	+ 24100	
$2\vartheta + 2\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta'$			+ 110	- 2000	
$6\vartheta + 4\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta'$			+ 2570	- 14800	
$+ (\vartheta - \vartheta_0) \sin \Delta$	$\eta \eta'$	+ 0.45	- 2.7	+ 576	- 2420	+ 4900

Die folgende Tafel giebt eine Zusammenstellung der Grössen $N'_{p,q}$.

XL.

	$n = 0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N'_{0,0}(n \cdot -n)$	+ 43".1	+ 162".4	+ 164".2	- 145".0	- 38".0	- 13".8	- 5".8	- 2".7	- 1".3	- 0".6	- 0".3
$N'_{1,0}(n+1 \cdot -n)$	- 70	+ 217	+ 41	+ 2	- 5	- 5	- 4	- 3	- 2	- 1	- 1
$N'_{1,0}(n-1 \cdot -n)$	- 70	- 157	- 612	- 3738	- 952	+ 930	+ 277	+ 113	+ 53	+ 25	+ 14
$N'_{0,1}(n \cdot -n+1)$	+ 256	+ 114	+ 32	+ 62	+ 43	+ 27	+ 17	+ 10	+ 6	+ 4	+ 2
$N'_{0,1}(n \cdot -n-1)$	+ 256	+ 434	+ 4868	+ 1375	- 1451	- 448	- 188	- 90	- 46	- 25	- 14
$N'_{2,0}(n+2 \cdot -n)$	- 110	- 70	- 20	- 10	0	0	0	0	0	0	0
$N'_{2,0}(n \cdot -n)$	+ 570	+ 2820	+ 350	+ 20	+ 230	+ 200	+ 150	+ 100	+ 70	+ 50	+ 30
$N'_{2,0}(n-2 \cdot -n)$	- 110	- 660	- 1100	- 6820	+ 2920	+ 19320	+ 5060	- 5140	- 1630	- 710	- 350
$N'_{1,1}(n+1 \cdot -n+1)$	+ 870	+ 390	+ 110	+ 40	+ 20	+ 20	+ 10	+ 10	+ 10	+ 10	0
$N'_{1,1}(n-1 \cdot -n+1)$	- 1540	- 1290	- 380	+ 1000	- 1990	- 970	- 560	- 340	- 210	- 130	- 80
$N'_{1,1}(n+1 \cdot -n-1)$	- 1540	- 1010	+ 600	- 110	- 210	- 180	- 140	- 100	- 70	- 50	- 30
$N'_{1,1}(n-1 \cdot -n-1)$	+ 870	- 90	+ 12170	- 8050	- 53210	- 14750	+ 15810	+ 5160	+ 2310	+ 1170	+ 640
$N'_{0,2}(n \cdot -n+2)$	+ 200	- 800	- 160	- 50	- 30	- 20	- 20	- 10	- 10	- 10	- 10
$N'_{0,2}(n \cdot -n)$	+ 870	+ 3240	- 710	+ 2210	+ 1280	+ 810	+ 520	+ 330	+ 210	+ 140	+ 90
$N'_{0,2}(n \cdot -n-2)$	+ 200	+ 330	+ 5310	+ 36040	+ 10690	- 12170	- 4110	- 1880	- 980	- 540	- 310
$N'_{0,0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\sigma}$	- 410	- 420	- 210	- 110	- 60	- 40	- 20	- 10	- 10	0	0
$N'_{0,0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\sigma}$	- 410	+ 220	+ 260	+ 640	+ 1810	+ 390	- 410	- 120	- 50	20	- 10
$N'_{0,0}(n+1 \cdot -n-1)_{+\delta}$	- 960	- 790	+ 1070	+ 350	+ 160	+ 70	+ 40	+ 20	+ 10	+ 10	0
$N'_{0,0}(n-1 \cdot -n+1)_{-\delta}$	- 960	- 870	- 1780	- 460	+ 640	+ 200	+ 80	+ 40	+ 20	+ 10	+ 10
$N'_{0,0}(n \cdot -n)$	- 128	- 522	- 570	+ 1060	+ 266	+ 101	+ 45	+ 22	+ 12	+ 6	+ 3
$N'_{1,0}(n+1 \cdot -n)$	+ 240	- 1090	- 210	- 240	- 40	0	+ 10	+ 20	+ 10	+ 10	+ 10
$N'_{1,0}(n-1 \cdot -n)$	+ 240	+ 1160	+ 1140	+ 14380	+ 5810	- 10870	- 2800	- 1130	- 540	- 280	- 160
$N'_{0,1}(n \cdot -n+1)$	- 1110	- 460	+ 230	- 200	- 210	- 160	- 110	- 70	- 50	- 30	- 20
$N'_{0,1}(n \cdot -n-1)$	- 1110	- 1520	- 14030	- 7310	+ 15730	+ 4220	+ 1730	+ 850	+ 450	+ 250	+ 150
$N'_{2,0}(n+2 \cdot -n)$	+ 600	+ 600	+ 200	+ 100	00	00	00	00	00	00	00
$N'_{2,0}(n \cdot -n)$	- 3100	- 13600	- 3300	- 4700	- 1800	+ 800	- 400	- 500	- 500	- 400	- 400
$N'_{2,0}(n-2 \cdot -n)$	+ 600	+ 2900	+ 1200	+ 12200	- 3200	- 112400	- 44100	+ 82600	+ 21600	+ 9000	
$N'_{1,1}(n+1 \cdot -n+1)$	- 3200	- 2200	- 800	- 200	- 100	- 100	- 100	- 100	- 100	00	
$N'_{1,1}(n-1 \cdot -n+1)$	+ 6600	+ 7000	+ 8400	- 2500	+ 14100	+ 7100	+ 4300	+ 2800	+ 1900	+ 1300	
$N'_{1,1}(n+1 \cdot -n-1)$	+ 6600	+ 5700	+ 1300	+ 800	- 2200	+ 100	+ 600	+ 700	+ 500	+ 400	
$N'_{1,1}(n-1 \cdot -n-1)$	- 3200	+ 1300	+ 900	+ 7500	+ 258800	+ 116900	- 240500	- 64200	- 27300	- 13900	
$N'_{0,2}(n \cdot -n+2)$	- 800	+ 3000	+ 1000	+ 300	+ 200	+ 100	+ 100	+ 100	+ 100	+ 100	
$N'_{0,2}(n \cdot -n)$	- 4260	- 15300	+ 100	- 12900	- 8000	- 5500	- 3800	- 2700	- 1900	- 1400	
$N'_{0,2}(n \cdot -n-2)$	- 800	- 12700	- 4200	- 138500	- 76300	+ 174700	+ 47700	+ 20700	+ 10700	+ 6100	
$N'_{0,0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\sigma}$	+ 1500	+ 1900	+ 1200	+ 700	+ 400	+ 300	+ 200	+ 100	+ 100	00	
$N'_{0,0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\sigma}$	+ 1500	- 1000	- 4900	- 2800	- 10000	- 3600	+ 6800	+ 1600	+ 600	+ 300	
$N'_{0,0}(n+1 \cdot -n-1)_{+\delta}$	+ 4300	+ 4000	- 9500	- 2900	- 1300	- 700	- 400	- 200	- 100	- 100	
$N'_{0,0}(n-1 \cdot -n+1)_{-\delta}$	+ 4300	+ 4300	+ 8200	+ 2800	- 6300	- 1900	- 800	- 400	- 200	- 100	
$N'_{0,0}(n \cdot -n)$	+ 170	+ 830	+ 950	- 4460	- 970	- 370	- 180	- 90	- 50	- 30	- 20
$N'_{1,0}(n+1 \cdot -n)$	- 400	+ 3000	+ 700	+ 1700	+ 500	+ 100	00	00	00	00	
$N'_{1,0}(n-1 \cdot -n)$	- 400	- 3600	- 1700	- 58400	- 18500	+ 75500	+ 15300	+ 5800	+ 2800	+ 1500	
$N'_{0,1}(n \cdot -n+1)$	+ 2600	+ 900	- 1500	+ 100	+ 400	+ 400	+ 300	+ 300	+ 200	+ 100	
$N'_{0,1}(n \cdot -n-1)$	+ 2600	+ 3000	+ 60800	+ 20900	- 103800	- 21300	- 8300	- 4100	- 2220	- 1300	

Faktor w.

Faktor w².

Die zwei letzten Zeilen in Formel (165) werden endlich in den Tafeln XLI und XLII gegeben. Bei der Berechnung derselben sind die Tafeln XXI, XXII, XVII und XVIII in Anwendung gekommen.

$$\text{XLI.} \quad -\frac{1}{2}\bar{w}_2 - \frac{2}{3}[x_2] - \frac{1}{3}\eta[y_2].$$

Cosinus.		w^{-2}	w^{-1}		w
$\varepsilon + 2\vartheta + 2\Delta$	—	+ 0."3069	— 2.'038	+ 4."96	
$\varepsilon + 4\vartheta + 4\Delta$	η	— 1.419	+ 10.89	— 84	+ 320"
$2\vartheta + 2\Delta$	η	+ 3.056	— 19.87	+ 227.5	— 448
$\varepsilon + 4\vartheta + 3\Delta$	η'	+ 2.155	— 15.32		
$2\vartheta + \Delta$	η'	— 3.637	+ 21.30		
+ ($\vartheta - \vartheta_0$) sin					
ε	η	— 0.498	— 5.26		
$\varepsilon + 4\vartheta + 4\Delta$	η	— 0.402	+ 2.80		
$2\vartheta + 2\Delta$	η	+ 1.130	— 6.88		
$\varepsilon + \Delta$	η'	— 1.628	+ 14.00		
$\varepsilon + 4\vartheta + 3\Delta$	η'	+ 0.296	— 2.22		
$2\vartheta + \Delta$	η'	— 0.828	+ 5.53		

$$\text{XLII.} \quad \frac{1}{4}\bar{w}_1^3 + \frac{1}{2}x_1\bar{w}_1.$$

Cosinus.		w^{-2}	w^{-1}		w
—	—	+ 0."0527	— 0."265	+ 0."59	
$2\varepsilon + 4\vartheta + 4\Delta$	—	+ 0.0527	— 0.265	+ 0.59	
ε	η	+ 0.422	— 2.12		
$\varepsilon + 4\vartheta + 4\Delta$	η	+ 0.422	— 2.12		
$2\vartheta + 2\Delta$	η	— 0.303	+ 1.94		
$2\varepsilon + 6\vartheta + 6\Delta$	η	— 0.303	+ 1.94		
$\varepsilon + \Delta$	η'	— 0.114	+ 0.68		
$\varepsilon + 4\vartheta + 3\Delta$	η'	— 0.114	+ 0.68		
$2\vartheta + \Delta$	η'	+ 0.441	— 2.56		
$2\varepsilon + 6\vartheta + 5\Delta$	η'	+ 0.441	— 2.56		
+ ($\vartheta - \vartheta_0$) sin					
$2\vartheta + 2\Delta$	η	— 0.287	+ 1.71		
$2\varepsilon + 2\vartheta + 2\Delta$	η	+ 0.287	— 1.71		
$2\vartheta + \Delta$	η'	+ 0.208	— 1.38		
$2\varepsilon + 2\vartheta + 3\Delta$	η'	— 0.208	+ 1.38		

Nachdem die einzelnen Glieder im Ausdruck (165) berechnet worden sind, so bekommen wir für die Funktion v den in Tafel XLIII gegebenen Ausdruck.

XLIII.

v.

Cosinus.		w^{-3}	w^{-2}	w^{-1}		w	w^2
	$j^2 \eta^2$	9.799	8.724 0.505 n	9.415 n 0.845	1.640 2.756 2.940 n	2.107 n 3.491 n 3.633	2.230
$\frac{1}{2}\epsilon + \vartheta + \Delta$	$j^2 \eta^2$				2.2106	2.718 n	2.919
»					3.450	4.133 n	
»					3.568 n	4.225	
$\epsilon + 2\vartheta + \Delta$	$\eta \eta'$	0.444	1.215 n	3.057	3.823 n	3.756	
$\epsilon + 2\vartheta + 2\Delta$			9.4871	2.1746 n	2.7320	2.971 n	2.978
»	η^2	0.344 n	1.152	2.689 n	3.608	3.518 n	
»	$j^2 \eta^2$			3.1265	3.880 n	4.346	
$\epsilon + 2\vartheta + 3\Delta$	$\eta \eta'$	9.978	0.832 n	2.873 n	3.127	3.398 n	
$\frac{3}{2}\epsilon + 3\vartheta + 3\Delta$					2.1614 n	3.025	3.649 n
»	j^2				3.233	4.199 n	
$2\epsilon + 4\vartheta + 4\Delta$			8.724	9.415 n	1.573 n	2.425	2.987 n
$\frac{5}{2}\epsilon + 5\vartheta + 5\Delta$					1.140 n	2.004	2.568 n
$\frac{3}{2}\epsilon + \vartheta + \Delta$	η				2.336	3.037 n	3.477
$-\epsilon$	η		9.623	0.322 n	2.146 n	2.681	2.903 n
$-\frac{1}{2}\epsilon + \vartheta$	η'				2.709	3.346 n	3.716
$-\frac{1}{2}\epsilon + \vartheta + \Delta$	η				2.196 n	3.064	3.556 n
$2\vartheta + \Delta$	η'		0.505 n	2.363	2.456 n	2.681 n	
»	$\eta^2 \eta'$			3.675	4.354 n		
»	$j^2 \eta'$			3.697 n	4.382		
$2\vartheta + 2\Delta$	η	0.4393		2.9555 n	3.2641	3.179 n	
»	η^3			3.270 n	4.075		
»	$j^2 \eta$			3.905	4.580 n		
$2\vartheta + 3\Delta$	$\eta^2 \eta'$			3.474 n	3.114		
$2\vartheta + \Delta - \Sigma$	$j^2 \eta$			2.934 n	3.633		
$\frac{1}{2}\epsilon + 3\vartheta + 2\Delta$	η'				3.6873	4.147 n	4.784
$\frac{1}{2}\epsilon + 3\vartheta + 3\Delta$	η				3.5727 n	4.158	4.766 n
$\epsilon + 4\vartheta + 3\Delta$	η'	8.756 n	0.377	2.7996 n	3.533	4.006 n	4.320
»	$j^2 \eta'$			3.942	4.697 n		
$\epsilon + 4\vartheta + 4\Delta$	η	9.1987	0.2529 n	2.6338	3.4314 n	3.950	4.267 n
»	η^3			3.107 n	3.041 n		
»	$\eta \eta'^2$			4.115 n	4.554		
»	$j^2 \eta$			3.851 n	4.643		
$\epsilon + 4\vartheta + 5\Delta$	$\eta^2 \eta'$			3.757	4.324 n		
$\epsilon + 4\vartheta + 3\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta$			3.000	3.863 n		
$\frac{3}{2}\epsilon + 5\vartheta + 4\Delta$	η'				3.162 n	4.197	5.016 n
$\frac{3}{2}\epsilon + 5\vartheta + 5\Delta$	η				2.968	4.036 n	4.878
$2\epsilon + 6\vartheta + 5\Delta$	η'		9.643	0.415 n	2.651 n	3.625	4.328 n
$2\epsilon + 6\vartheta + 6\Delta$	η		9.477 n	0.279	2.442	3.447 n	4.185
$\frac{5}{2}\epsilon + 7\vartheta + 6\Delta$	η'				2.274 n	3.238	3.919 n
$\frac{5}{2}\epsilon + 7\vartheta + 7\Delta$	η				2.053	3.053 n	3.763

		w^{-3}	w^{-2}	w^{-1}		w	w^2
$-\epsilon + 2\vartheta$	η'^2	0.305	1.029n	2.912	3.497n	3.204n	
$-\epsilon + 2\vartheta + \Delta$	$\eta \eta'$	0.490n	1.265	3.015n	3.716	3.114	
$-\epsilon + 2\vartheta + 2\Delta$	η^2	0.117	0.924n	2.297n	3.265n	3.079	
$-\epsilon + 2\vartheta + \Delta - \Sigma$	j^2	9.041	9.903n	2.636	3.281n	3.000n	
$-\frac{1}{2}\epsilon + 3\vartheta + 3\Delta$	η^2				3.834n	4.086	
$-\frac{1}{2}\epsilon + 3\vartheta + 2\Delta$	$\eta \eta'$				4.085	2.954	
$4\vartheta + 2\Delta$	η'^2	8.903	9.477n	3.551	3.617n	3.813	
$4\vartheta + 3\Delta$	$\eta \eta'$	9.756n	0.362	3.7892n	4.090	4.320n	
$4\vartheta + 4\Delta$	η^2	9.978	0.681n	3.4024	3.849n	4.133	
$4\vartheta + 3\Delta - \Sigma$	j^2			2.307	2.544n	2.699n	
$\frac{1}{2}\epsilon + 5\vartheta + 3\Delta$	η'^2				4.557	5.142n	
$\frac{1}{2}\epsilon + 5\vartheta + 4\Delta$	$\eta \eta'$				4.726n	5.413	
$\frac{1}{2}\epsilon + 5\vartheta + 5\Delta$	η^2				4.286	5.051n	
$\frac{1}{2}\epsilon + 5\vartheta + 4\Delta - \Sigma$	j^2				3.258	4.000n	
$\epsilon + 6\vartheta + 4\Delta$	η'^2	9.978n	0.732	3.502n	4.372	4.882n	
$\epsilon + 6\vartheta + 5\Delta$	$\eta \eta'$	0.295	1.072n	3.6364	4.546n	5.201	
$\epsilon + 6\vartheta + 6\Delta$	η^2	9.954n	0.763	3.1673n	4.112	4.785n	
$\epsilon + 6\vartheta + 5\Delta - \Sigma$	j^2	8.477n	9.477	2.114n	3.086	3.556n	
$\frac{3}{2}\epsilon + 7\vartheta + 5\Delta$	η'^2				4.085n	5.242	
$\frac{3}{2}\epsilon + 7\vartheta + 6\Delta$	$\eta \eta'$				4.199	5.381n	
$\frac{3}{2}\epsilon + 7\vartheta + 7\Delta$	η^2				3.711n	4.917	
$6\vartheta + 3\Delta$	η'^3			4.267	4.799n		
$6\vartheta + 4\Delta$	$\eta \eta'^2$			4.648n	5.256		
$6\vartheta + 5\Delta$	$\eta^2 \eta'$			4.539	5.213n		
$6\vartheta + 6\Delta$	η^3			3.947n	4.676		
$6\vartheta + 4\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta'$			3.410	4.170n		
$6\vartheta + 5\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta$			3.260n	4.072		
$\epsilon + 8\vartheta + 5\Delta$	η'^3			4.255n	4.935		
$\epsilon + 8\vartheta + 6\Delta$	$\eta \eta'^2$			4.566	5.301n		
$\epsilon + 8\vartheta + 7\Delta$	$\eta^2 \eta'$			4.398n	5.183		
$\epsilon + 8\vartheta + 8\Delta$	η^3			3.752	4.582n		
$\epsilon + 8\vartheta + 6\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta'$			3.283n	4.146		
$\epsilon + 8\vartheta + 7\Delta - \Sigma$	$j^2 \eta$			3.075	3.973n		
$(\vartheta - \frac{1}{2}c + c') \sin$							
$\epsilon - \Delta$	$\eta^2 \eta'$	1.255	2.149n	3.623	4.462n		
ϵ	η	9.8010n	0.4276	2.5979n	3.1492	3.415n	
ϵ	η^3	1.075n	2.079	3.520n	4.375		
ϵ	$\eta \eta'^2$	1.640n	2.513	4.106n	4.896		
ϵ	$j^2 \eta$	1.061	1.919n	4.1065	4.896n	5.406	
$\epsilon + \Delta$	η'	9.3570	0.4733n	2.4808	3.0828n	3.395	
$\epsilon + \Delta$	$\eta^2 \eta'$	1.565	2.456n	3.963	4.781n		
$\epsilon + \Delta$	η'^3	1.543	2.342n	3.894	4.676n		
$\epsilon + \Delta$	$j^2 \eta'$	0.869n	1.748	4.0704n	4.876	5.396n	
$\epsilon + 2\Delta$	$\eta \eta'^2$	1.441n	2.274	3.719n	4.545		
$\epsilon + \Sigma$	$j^2 \eta'$	0.415	1.352n	3.7799	4.582n	5.100	
$\epsilon + \Delta + \Sigma$	$j^2 \eta$	0.699n	1.580	4.0418n	4.782	5.255n	
Δ	$\eta \eta'$	9.653	0.431n	2.760	3.384n	3.690	
$2\vartheta + \Delta$	η'		9.792n	0.613			
$2\vartheta + 2\Delta$	η		9.924	0.716n			
$\epsilon + 4\vartheta + 3\Delta$	η'		9.477	0.342n			
$\epsilon + 4\vartheta + 4\Delta$	η		9.602n	0.447			
$2\epsilon + 2\vartheta + 2\Delta$	η		9.462	0.230n			
$2\epsilon + 2\vartheta + 3\Delta$	η'		9.322n	0.146			

Als Kontrolle habe ich die Berechnung der Störungsgrösse v auch nach der Formel (37) vorgenommen. Zuzufolge dieser Formel und der Zusammensetzung der Funktion W ist

$$\begin{aligned}
 2 \frac{dv}{d\varepsilon} &= - \frac{1-v^2}{1+\bar{W}} \frac{\partial \bar{W}}{\partial \psi} = - \frac{\partial \bar{W}}{\partial \psi} + \bar{W}_1 \frac{\partial \bar{W}_1}{\partial \psi} + \dots \\
 &= y_1 \sin \varepsilon - z_1 \cos \varepsilon + [y_2] \sin \varepsilon - [z_2] \cos \varepsilon - \frac{\partial \bar{W}'_2}{\partial \psi} \\
 &\quad - \sum B_{p \cdot q} (n+r \cdot - n+s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \sin A \\
 &\quad + (x_1 + y_1 \cos \varepsilon + z_1 \sin \varepsilon) (-y_1 \sin \varepsilon + z_1 \cos \varepsilon) + \dots
 \end{aligned}
 \tag{167}$$

wo infolge (117)

$$B_{p \cdot q} (n+r \cdot - n+s) = \tilde{G}_{p \cdot q} (n+r \cdot - n+s) - \tilde{H}_{p \cdot q} (n+r \cdot - n+s). \tag{168}$$

Die Gleichung (167) wird in ähnlicher Weise wie die Gleichung für W (siehe pag. 52) durch Einführung von

$$\frac{dv}{d\varepsilon} = \frac{\partial v}{\partial \varepsilon} + \frac{1}{2} (1 - e \cos \varepsilon) \{w + (1-w) \bar{W}\} \frac{\partial v}{\partial \theta}$$

transformirt und danach in folgendem System von Gleichungen zerlegt.

$$\frac{\partial^2 v_1}{\partial \varepsilon^2} = y_1 \sin \varepsilon - z_1 \cos \varepsilon \tag{169_1}$$

$$\frac{\partial^2 v_2}{\partial \varepsilon^2} + \frac{1}{2} (1 - e \cos \varepsilon) \{w + \bar{W}_1\} \frac{\partial^2 v_1}{\partial \theta^2} = - \sum B_{p \cdot q} \sin A + F - \frac{\partial \bar{W}'_2}{\partial \psi} \tag{169_2}$$

$$\frac{\partial^2 v_3}{\partial \varepsilon^2} + \frac{1}{2} (1 - e \cos \varepsilon) \left\{ (w + \bar{W}_1) \frac{\partial^2 v_2}{\partial \theta^2} + (\bar{W}_2 - w \bar{W}_1) \frac{\partial^2 v_1}{\partial \theta^2} \right\} = 0 \tag{169_3}$$

.....

Der Kürze wegen ist hier

$$F = [y_2] \sin \varepsilon - [z_2] \cos \varepsilon + (x_1 + y_1 \cos \varepsilon + z_1 \sin \varepsilon) (-y_1 \sin \varepsilon + z_1 \cos \varepsilon) \tag{170}$$

gesetzt worden.

Für die kurzperiodischen Glieder in $2v_1$, findet man nun unmittelbar aus (169₁) den Ausdruck

$$2v_1 - [2v_1] = - (y_1 \cos \varepsilon + z_1 \sin \varepsilon). \tag{171}$$

Die Gleichung für v_2 wird also

$$\frac{\partial 2v_2}{\partial \varepsilon} + \frac{1}{2}(1 - e \cos \varepsilon) \{w + \bar{W}_1\} \frac{d[2v_1]}{d\theta} = - \sum B_{p \cdot q} \sin A + F + F',$$

wo

$$F' = - \frac{\partial \bar{W}'_2}{\partial \psi} + \frac{1}{2}(1 - e \cos \varepsilon) (w + x_1 + y_1 \cos \varepsilon + z_1 \sin \varepsilon) \left(\frac{dy_1}{d\theta} \cos \varepsilon + \frac{dz_1}{d\theta} \sin \varepsilon \right). \quad (172)$$

Um das Vorkommen von ε ausserhalb der Zeichen \sin und \cos in $2v_2$ zu vermeiden wird $[2v_1]$ mittelst der Gleichung

$$\frac{1}{2} \varphi_1 \frac{d[2v_1]}{d\theta} = \left[- \sum B_{p \cdot q} \sin A + F' \right] \quad (173)$$

bestimmt.

Hiernach wird die Gleichung für v_2 — $[v_2]$

$$\frac{\partial (2v_2 - [2v_2])}{\partial \varepsilon} = - \sum B_{p \cdot q} \sin A + F + F'' - \left[- \sum B_{p \cdot q} \sin A + F' \right], \quad (174)$$

wo

$$\left. \begin{aligned} F'' = F' + \frac{1}{\varphi_1} \{ (y_1 - 2\eta w - 2\eta x_1) \cos \varepsilon + z_1 \sin \varepsilon - \eta y_1 \cos 2\varepsilon - \eta z_1 \sin 2\varepsilon \} \\ \left[\sum B_{p \cdot q} \sin A - F' \right]. \end{aligned} \right\} \quad (175)$$

Wir setzen nun

$$F'' = F_1'' + F_2'', \quad (176)$$

indem wir mit F_1'' die Zusammenfassung der Glieder erster Ordnung in F'' bezeichnen. Ferner setzen wir

$$- \sum B_{p \cdot q} \sin A + F_1'' = - \sum \{ B'_{0 \cdot p \cdot q} + B'_{1 \cdot p \cdot q} w + B'_{2 \cdot p \cdot q} w^2 \} \sin A \quad (177)$$

$$v_2 = v_2' + v_2'' \quad (178)$$

und bekommen anstatt (174) die Gleichungen

$$\frac{\partial (2v_2' - [2v_2'])}{\partial \varepsilon} = - \sum B'_{p \cdot q} \sin A + \left[\sum B'_{p \cdot q} \sin A \right] \quad (179)$$

$$\frac{\partial 2v_2''}{\partial \varepsilon} = F + F_2'' - [F_2'']. \quad (180)$$

Mit v'_3, v'_4, \dots bezeichnen wir die Zusammenfassung der Glieder erster Ordnung in v_3, v_4, \dots und finden zufolge (169) für diese Funktionen die Differentialgleichungen

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial(2v'_3 - [2v'_3])}{\partial \varepsilon} &= -\frac{w}{2}(1 - e \cos \varepsilon) \frac{\partial(2v'_2 - [2v'_2])}{\partial \theta} - \frac{w}{2}(1 - e \cos \varepsilon) \frac{d[2v'_2]}{d\theta} \\ \frac{\partial(2v'_4 - [2v'_4])}{\partial \varepsilon} &= -\frac{w}{2}(1 - e \cos \varepsilon) \frac{\partial(2v'_3 - [2v'_3])}{\partial \theta} - \frac{w}{2}(1 - e \cos \varepsilon) \frac{d[2v'_3]}{d\theta} \end{aligned} \right\} (181)$$

Die Funktionen $[2v'_2], [2v'_3], \dots$ werden so bestimmt, dass $2v'_3 - [2v'_3], 2v'_4 - [2v'_4], \dots$ keine Glieder von der Form $\Phi(\theta) \cdot \varepsilon$ enthalten. Wir bekommen also die folgenden Gleichungen

$$\left. \begin{aligned} \frac{w}{2} \frac{d[2v'_2]}{d\theta} &= \left[-\frac{w}{2}(1 - e \cos \varepsilon) \frac{\partial(2v'_2 - [2v'_2])}{\partial \theta} \right] \\ \frac{w}{2} \frac{d[2v'_3]}{d\theta} &= \left[-\frac{w}{2}(1 - e \cos \varepsilon) \frac{\partial(2v'_3 - [2v'_3])}{\partial \theta} \right] \end{aligned} \right\} (182)$$

Die Differentialgleichungen (181) erhalten, zufolge dieser Gleichungen (182), die endgültige Form

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial(2v'_3 - [2v'_3])}{\partial \varepsilon} &= -\frac{w}{2}(1 - e \cos \varepsilon) \frac{\partial(2v'_2 - [2v'_2])}{\partial \theta} + \left[\frac{w}{2}(1 - e \cos \varepsilon) \frac{\partial(2v'_2 - [2v'_2])}{\partial \theta} \right] \\ &\quad - 2\eta \cos \varepsilon \left[\frac{w}{2}(1 - e \cos \varepsilon) \frac{\partial(2v'_2 - [2v'_2])}{\partial \theta} \right] \end{aligned} \right\} (183)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial(2v'_4 - [2v'_4])}{\partial \varepsilon} &= -\frac{w}{2}(1 - e \cos \varepsilon) \frac{\partial(2v'_3 - [2v'_3])}{\partial \theta} + \left[\frac{w}{2}(1 - e \cos \varepsilon) \frac{\partial(2v'_3 - [2v'_3])}{\partial \theta} \right] \\ &\quad - 2\eta \cos \varepsilon \left[\frac{w}{2}(1 - e \cos \varepsilon) \frac{\partial(2v'_3 - [2v'_3])}{\partial \theta} \right], \end{aligned} \right\} (184)$$

wo die letzten Glieder ganz vernachlässigt werden können.¹⁾

Aus den Gleichungen (179), (183), (184) findet man die Reihenentwicklung

$$\left. \begin{aligned} v'_2 + v'_3 + v'_4 - [v'_2 + v'_3 + v'_4] &= \\ = \sum \{ N_{0,p,q}^{(1)}(n+r-n+s) + N_{1,p,q}^{(1)}(n+r-n+s)w + N_{2,p,q}^{(1)}(n+r-n+s)w^2 \} \cos A, \end{aligned} \right\} (185)$$

1) Die entsprechenden Glieder in v enthalten den Faktor $\eta^2 w$ und sind < 0.1 .

wo die Koeffizienten $N_{i \cdot p \cdot q}^{(1)}$ durch folgende Formeln zu berechnen sind:

$$\left. \begin{aligned} N_{0 \cdot p \cdot q}^{(1)}(n+r \cdot - n+s) &= \frac{B'_{0 \cdot p \cdot q}(n+r \cdot - n+s)}{2(n+r) - (n-s)} \\ N_{1 \cdot p \cdot q}^{(1)}(n+r \cdot - n+s) &= \frac{B'_{1 \cdot p \cdot q}(n+r \cdot - n+s) - b'_{0 \cdot p \cdot q}(n+r \cdot - n+s)}{2(n+r) - (n-s)} \\ N_{2 \cdot p \cdot q}^{(1)}(n+r \cdot - n+s) &= \frac{B'_{2 \cdot p \cdot q}(n+r \cdot - n+s) - b'_{1 \cdot p \cdot q}(n+r \cdot - n+s)}{2(n+r) - (n-s)} \end{aligned} \right\} (186)$$

$$\left. \begin{aligned} &b'_{i \cdot p \cdot q}(n+r \cdot - n+s) = \\ &= (n-s) \{ N_{i \cdot p \cdot q}^{(1)}(n+r \cdot - n+s) - N_{i \cdot p-1 \cdot q}^{(1)}(n+r+1 \cdot - n+s) - N_{i \cdot p-1 \cdot q}^{(1)}(n+r-1 \cdot - n+s) \}. \end{aligned} \right\} (187)$$

Für die Glieder erster Ordnung in $[\nu_1 + \nu_2 + \nu_3]$ findet man weiter zufolge (173) und (182) die Differentialgleichung

$$w \frac{d[\nu_1 + \nu_2 + \nu_3]}{d\theta} = - \left| \sum_{n+r - \frac{1}{2}(n-s) = 0} \{ B'_{0 \cdot p \cdot q} + (B'_{1 \cdot p \cdot q} - b'_{0 \cdot p \cdot q})w + (B'_{2 \cdot p \cdot q} - b'_{1 \cdot p \cdot q})w^2 \} \sin A. \right. \quad (188)$$

Wir gehen jetzt zur numerischen Berechnung der vorhergehenden Formeln über. Mit Anwendung der Formel (168) und der Tafeln XXIV und XXV findet man

$$\begin{aligned} \left[\sum B_{p \cdot q} \sin A \right] &= \eta (-1769.3 + 3254 w) \sin(2\theta + 2\Delta) \\ &+ \eta' (+424.3 - 572 w) \sin(2\theta + \Delta). \end{aligned}$$

Bei der Berechnung von F' ergibt sich die Identität

$$[F'] = 0$$

woraus folgt

$$[F''] = 0$$

und, nach (172) und (175)

$$\begin{aligned} F'' &= -\frac{\partial \bar{W}'_2}{\partial \psi} + \frac{1}{2} w (1 - e \cos \varepsilon) \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial \theta} + (1 - e \cos \varepsilon) \frac{\partial}{\partial \theta} \left\{ \frac{1}{4} u_1^2 + \frac{1}{2} x_1 \bar{u}_1 \right\} - \frac{1}{2} \bar{u}_1 \frac{dx_1}{d\theta} + \\ &+ \left\{ \frac{1}{w} \bar{u}_1 - 2\eta \cos \varepsilon \right\} \left[\sum B_{p \cdot q} \sin A \right]. \end{aligned}$$

Hier sind nur die Glieder erster und zweiter Ordnung mitgenommen und von den letzteren nur die Glieder nullten und ersten Grades. Mit Anwendung der Tafeln XIX, XVIII, XLII und XVII findet man den in Tafel XLIV gegebenen Ausdruck von F'' (wo auch die Glieder erster Ordnung und zweiten Grades, welche in Tafel XIX von W'_2 fehlen, in Rücksicht gekommen sind).

XLIV.

$$F_1'' \quad + \quad F_2''$$

Sinus.			w	w^2	w^{-2}	w^{-1}	
$\varepsilon + 2\theta + 2\Delta$ $2\varepsilon + 4\theta + 4\Delta$		- 294.89	+ 740.6	- 733''	- 0.4216	+ 2.119	- 4.74
ε	η	+ 383.8	- 1410	+ 2604	+ 1.160	- 4.97	
$\varepsilon + 4\theta + 4\Delta$	η	+ 1679.0	- 6656	+ 11180	- 1.268	+ 5.52	
$2\varepsilon + 2\theta + 2\Delta$	η	+ 589.8	- 1482	+ 1466	+ 0.573	- 3.43	
$2\varepsilon + 6\theta + 6\Delta$	η				+ 3.625	- 23.29	
$3\varepsilon + 4\theta + 4\Delta$	η				+ 0.316	- 1.59	
$\varepsilon + \Delta$	η'	- 285.0	+ 1210	- 2480	- 0.303	+ 1.16	
$\varepsilon + 4\theta + 3\Delta$	η'	- 2459.8	+ 8138	- 11340	+ 0.303	- 1.18	
$2\varepsilon + 2\theta + 3\Delta$	η'				- 0.414	+ 2.76	
$2\varepsilon + 6\theta + 5\Delta$	η'				- 5.283	+ 30.73	
- $\varepsilon + 2\theta + 2\Delta$	η^2	+ 1374	- 4740				
$\varepsilon + 2\theta + 2\Delta$	η^2	+ 792	+ 4180				
$\varepsilon + 6\theta + 6\Delta$	η^2	- 8820	+ 47340	- 101400			
2ε	η^2	- 768	+ 2820				
$2\varepsilon + 4\theta + 4\Delta$	η^2	- 3358	+ 13310				
- $\varepsilon + 2\theta + \Delta$	$\eta \eta'$	- 2492	+ 11150				
$\varepsilon + 2\theta + 3\Delta$	$\eta \eta'$	- 1492	+ 676				
$\varepsilon + 2\theta + \Delta$	$\eta \eta'$	+ 1856	- 10730				
$\varepsilon + 6\theta + 5\Delta$	$\eta \eta'$	+ 25974	- 122400	+ 251100			
$2\varepsilon + \Delta$	$\eta \eta'$	+ 570	- 2420				
$2\varepsilon + 4\theta + 3\Delta$	$\eta \eta'$	+ 4920	- 16280				
- $\varepsilon + 2\theta$	η'^2	+ 1634	- 7080				
$\varepsilon + 2\theta + 2\Delta$	η'^2	+ 861	+ 3790				
$\varepsilon + 6\theta + 4\Delta$	η'^2	- 19047	+ 77250				
- $\varepsilon + 2\theta + \Delta - \Sigma$	j^2	+ 866	- 4260				
$\varepsilon + 6\theta + 5\Delta - \Sigma$	j^2	- 780	+ 5010				
$\varepsilon + 2\theta + 2\Delta$	j^2	+ 2677	- 12680	+ 30900			
+ $(\theta - \theta_0) \cos$							
$2\varepsilon + 2\theta + 2\Delta$	η				+ 1.134	- 6.85	
$2\varepsilon + 2\theta + 3\Delta$	η'				- 0.828	+ 5.52	

Nach Einführung dieses Wertes der Funktion F_1'' in die Formel (177) und mit Anwendung der Formel (168) und der Tafeln XXIV und XXV ergeben sich die Koeffizienten $B'_{i.p.q}(n+r, -n+s)$, welche in Tafel XLV erscheinen.

Darauf findet man in Betracht der Formeln (186) und (187) die in Tafel XLVI gegebenen Grössen $(B'_{1.p.q} - b'_{0.p.q})$ und $(B'_{2.p.q} - b'_{1.p.q})$.

In Tafel XLVII sind endlich die mittels der Formeln (186) berechneten Koeffizienten $N_{i.p.q}^{(1)}(n+r, -n+s)$ zusammengestellt.

XLV.

	$n=0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$B'_{0.0.0}(n \cdot -n)$	—	+ 162 ⁴	+ 328 ⁴	— 434 ⁹	— 152 ²	— 69 ²	— 34 ⁹	— 18 ⁶	— 10 ³	— 5 ⁸	— 3 ³
$B'_{0.1.0}(n+1 \cdot -n)$	— 139 ⁹	+ 651	— 426	+ 11	— 30	— 36	— 32	— 25	— 18	— 13	— 9
$B'_{0.1.0}(n-1 \cdot -n)$	+ 139	+ 157	— 1769 ⁴	— 3738	— 1905	+ 2792	+ 1107	+ 566	+ 318	+ 187	+ 113
$B'_{0.0.1}(n \cdot -n+1)$	+ 256	+ 229	+ 95	+ 249	+ 217	+ 163	+ 116	+ 80	+ 54	+ 36	+ 24
$B'_{0.0.1}(n \cdot -n-1)$	— 256	+ 424 ³	+ 4868	+ 2750	— 4352	— 1793	— 942	— 539	— 322	— 196	— 122
$B'_{0.2.0}(n+2 \cdot -n)$	— 70	— 370	— 130	— 50	— 30	— 30	— 20	— 20	— 20	— 20	— 10
$B'_{0.2.0}(n \cdot -n)$	—	+ 2820	— 1050	+ 60	+ 4270	+ 990	+ 870	+ 710	+ 550	+ 420	+ 310
$B'_{0.2.0}(n-2 \cdot -n)$	+ 70	+ 1979	+ 420	+ 6820	+ 10074	+ 19320	+ 10130	— 15420	— 6500	— 3550	— 2130
$B'_{0.1.1}(n+1 \cdot -n+1)$	+ 2620	+ 1040	+ 520	+ 220	+ 140	+ 130	+ 120	+ 110	+ 90	+ 80	+ 60
$B'_{0.1.1}(n-1 \cdot -n+1)$	+ 1540	— 570	— 380	+ 1990	— 5980	— 3890	— 2810	— 2050	— 1590	— 1070	— 760
$B'_{0.1.1}(n+1 \cdot -n-1)$	— 1540	— 1600	+ 1800	— 5380	— 1030	— 1090	— 980	— 800	— 630	— 480	— 360
$B'_{0.1.1}(n-1 \cdot -n-1)$	— 2620	+ 600	— 12170	— 24597	— 53210	— 29490	+ 47440	+ 20630	+ 11530	+ 7040	+ 4480
$B'_{0.0.2}(n \cdot -n+2)$	+ 410	— 2390	— 640	— 260	— 180	— 170	— 160	— 140	— 120	— 90	— 70
$B'_{0.0.2}(n \cdot -n)$	—	+ 3240	— 1430	+ 6640	+ 5130	+ 4030	+ 3100	+ 2330	+ 1720	+ 1250	+ 900
$B'_{0.0.2}(n \cdot -n-2)$	— 410	— 330	+ 14242	+ 36040	+ 21380	— 36530	— 16430	— 9410	— 5850	— 3780	— 2480
$B'_{0.0.0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\sigma}$	— 1240	— 1670	— 1050	— 680	— 440	— 290	— 190	— 120	— 80	— 50	— 30
$B'_{0.0.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\sigma}$	+ 1240	— 430	— 260	+ 811	+ 1810	+ 780	— 1240	— 470	— 230	— 130	— 70
$B'_{0.0.0}(n+1 \cdot -n-1)_{+\delta}$	— 970	+ 50	+ 3200	+ 1390	+ 750	+ 440	+ 270	+ 160	+ 100	+ 60	+ 40
$B'_{0.0.0}(n-1 \cdot -n+1)_{-\delta}$	+ 970	—	— 1780	— 2560	+ 1900	+ 780	+ 410	+ 230	+ 140	+ 80	+ 50
$B'_{1.0.0}(n \cdot -n)$	—	— 360	— 811	+ 2746	+ 911	+ 437	+ 237	+ 137	+ 81	+ 50	+ 30
$B'_{1.1.0}(n+1 \cdot -n)$	+ 480	— 3230	+ 380	— 740	— 130	+ 70	+ 130	+ 130	+ 110	+ 90	+ 70
$B'_{1.1.0}(n-1 \cdot -n)$	— 480	— 1480	+ 3254	+ 3600	+ 7640	— 27920	— 9510	— 4840	— 2810	— 1730	— 1100
$B'_{1.0.1}(n \cdot -n+1)$	— 1370	— 930	+ 710	— 680	— 900	— 820	— 680	— 530	— 400	— 290	— 210
$B'_{1.0.1}(n \cdot -n-1)$	+ 1370	— 572	+ 580	— 9130	+ 39940	+ 14000	+ 7320	+ 4360	+ 2740	+ 1780	+ 1160
$B'_{1.2.0}(n+2 \cdot -n)$	+ 960	+ 2600	+ 1100	+ 500	+ 300	+ 200	+ 100	+ 100	+ 100	+ 100	+ 100
$B'_{1.2.0}(n \cdot -n)$	—	— 10900	— 2900	— 2800	— 15700	+ 200	— 3300	— 3800	— 3600	— 3100	— 3100
$B'_{1.2.0}(n-2 \cdot -n)$	— 960	— 9100	+ 100	— 21300	— 28700	— 20500	— 55800	+ 211000	+ 72800	+ 38200	— 38200
$B'_{1.1.1}(n+1 \cdot -n+1)$	— 10200	— 6500	— 3700	— 1500	— 800	— 600	— 600	— 600	— 600	— 500	— 500
$B'_{1.1.1}(n-1 \cdot -n+1)$	— 4800	+ 2420	+ 8100	— 2800	+ 36300	+ 23800	+ 18600	+ 14800	+ 11600	+ 9000	+ 9000
$B'_{1.1.1}(n+1 \cdot -n-1)$	+ 4800	+ 8600	— 9000	+ 13500	— 4600	+ 2200	+ 4200	+ 4500	+ 4200	+ 3600	+ 3600
$B'_{1.1.1}(n-1 \cdot -n-1)$	+ 10200	— 4000	+ 2100	+ 49760	— 100	+ 142100	— 609600	— 214800	— 115300	— 71100	— 71100
$B'_{1.0.2}(n \cdot -n+2)$	— 2000	+ 9700	+ 3800	+ 1700	+ 1000	+ 900	+ 900	+ 900	+ 800	+ 700	+ 700
$B'_{1.0.2}(n \cdot -n)$	—	— 12000	— 1300	— 32100	— 26700	— 23400	— 19900	— 16500	— 13300	— 10500	— 10500
$B'_{1.0.2}(n \cdot -n-2)$	+ 2000	+ 13700	— 16580	+ 41700	— 88400	+ 438800	+ 157900	+ 86800	+ 54700	+ 36500	+ 36500
$B'_{1.0.0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\sigma}$	+ 5000	+ 7600	+ 5600	+ 4100	+ 2900	+ 2100	+ 1500	+ 1000	+ 700	+ 500	+ 500
$B'_{1.0.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\sigma}$	— 5000	+ 2300	+ 5700	— 1390	— 1000	— 4900	+ 17500	+ 5500	+ 2600	+ 1400	+ 1400
$B'_{1.0.0}(n+1 \cdot -n-1)_{+\delta}$	+ 3400	— 700	— 25100	— 10300	— 5800	— 3600	— 2300	— 1500	— 1000	— 700	— 700
$B'_{1.0.0}(n-1 \cdot -n+1)_{-\delta}$	— 3400	—	+ 6400	+ 11800	— 16900	— 6700	— 3600	— 2200	— 1300	— 800	— 800
$B'_{2.0.0}(n \cdot -n)$	—	+ 310	+ 750	— 10190	— 2830	— 1360	— 780	— 480	— 310	— 200	— 130
$B'_{2.1.0}(n+1 \cdot -n)$	— 500	+ 8400	+ 2000	+ 4700	+ 1500	+ 500	0	— 200	— 300	— 300	— 300
$B'_{2.1.0}(n-1 \cdot -n)$	+ 500	+ 5300	— 2190	— 18400	— 13000	+ 171400	+ 44000	+ 21000	+ 12300	+ 7800	+ 7800
$B'_{2.0.1}(n \cdot -n+1)$	+ 3700	+ 1800	— 4300	+ 100	+ 1400	+ 1800	+ 1800	+ 1600	+ 1300	+ 1100	+ 1100
$B'_{2.0.1}(n \cdot -n-1)$	— 3700	— 990	+ 18700	+ 12600	— 232600	— 60100	— 29300	— 17600	— 11400	— 7700	— 7700

XLVI.

	$n=0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$b'_{0\cdot0\cdot0}(n\cdot-n)$	—	+ 162"	+ 328"	— 435"	— 152"	— 69"	— 35"	— 19"	— 10"	— 6"	— 3"
$b'_{0\cdot1\cdot0}(n+1\cdot-n)$		+ 50	— 540	+ 440	+ 130	+ 40	+ 10	0	— 10	0	— 10
$b'_{0\cdot1\cdot0}(n-1\cdot-n)$		— 320	— 328	— 10780	— 3660	+ 4720	+ 1700	+ 810	+ 430	+ 230	+ 140
$b'_{0\cdot0\cdot1}(n\cdot-n+1)$	— 260"		+ 30	+ 120	+ 130	+ 110	+ 90	+ 60	— 40	+ 30	+ 20
$b'_{0\cdot0\cdot1}(n\cdot-n-1)$	+ 260	—	+ 14600	+ 5500	— 7250	— 2690	— 1320	— 720	— 410	— 250	— 150
$b'_{0\cdot2\cdot0}(n+2\cdot-n)$		— 300	+ 200	0	0	0	0	0	0	0	0
$b'_{0\cdot2\cdot0}(n\cdot-n)$		+ 2800	— 800	+ 11300	+ 4100	— 3600	— 700	— 100	+ 100	+ 200	
$b'_{0\cdot2\cdot0}(n-2\cdot-n)$		— 500	— 200	— 9200	+ 3830	+ 92000	+ 28800	— 36800	— 13400	— 6600	
$b'_{0\cdot1\cdot1}(n+1\cdot-n+1)$	— 600		+ 100	0	— 100	0	0	0	0	0	0
$b'_{0\cdot1\cdot1}(n-1\cdot-n+1)$	+ 1800	—	— 400	+ 1900	— 6100	— 4000	— 2900	— 2100	— 1500	— 1100	
$b'_{0\cdot1\cdot1}(n+1\cdot-n-1)$	— 1800	— 1600	— 12800	— 10900	+ 6200	+ 1400	+ 300	0	— 200	— 200	
$b'_{0\cdot1\cdot1}(n-1\cdot-n-1)$	+ 600	— 600	+ 21900	— 5500	— 258800	— 85800	+ 112000	+ 42000	+ 21200	+ 12000	
$b'_{0\cdot0\cdot2}(n\cdot-n+2)$	— 400	+ 800		— 100	— 100	— 100	— 100	— 100	— 100	— 100	
$b'_{0\cdot0\cdot2}(n\cdot-n)$	—	+ 3200	— 1400	+ 6600	+ 5100	+ 4000	+ 3100	+ 2300	+ 1800	+ 1300	
$b'_{0\cdot0\cdot2}(n\cdot-n-2)$	+ 400	+ 1000	—	+ 180200	+ 64100	— 85200	— 32900	— 16900	— 9800	— 5900	
$b'_{0\cdot0\cdot0}(n+1\cdot-n+1)_{+\sigma}$	+ 400		— 200	— 200	— 200	— 200	— 100	— 100	— 100	0	
$b'_{0\cdot0\cdot0}(n-1\cdot-n-1)_{-\sigma}$	— 400	+ 400	+ 800	—	+ 9000	+ 2300	— 2900	— 1000	— 500	— 200	
$b'_{0\cdot0\cdot0}(n+1\cdot-n-1)_{+\delta}$	— 1000	0	+ 3200	+ 1400	+ 800	+ 400	+ 300	+ 200	+ 100	+ 100	
$b'_{0\cdot0\cdot0}(n-1\cdot-n+1)_{-\delta}$	+ 1000	—	— 1800	— 2600	+ 1900	+ 800	+ 400	+ 200	+ 100	— 100	
$B'_{1\cdot p\cdot q}(n+r\cdot-n+s)$	—	— 522	— 1139	+ 3181	+ 1063	+ 506	+ 272	+ 156	+ 91	+ 56	+ 33
	+ 480	— 3280	+ 920	— 1180	— 260	+ 30	+ 120	+ 130	+ 120	+ 90	+ 80
	— 480	— 1160	+ 3582	+ 14380	+ 11300	— 32640	— 11210	— 5650	— 3240	— 1960	— 1240
	— 1110	— 930	+ 680	— 800	— 1030	— 930	— 770	— 590	— 440	— 320	— 230
	+ 1110	— 572	— 14020	— 14630	+ 47190	+ 16690	+ 8640	+ 5080	+ 3150	+ 2030	+ 1310
	+ 960	+ 2900	+ 900	+ 500	+ 300	+ 200	+ 100	+ 100	+ 100	+ 100	
	—	— 13700	— 2100	— 14100	— 19800	+ 3800	— 2600	— 3700	— 3700	— 3300	
	— 960	— 8600	+ 300	— 12100	— 32530	— 112500	— 84600	+ 247800	+ 86200	+ 44800	
	— 9600	— 6500	— 3800	— 1500	— 700	— 600	— 600	— 600	— 600	— 500	
	— 6600	+ 2420	+ 8500	— 4700	+ 42400	+ 27800	+ 21500	+ 16900	+ 13100	+ 10100	
	+ 6600	+ 10200	+ 3800	+ 24400	— 10800	+ 800	+ 3900	+ 4500	+ 4400	+ 3800	
	+ 9600	— 3400	— 900	+ 55260	+ 258700	+ 227900	— 721600	— 256800	— 136500	— 83100	
	— 1600	+ 8900	+ 3800	+ 1800	+ 1100	+ 1000	+ 1000	+ 1000	+ 900	+ 800	
	—	— 15200	+ 100	— 38700	— 31800	— 27400	— 23000	— 18800	— 15100	— 11800	
	+ 1600	+ 12700	— 16580	— 138500	— 152500	+ 524000	+ 190800	+ 103700	+ 64500	+ 42400	
	+ 4600	+ 7600	+ 5800	+ 4300	+ 3100	+ 2300	+ 1600	+ 1100	+ 800	+ 500	
	— 4600	+ 1900	+ 4900	— 1390	— 10000	— 7200	+ 20400	+ 6500	+ 3100	+ 1600	
	+ 4400	— 700	— 28300	— 11700	— 6600	— 4000	— 2600	— 1700	— 1100	— 800	
	— 4400	—	+ 8200	+ 14400	— 18800	— 7500	— 4000	— 2400	— 1400	— 900	
$b'_{1\cdot0\cdot0}(n\cdot-n)$	—	— 520	— 1140	+ 3180	+ 1060	+ 510	+ 270	+ 160	+ 90	+ 60	+ 30
$b'_{1\cdot1\cdot0}(n+1\cdot-n)$		— 600	+ 1600	— 3900	— 1200	— 500	— 200	— 100	0	0	
$b'_{1\cdot1\cdot0}(n-1\cdot-n)$		+ 1700	+ 1140	+ 40000	+ 21500	— 54900	— 17000	— 8100	— 4400	— 2600	
$b'_{1\cdot0\cdot1}(n\cdot-n+1)$	+ 1100		+ 200	— 400	— 600	— 600	— 500	— 400	— 300	— 200	
$b'_{1\cdot0\cdot1}(n\cdot-n-1)$	— 1100	—	— 42100	— 29300	+ 78600	+ 25000	+ 12100	+ 6800	+ 4000	+ 2500	
$B'_{2\cdot p\cdot q}(n+r\cdot-n+s) -$	—	+ 830	+ 1890	— 13370	— 3890	— 1870	— 1050	— 640	— 400	— 260	— 160
$- b'_{1\cdot p\cdot q}(n+r\cdot-n+s)$	— 500	+ 9000	+ 400	+ 8600	+ 2700	+ 1000	+ 200	— 100	— 300	— 300	
	+ 500	+ 3600	— 3330	— 58400	— 34500	+ 226300	+ 61000	+ 29100	+ 16700	+ 10400	
	+ 2600	+ 1800	— 4500	+ 500	+ 2000	+ 2400	+ 2300	+ 2000	+ 1600	+ 1300	
	— 2600	— 990	+ 60800	+ 41900	— 311200	— 85100	— 41400	— 24400	— 15400	— 10200	

XLVII.

	$n=0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N^{(1)}_{0\cdot0\cdot0}(n\cdot-n)$		+ 162 ⁴	+ 164 ²	- 145 ⁰	- 38 ⁰	- 13 ⁸	- 5 ⁸	- 2 ⁷	- 1 ³	- 0 ⁶	- 0 ³
$N^{(1)}_{0\cdot1\cdot0}(n+1\cdot-n)$	- 70 ⁰	+ 217	- 106	+ 2	- 5	- 5	- 4	- 3	- 2	- 1	- 1
$N^{(1)}_{0\cdot1\cdot0}(n-1\cdot-n)$	- 70	- 157		- 3738	- 952	+ 930	+ 277	+ 113	+ 53	+ 27	+ 14
$N^{(1)}_{0\cdot0\cdot1}(n\cdot-n+1)$	+ 256	- 115	+ 31	+ 62	+ 43	+ 27	+ 17	+ 10	+ 6	+ 4	+ 2
$N^{(1)}_{0\cdot0\cdot1}(n\cdot-n-1)$	+ 256		+ 4868	+ 1375	- 1451	- 448	- 188	- 90	- 46	- 25	- 14
$N^{(1)}_{0\cdot2\cdot0}(n+2\cdot-n)$	- 20	- 70	- 20	- 10	0	0	0	0	0	0	0
$N^{(1)}_{0\cdot2\cdot0}(n\cdot-n)$		+ 2820	- 520	+ 20	+ 1070	+ 200	+ 150	+ 100	+ 70	+ 50	+ 30
$N^{(1)}_{0\cdot2\cdot0}(n-2\cdot-n)$	- 20	- 660	- 210	- 6820		+ 19320	+ 5070	- 5140	- 1630	- 710	- 350
$N^{(1)}_{0\cdot1\cdot1}(n+1\cdot-n+1)$	+ 870	+ 260	+ 100	+ 40	+ 20	+ 20	+ 10	+ 10	+ 10	+ 10	0
$N^{(1)}_{0\cdot1\cdot1}(n-1\cdot-n+1)$	- 1540		- 380	+ 1000	- 1990	- 970	- 560	- 340	- 230	- 130	- 80
$N^{(1)}_{0\cdot1\cdot1}(n+1\cdot-n-1)$	- 1540	- 800	+ 600	- 1350	- 210	- 180	- 140	- 100	- 70	- 50	- 30
$N^{(1)}_{0\cdot1\cdot1}(n-1\cdot-n-1)$	+ 870	- 300	+ 12170		- 53210	- 14750	+ 15810	+ 5160	+ 2310	+ 1170	+ 640
$N^{(1)}_{0\cdot0\cdot2}(n\cdot-n+2)$	+ 200	- 800	- 160	- 50	- 30	- 20	- 20	- 20	- 10	- 10	- 10
$N^{(1)}_{0\cdot0\cdot2}(n\cdot-n)$		+ 3240	- 710	+ 2210	+ 1280	+ 810	+ 520	+ 330	+ 220	+ 140	+ 90
$N^{(1)}_{0\cdot0\cdot2}(n\cdot-n-2)$	+ 200	+ 330		+ 36040	+ 10690	- 12180	- 4110	- 1880	- 980	- 540	- 310
$N^{(1)}_{0\cdot0\cdot0}(n+1\cdot-n+1)_{+\sigma}$	- 410	- 420	- 210	- 110	- 60	- 40	- 20	- 10	- 10	0	0
$N^{(1)}_{0\cdot0\cdot0}(n-1\cdot-n-1)_{-\sigma}$	- 410	+ 220	+ 260		+ 1810	+ 390	- 410	- 120	- 50	- 20	- 10
$N^{(1)}_{0\cdot0\cdot0}(n+1\cdot-n-1)_{+\delta}$	- 970	+ 20	+ 1070	+ 350	+ 150	+ 70	+ 40	+ 20	+ 10	+ 10	0
$N^{(1)}_{0\cdot0\cdot0}(n-1\cdot-n+1)_{-\delta}$	- 970		- 1780	- 1280	+ 630	+ 200	+ 80	+ 40	+ 20	+ 10	+ 10
<hr/>											
$N^{(1)}_{1\cdot0\cdot0}(n\cdot-n)$		- 522	- 570	+ 1060	+ 266	+ 101	+ 45	+ 22	+ 12	+ 6	+ 3
$N^{(1)}_{1\cdot1\cdot0}(n+1\cdot-n)$	+ 240	- 1090	+ 230	- 240	- 40	0	+ 10	+ 10	+ 10	+ 10	+ 10
$N^{(1)}_{1\cdot1\cdot0}(n-1\cdot-n)$	+ 240	+ 1160		+ 14380	+ 5650	- 10880	- 2800	- 1130	- 540	- 280	- 160
$N^{(1)}_{1\cdot0\cdot1}(n\cdot-n+1)$	- 1110	- 460	+ 230	- 200	- 200	- 160	- 110	- 70	- 50	- 30	- 20
$N^{(1)}_{1\cdot0\cdot1}(n\cdot-n-1)$	- 1110		- 14020	- 7320	+ 15730	+ 4170	+ 1730	+ 850	+ 450	+ 250	+ 150
$N^{(1)}_{1\cdot2\cdot0}(n+2\cdot-n)$	+ 240	+ 600	+ 100	+ 100	0	0	0	0	0	0	0
$N^{(1)}_{1\cdot2\cdot0}(n\cdot-n)$		- 13700	- 1000	- 4700	- 5000	+ 800	- 400	- 500	- 500	- 400	
$N^{(1)}_{1\cdot2\cdot0}(n-2\cdot-n)$	+ 240	+ 2900	- 100	+ 12100		- 112500	- 42300	+ 82600	+ 21600	+ 9000	
$N^{(1)}_{1\cdot1\cdot1}(n+1\cdot-n+1)$	- 3200	- 1600	- 800	- 200	- 100	- 100	- 100	- 100	- 100	0	
$N^{(1)}_{1\cdot1\cdot1}(n-1\cdot-n+1)$	+ 6600		+ 8500	- 2300	+ 14100	+ 7000	+ 4300	+ 2800	+ 1900	+ 1300	
$N^{(1)}_{1\cdot1\cdot1}(n+1\cdot-n-1)$	+ 6600	+ 5100	+ 1300	+ 6100	- 2200	+ 100	+ 600	+ 600	+ 500	+ 400	
$N^{(1)}_{1\cdot1\cdot1}(n-1\cdot-n-1)$	- 3200	+ 1700	+ 900		+ 258700	+ 114000	- 240500	- 64200	- 27300	- 13900	
$N^{(1)}_{1\cdot0\cdot2}(n\cdot-n+2)$	- 800	+ 3000	+ 1000	+ 400	+ 200	+ 100	+ 100	+ 100	+ 100	+ 100	
$N^{(1)}_{1\cdot0\cdot2}(n\cdot-n)$		- 15200	0	- 12900	- 8000	- 5500	- 3800	- 2700	- 1900	- 1300	
$N^{(1)}_{1\cdot0\cdot2}(n\cdot-n-2)$	- 800	- 12700		- 138500	- 76200	+ 174700	+ 47700	+ 20700	+ 10800	+ 6100	
$N^{(1)}_{1\cdot0\cdot0}(n+1\cdot-n+1)_{+\sigma}$	+ 1500	+ 1900	+ 1200	+ 700	+ 400	+ 300	+ 200	+ 100	+ 100	0	
$N^{(1)}_{1\cdot0\cdot0}(n-1\cdot-n-1)_{-\sigma}$	+ 1500	- 900	- 4900		- 10000	- 3600	+ 6800	+ 1600	+ 600	+ 300	
$N^{(1)}_{1\cdot0\cdot0}(n+1\cdot-n-1)_{+\delta}$	+ 4300	- 400	- 9400	- 2900	- 1300	- 700	- 400	- 200	- 100	- 100	
$N^{(1)}_{1\cdot0\cdot0}(n-1\cdot-n+1)_{-\delta}$	+ 4300		+ 8200	+ 7200	- 6300	- 1900	- 800	- 400	- 200	- 100	
<hr/>											
$N^{(1)}_{2\cdot0\cdot0}(n\cdot-n)$		+ 830	+ 940	- 4460	- 970	- 370	- 180	- 90	- 50	- 30	- 20
$N^{(1)}_{2\cdot1\cdot0}(n+1\cdot-n)$	- 250	+ 3000	+ 100	+ 1700	+ 500	+ 100	0	0	0	0	
$N^{(1)}_{2\cdot1\cdot0}(n-1\cdot-n)$	- 250	- 3600		- 58400	- 17200	+ 75400	+ 15200	+ 5800	+ 2800	+ 1500	
$N^{(1)}_{2\cdot0\cdot1}(n\cdot-n+1)$	+ 2600	+ 900	- 1500	+ 100	+ 400	+ 400	+ 300	+ 200	+ 200	+ 100	
$N^{(1)}_{2\cdot0\cdot1}(n\cdot-n-1)$	+ 2600		+ 60800	+ 21000	- 103700	- 21300	- 8300	- 4100	- 2200	- 1300	

Die in der Gleichung (188) vorkommenden Koeffizienten $B'_{0.p.q}$, $(B'_{1.p.q} - b'_{0.p.q})$, $(B_{2.p.q} - b'_{1.p.q})$ sind in den Tafeln XLV und XLVI durch *Cursiv* ausgezeichnet. Man findet also leicht nach Integration dieser Gleichung den folgenden in Tafel XLVIII gegebenen Ausdruck der Glieder erster Ordnung in der Funktion $[\nu] = [\nu_1 + \nu_2 + \nu_3]$.

XLVIII.

Cosinus.		w^{-1}		w
$2\theta + 2\Delta$	η	- 884.7	+ 1791"	- 1660"
$2\theta + \Delta$	η'	+ 212.1	- 286	- 500
$4\theta + 4\Delta$	η^2	+ 2519	- 8130	
$4\theta + 3\Delta$	$\eta \eta'$	- 6149	+ 13820	
$4\theta + 2\Delta$	η'^2	+ 3560	- 4150	
$4\theta + 3\Delta - \Sigma$	j^2	+ 203	- 350	
+ $(\theta - \theta_0) \sin$ Δ	$\eta \eta'$	+ 570	- 2420	

Für die wichtigsten kurzperiodischen Glieder zweiter Ordnung in ν erhalten wir zufolge der Formeln (180) und (170) und der Tafel XLIV

$$\nu_2'' - [\nu_2''] = -\frac{1}{2}\bar{u}_2 + \frac{1}{4}(\bar{u}_1)^2 + \frac{1}{2}x_1\bar{u}_1 - \left[\frac{1}{4}(\bar{u}_1)^2 + \frac{1}{2}x_1\bar{u}_1 \right] + \frac{1}{2} \int F_2'' d\varepsilon, \quad (189)$$

wo das Glied $\frac{1}{2} \int F_2'' d\varepsilon$ in der folgenden Tafel IL sich befindet.

IL.

Cosinus.		w^{-2}	w^{-1}	
$2\varepsilon + 4\theta + 4\Delta$		+ 0.105	- 0.53	+ 1.2
ε	η	- 0.58	+ 2.5	
$\varepsilon + 4\theta + 4\Delta$	η	+ 0.63	- 2.8	
$2\varepsilon + 2\theta + 2\Delta$	η	- 0.14	+ 0.9	
$2\varepsilon + 6\theta + 6\Delta$	η	- 0.91	+ 5.8	
$3\varepsilon + 4\theta + 4\Delta$	η	- 0.05	+ 0.3	
$\varepsilon + \Delta$	η'	+ 0.15	- 0.6	
$\varepsilon + 4\theta + 3\Delta$	η'	- 0.15	+ 0.6	
$2\varepsilon + 2\theta + 3\Delta$	η'	+ 0.10	- 0.7	
$2\varepsilon + 6\theta + 5\Delta$	η'	+ 1.32	- 7.7	
+ $(\theta - \theta_0) \sin$ $2\varepsilon + 2\theta + 2\Delta$	η	+ 0.28	- 1.7	
$2\varepsilon + 2\theta + 3\Delta$	η'	- 0.21	+ 1.4	

Es würde zu weit führen auch die langperiodischen Glieder zweiter Ordnung in ν zu kontrolliren; sie sind auch die einzigen Glieder, welche durch diese Betrachtungen nicht kontrollirt werden.

Ehe wir den Ausdruck für ν , welcher durch die Formeln (185) und (189) zusammen mit den Tafeln XLVIII und II gegeben ist, mit der vorher gefundenen Entwicklung (165) vergleichen können, ist es notwendig ϑ anstatt θ in den soeben gefundenen Ausdruck einzuführen. Über diese Transformation ist schon vorher (pag. 99, 100) gesprochen. Für die kurzperiodischen Glieder zweiter Ordnung in $\delta\nu$ findet man den Werth

$$-\frac{1}{2} \int F_2'' d\varepsilon.$$

Der Ausdruck für $\delta\nu$ wird also

$$\delta\nu = \eta w \sin \varepsilon \frac{\partial}{\partial \vartheta} \left\{ \frac{1}{2} \bar{u}_1 + \frac{2}{3} x_1 + \frac{1}{3} \eta y_1 \right\} + \frac{1}{8} \left\{ z_1 \frac{dy_1}{d\vartheta} - y_1 \frac{dz_1}{d\vartheta} \right\} - \frac{1}{2} \int F_2'' d\varepsilon. \quad (190)$$

Eine Zusammenstellung der Formeln (171), (185), (189), (190) giebt jetzt

$$\begin{aligned} \nu = & -\frac{1}{2} \bar{u}_1 + \sum N_{p,q}^{(1)} (n+r-s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \cos A \\ & -\frac{1}{2} \bar{u}_2 + \frac{1}{4} (\bar{u}_1)^2 + \frac{1}{2} x_1 \bar{u}_1 - \left[\frac{1}{4} (\bar{u}_1)^2 + \frac{1}{2} x_1 \bar{u}_1 \right] \\ & + \eta w \sin \varepsilon \frac{\partial}{\partial \vartheta} \left\{ \frac{1}{2} \bar{u}_1 + \frac{2}{3} x_1 + \frac{1}{3} \eta y_1 \right\} + \frac{1}{8} \left\{ z_1 \frac{dy_1}{d\vartheta} - y_1 \frac{dz_1}{d\vartheta} \right\} \\ & + [\nu_1 + \nu_2 + \nu_3]. \end{aligned} \quad (191)$$

Die numerische Übereinstimmung der Glieder erster Ordnung in den beiden Formeln (165) und (191) ist für den Zweck dieser Arbeit eine hinreichende.

7. Störungen der dritten Coordinate.¹⁾

Zufolge der Formeln (39), (41) und (83) werden die Breitenstörungen erster Ordnung durch das folgende Formelsystem erhalten:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{t} \sec i \cdot U &= S, \\ \frac{dS}{d\varepsilon} = \Sigma &= - \sum F_{p \cdot q} (n + r \cdot - n + s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \cos A \\ &- \sum G_{p \cdot q} (n + r \cdot - n + s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \cos (A - \psi + \varepsilon) \\ &- \sum H_{p \cdot q} (n + r \cdot - n + s) \eta^p \eta'^q j^{2t} \cos (A + \psi - \varepsilon), \\ u &= \bar{U}. \end{aligned} \right\} \quad (192)$$

Die Koeffizienten in der Entwicklung der Funktion Σ befinden sich in den Tafeln XII bis XIV.

Wir setzen

$$\begin{aligned} \Sigma &= \Sigma_0 + \Sigma_1 w + \Sigma_2 w^2 + \dots \\ S &= S_{-1} \frac{1}{w} + S_0 + S_1 w + \dots \end{aligned}$$

Da nur die Breitenstörungen erster Ordnung in Betracht kommen werden, so können wir ferner setzen

$$\left. \begin{aligned} \theta &= \frac{1}{2} w (\varepsilon - e \sin \varepsilon) + \mu c - c' \\ &= \frac{1}{2} w n t + \frac{1}{2} c - c' \end{aligned} \right\} \quad (193)$$

und die Gleichung (191) in folgender Weise schreiben:

$$\frac{\partial S}{\partial \varepsilon} + \frac{1}{2} w (1 - e \cos \varepsilon) \frac{\partial S}{\partial \theta} = \Sigma. \quad (194)$$

Die Funktionen S_{-1}, S_0, S_1, \dots werden nun so bestimmt, dass nur θ , aber nicht ε , ausserhalb der cos- und sin-Zeichen auftrete.

1) Die in dieser Abteilung vorkommenden Elemente sind die bei der Epoche $t = 0$ osculierenden.

Die Gleichung (194) zerfällt in die folgenden Differentialgleichungen, welche die Bestimmung von S_{-1} , S_0 , S_1 ermitteln.

$$\frac{\partial S_{-1}}{\partial \varepsilon} = 0 \quad (195_{-1})$$

$$\frac{\partial S_0}{\partial \varepsilon} + \frac{1}{2} (1 - e \cos \varepsilon) \frac{\partial S_{-1}}{\partial \theta} = \Sigma_0 \quad (195_0)$$

$$\frac{\partial S_1}{\partial \varepsilon} + \frac{1}{2} (1 - e \cos \varepsilon) \frac{\partial S_0}{\partial \theta} = \Sigma_1 \quad (195_1)$$

.....

Zufolge (195₁) ist S_{-1} Funktion von nur θ (und ψ). Diese Funktion wird durch die Gleichung

$$\frac{1}{2} \frac{dS_{-1}}{d\theta} = [\Sigma_0] \quad (196)$$

bestimmt, wonach $S_0 - [S_0]$ mittelst Integration der Gleichung

$$\frac{\partial (S_0 - [S_0])}{\partial \varepsilon} = \Sigma_0 - [\Sigma_0] + e \cos \varepsilon [\Sigma_0] \quad (197)$$

erhalten wird.

Für $[S_0]$ findet man folgende Differentialgleichung

$$\frac{1}{2} \frac{d[S_0]}{d\theta} = [\Sigma_1] + \left[\frac{1}{2} e \cos \varepsilon \frac{\partial}{\partial \theta} \int \{ \Sigma_0 - [\Sigma_0] \} d\varepsilon \right] \quad (198)$$

und für $S_1 - [S_1]$ die Gleichung

$$\begin{aligned} \frac{\partial (S_1 - [S_1])}{\partial \varepsilon} &= \Sigma_1 - [\Sigma_1] - \frac{1}{2} (1 - e \cos \varepsilon) \frac{\partial}{\partial \theta} \int \{ \Sigma_0 - [\Sigma_0] \} d\varepsilon \\ &\quad + \left[\frac{1}{2} (1 - e \cos \varepsilon) \frac{\partial}{\partial \theta} \int \{ \Sigma_0 - [\Sigma_0] \} d\varepsilon \right] \\ &\quad - \frac{1}{2} (1 - e \cos \varepsilon) e \sin \varepsilon \frac{d[\Sigma_0]}{d\theta} \\ &\quad + e \cos \varepsilon \left\{ [\Sigma_1] + \left[\frac{1}{2} e \cos \varepsilon \frac{\partial}{\partial \theta} \int \{ \Sigma_0 - [\Sigma_0] \} d\varepsilon \right] \right\} \\ &= \Sigma_1 - [\Sigma_1] - \frac{1}{2} (1 - e \cos \varepsilon) \frac{\partial}{\partial \theta} \int \{ \Sigma_0 - [\Sigma_0] \} d\varepsilon \\ &\quad + \left[\frac{1}{2} (1 - e \cos \varepsilon) \frac{\partial}{\partial \theta} \int \{ \Sigma_0 - [\Sigma_0] \} d\varepsilon \right] \\ &\quad - \frac{1}{2} e \sin \varepsilon \frac{d[\Sigma_0]}{d\theta} + e \cos \varepsilon [\Sigma_1] \\ &\quad + \text{Glieder zweiten Grades.} \end{aligned} \quad (199)$$

Endlich ist

$$\frac{1}{2} \frac{d[S_1]}{d\theta} = [\Sigma_2] + \text{Glieder ersten Grades.} \quad (200)$$

Wenn die Gleichungen (197) und (199), mit w multipliciert, nach ausgeführter Integration addiert werden, so folgt die Entwicklung

$$\begin{aligned}
 S - [S] &= S_0 + S_1 w - [S_0 + S_1 w] = \\
 &= \sum \left\{ \tilde{F}_{0.p.q}(n+r \dots -n+s) + w \tilde{F}_{1.p.q}(n+r \dots -n+s) \right\} \eta^p \eta'^q \sin A \\
 &+ \sum \left\{ \tilde{G}_{0.p.q}(n+r \dots -n+s) + w \tilde{G}_{1.p.q}(n+r \dots -n+s) \right\} \eta^p \eta'^q \sin(A - \psi + \varepsilon) \\
 &+ \sum \left\{ \tilde{H}_{0.p.q}(n+r \dots -n+s) + w \tilde{H}_{1.p.q}(n+r \dots -n+s) \right\} \eta^p \eta'^q \sin(A + \psi - \varepsilon) \\
 &+ \delta(S - [S]),
 \end{aligned} \tag{201}$$

wo

$$\begin{aligned}
 \delta(S - [S]) &= e \sin \varepsilon ([\Sigma_0] + [\Sigma_1] w) + \frac{w}{2} e \cos \varepsilon \frac{d[\Sigma_0]}{d\theta} \\
 &= \eta \sin \varepsilon \left\{ (+ 191,9 - 705 w) \cos(\psi + \Delta + \Pi') \right. \\
 &\quad \left. + (- 101,4 + 493 w) \cos(\psi + 4\theta + 3\Delta - \Pi') \right\} + \\
 &+ \eta \cos \varepsilon \cdot \left(\quad + 203 w \right) \sin(\psi + 4\theta + 3\Delta - \Pi').
 \end{aligned} \tag{202}$$

Die Koeffizienten \tilde{F} , \tilde{G} , \tilde{H} werden aus den Grössen F , G , H in den Tafeln XII—XIV mit Anwendung der Formeln (118) und (119) berechnet. Sie sind numerisch bis zum zweiten Grade inclusive in den Tafeln L—LII gegeben.

Die Funktion $[S]$, durch die Gleichung

$$\frac{1}{2} \frac{d[S]}{d\theta} = [\Sigma] + \left[\frac{1}{2} e \cos \varepsilon \frac{\partial}{\partial \theta} \int \{ \Sigma_0 - [\Sigma_0] \} d\varepsilon \right] \tag{203}$$

bestimmt, ist endlich in Tafel LIII ausgeschrieben.

Die Integrationskonstante, welche bei $[S]$ additiv vorkommt, hat, wie bei Hansen, die Form

$$c_1 (\cos \psi - e) + c_2 \sin \psi. \tag{204}$$

L.

	$n = 0$	1	2	3	4	5
$\tilde{F}_{0.1.0}(n+1 \dots -n+1)_{+\pi'}$	+ 52.7	+ 96.0	+ 57.0	+ 33.8	+ 20.1	+ 12.0
$\tilde{F}_{0.1.0}(n-1 \dots -n+1)_{+\pi'}$	+ 158.2		- 285.0	- 101.4	- 46.9	- 24.0
$\tilde{F}_{0.1.0}(n+1 \dots -n-1)_{-\pi'}$	- 158.2	- 191.9	- 95.0	- 50.7	- 28.2	- 16.0
$\tilde{F}_{0.1.0}(n-1 \dots -n-1)_{-\pi'}$	- 52.7	- 191.9	- 285.0		+ 140.8	+ 48.1
$\tilde{F}_{1.1.0}(n+1 \dots -n+1)_{+\pi'}$	- 201	- 352	- 253	- 176	- 119	- 80
$\tilde{F}_{1.1.0}(n-1 \dots -n+1)_{+\pi'}$	- 812		+ 1494	+ 594	+ 304	+ 172
$\tilde{F}_{1.1.0}(n+1 \dots -n-1)_{-\pi'}$	+ 812	+ 897	+ 498	+ 297	+ 182	+ 114
$\tilde{F}_{1.1.0}(n-1 \dots -n-1)_{-\pi'}$	+ 201	+ 513	+ 354		- 1478	- 439

LI.

	$n = 0$	1	2	3	4	5	
$\tilde{G}_{0.0}(n \cdot -n+1)_{+\pi'}$	- 26.37	- 47.98	- 28.50	- 16.90	- 10.06	- 6.02	
$\tilde{G}_{0.0}(n \cdot -n-1)_{-\pi'}$	+ 79.10	+ 95.96	+ 47.49	+ 25.36	+ 14.09	+ 8.02	
$\tilde{G}_{1.0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\pi'}$	+ 90.3	+ 112.3	+ 58.5	+ 29.0	+ 13.6	+ 5.8	
$\tilde{G}_{1.0}(n-1 \cdot -n+1)_{+\pi'}$	+ 530.8	+ 720.8	+ 468.8	+ 311.6	+ 207.7	+ 138.0	
$\tilde{G}_{1.0}(n+1 \cdot -n-1)_{-\pi'}$	- 124.2	- 120.5	- 53.4	- 21.8	- 7.4	- 1.2	
$\tilde{G}_{1.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\pi'}$	+ 609.8	- 1549.0	- 674.0	- 369.6	- 219.0	- 124.2	
$\tilde{G}_{0.1}(n \cdot -n+2)_{+\pi'}$	- 162.4	- 211.5	- 103.8	- 47.7	- 19.7	- 6.4	
$\tilde{G}_{0.1}(n \cdot -n)_{+\pi'}$	- 166.5	- 352.6	- 298.2	- 229.0	- 167.2	- 118.3	
$\tilde{G}_{0.1}(n \cdot -n)_{-\pi'}$	+ 166.5	+ 96.7	+ 13.2	- 14.4	- 20.7	- 19.3	
$\tilde{G}_{0.1}(n \cdot -n-2)_{-\pi'}$	- 1825.7	+ 881.5	+ 516.9	+ 321.2	+ 204.1	+ 124.2	
Faktor w .	$\tilde{G}_{0.0}(n \cdot -n+1)_{+\pi'}$	+ 100.4	+ 176.3	+ 126.7	+ 87.8	+ 59.6	+ 38.7
	$\tilde{G}_{0.0}(n \cdot -n-1)_{-\pi'}$	- 406.6	- 448.6	- 249.2	- 148.6	- 91.5	- 57.2
	$\tilde{G}_{1.0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\pi'}$	- 432	- 592	- 370	- 218	- 122	- 64
	$\tilde{G}_{1.0}(n-1 \cdot -n+1)_{+\pi'}$	-2046	- 3188	- 2412	-1811	-1342	- 982
	$\tilde{G}_{1.0}(n+1 \cdot -n-1)_{-\pi'}$	+ 717	+ 821	+ 440	+ 225	+ 107	+ 44
	$\tilde{G}_{1.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\pi'}$	-2400	+12133	+4938	+2788	+1744	+1020.6
	$\tilde{G}_{0.1}(n \cdot -n+2)_{+\pi'}$	+ 692	+ 951	+ 568	+ 314	+ 158	+ 68
	$\tilde{G}_{0.1}(n \cdot -n)_{+\pi'}$	+ 892	+ 1773	+ 1607	+1356	+1089	+ 844
	$\tilde{G}_{0.1}(n \cdot -n)_{-\pi'}$	- 892	- 747	- 254	- 27	+ 68	+ 98
	$\tilde{G}_{0.1}(n \cdot -n-2)_{-\pi'}$	-13263	- 5889	-3550	-2335	-1586	- 844

LII.

	$n = 0$	1	2	3	4	5	
$\tilde{H}_{0.0}(n \cdot -n+1)_{+\pi'}$	- 79.10	- 47.98	+ 142.48	+ 50.72	+ 23.48	+ 12.04	
$\tilde{H}_{0.0}(n \cdot -n-1)_{-\pi'}$	+ 26.37	+ 95.96	+ 142.48	- 70.45	- 24.07	- 12.04	
$\tilde{H}_{1.0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\pi'}$	- 609.8	- 528.9	- 231.4	- 108.8	- 52.7	- 25.7	
$\tilde{H}_{1.0}(n-1 \cdot -n+1)_{+\pi'}$	+ 124.2	+ 528.9	+1121.6	- 897.4	- 365.8	- 124.2	
$\tilde{H}_{1.0}(n+1 \cdot -n-1)_{-\pi'}$	- 530.8	- 551.7	+ 166.9	+ 64.3	+ 26.5	+ 12.04	
$\tilde{H}_{1.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\pi'}$	- 90.3	- 312.4	- 421.4	- 572.6	- 967.8	- 1020.6	
$\tilde{H}_{0.1}(n \cdot -n+2)_{+\pi'}$	- 1057.7	+ 311.5	+ 111.3	+ 39.4	+ 11.6	+ 6.4	
$\tilde{H}_{0.1}(n \cdot -n)_{+\pi'}$	- 166.5	-1057.7	+1145.2	+ 501.6	+ 276.0	+ 166.5	
$\tilde{H}_{0.1}(n \cdot -n)_{-\pi'}$	+ 166.5	+ 290.1	+ 71.9	+ 62.0	+ 44.9	+ 38.7	
$\tilde{H}_{0.1}(n \cdot -n-2)_{-\pi'}$	+ 162.4	+ 608.6	+ 881.5	+1550.7	+ 1020.6	+ 608.6	
Faktor w .	$\tilde{H}_{0.0}(n \cdot -n+1)_{+\pi'}$	+ 406.6	- 747.7	- 297.2	- 152.5	- 85.8	- 40.6
	$\tilde{H}_{0.0}(n \cdot -n-1)_{-\pi'}$	- 100.4	- 256.6	- 177.7	+ 739.1	+ 219.8	+ 100.4
	$\tilde{H}_{1.0}(n+1 \cdot -n+1)_{+\pi'}$	+2401	+2483	+1362	+ 740	+ 407	+ 223
	$\tilde{H}_{1.0}(n-1 \cdot -n+1)_{+\pi'}$	- 717	-2483	-4550	+8048	+ 3119	+ 717
	$\tilde{H}_{1.0}(n+1 \cdot -n-1)_{-\pi'}$	+2047	-4336	-1408	- 697	- 298	- 204.7
	$\tilde{H}_{1.0}(n-1 \cdot -n-1)_{-\pi'}$	+ 432	+1214	+1481	+1902	+1185	+ 432
	$\tilde{H}_{0.1}(n \cdot -n+2)_{+\pi'}$	-3907	-1706	- 753	- 326	- 126	- 69.2
	$\tilde{H}_{0.1}(n \cdot -n)_{+\pi'}$	+ 892	+3907	-9529	-3936	- 2233	- 892
	$\tilde{H}_{0.1}(n \cdot -n)_{-\pi'}$	- 892	-1855	- 39	- 286	- 270	- 892
	$\tilde{H}_{0.1}(n \cdot -n-2)_{-\pi'}$	- 692	-1987	-2363	- 312	+13643	- 692

LIII. $[S] = \{c_1 (\cos \psi - e) + c_2 \sin \psi\}$.

Sinus.		w^{-1}		w
$\psi + 40 + 3\Delta - \Pi'$	—	— 25.36	+ 123.3	
$40 + 3\Delta - \Pi'$	η	+ 50.7	— 246	
$-\psi + 20 + \Delta - \Pi'$	η	— 816.8	+ 3636	
$\psi + 20 + 3\Delta + \Pi'$	η	— 521.8	+ 2851	
$\psi + 20 + \Delta - \Pi'$	η	+ 432.9	— 2034	
$\psi + 60 + 5\Delta - \Pi'$	η	+ 129.9	— 861	
$\psi - 20 + \Pi'$	η'	— 649.4	+ 3096	
$\psi + 20 + 2\Delta + \Pi'$	η'	+ 596.4	— 2916	
$\psi + 20 + 2\Delta - \Pi'$	η'	— 26.5	+ 495	
$+\psi + 60 + 4\Delta - \Pi'$	η'	— 214.1	+ 1235	
$(\theta - \theta_0) \cos$				
$\psi + \Delta + \Pi'$	—	+ 191.93	— 705.2	+ 1302''
$\Delta + \Pi'$	η	— 383.8	+ 1410	
$\psi + \Delta + \Pi'$	η^2	+ 6584	— 40040	
$\psi - \Delta - \Pi'$	η^2	— 5312	+ 29620	
$\psi + 2\Delta + \Pi'$	$\eta \eta'$	— 5740	+ 36980	
$\psi + \Pi'$	$\eta \eta'$	— 6024	+ 38160	
$\psi - \Pi'$	$\eta \eta'$	+ 6024	— 38160	
$\psi + \Delta + \Pi'$	η'^2	+ 6584	— 40060	
$\psi + \Delta - \Pi'$	η'^2	— 1656	— 11880	
$\psi + \Delta + \Pi'$	j^2	— 3000	+ 18960	

θ_0 wird so gewählt, dass $\theta = \theta_0$ für $t = 0$. Also ist

$$\theta_0 = \frac{1}{2} c - c'$$

und

$$\theta - \theta_0 = \frac{w}{2} n t$$

Zufolge der Formel

$$\frac{u}{\cos i} = t \cdot \bar{S}$$

werden die Breitenstörungen mittelst der folgenden Gleichung erhalten:

$$\left. \begin{aligned} \frac{u}{t \cos i} &= n t \{ K_1 (\cos \varepsilon - e) + K_2 \sin \varepsilon \} \\ &+ c_1 (\cos \varepsilon - e) + c_2 \sin \varepsilon \\ &+ \sum U_{p \cdot q} \eta^p \eta'^q \sin A \end{aligned} \right\} \quad (205)$$

Die Koeffizienten $U_{p \cdot q}$ sind in Tafel LIV gegeben; die Grössen K_1 und K_2 befinden sich in Tafel LV¹⁾; endlich werden c_1 und c_2 so bestimmt, dass

$$u = 0, \quad \frac{du}{dt} = 0 \quad \text{bei der Epoche } t = 0.$$

1) Die Grössen $U_{p \cdot q}$, K_1 und K_2 sind in Bogensekunden ausgedrückt.

LIV. $\sum U_{p,q} \eta^p \eta'^q \sin A.$

Sinus.		w^{-1}		w
$-\frac{3}{2}\epsilon - \theta - 2\Delta - \Pi'$			2.0569n	2.793
$-\epsilon - \Delta - \Pi'$			1.681	2.245n
$-\frac{1}{2}\epsilon + \theta - \Pi'$			2.3241	3.0060n
$2\theta + \Delta - \Pi'$			2.2831	2.848n
$\frac{1}{2}\epsilon + 3\theta + 2\Delta - \Pi'$			2.2788	2.630n
$\epsilon + 4\theta + 3\Delta - \Pi'$		1.4041n	2.1723	
$\frac{3}{2}\epsilon + 5\theta + 4\Delta - \Pi'$			1.751n	2.812
$-\epsilon - 2\theta - 3\Delta - \Pi'$	η	2.7175	3.4858n	
$-\frac{1}{2}\epsilon - \theta - 2\Delta - \Pi'$	η		3.1156n	3.738
$-\Delta - \Pi'$	η		3.0622n	3.726
$+\frac{1}{2}\epsilon + \theta - \Pi'$	η		3.2111n	3.854
$\epsilon + 2\theta + \Delta - \Pi'$	η	2.6364	3.3703n	
$-\epsilon + 2\theta + \Delta - \Pi'$	η	2.9121n	3.4958	
$-\frac{1}{2}\epsilon + 3\theta + 2\Delta - \Pi'$	η		3.3532n	4.1452
$4\theta + 3\Delta - \Pi'$	η	1.705	3.1590n	3.826
$\frac{1}{2}\epsilon + 5\theta + 4\Delta - \Pi'$	η		3.0781n	3.398
$\epsilon + 6\theta + 5\Delta - \Pi'$	η	2.1136	3.0136n	
$-\epsilon - 2\theta - 2\Delta - \Pi'$	η'	2.7755n	3.5071	
$-\epsilon + 2\theta - \Pi'$	η'	2.8125	3.4426n	
$-\frac{1}{2}\epsilon + 3\theta + \Delta - \Pi'$	η'		3.3863	4.1833n
$4\theta + 2\Delta - \Pi'$	η'		3.2462	3.916n
$\frac{1}{2}\epsilon + 5\theta + 3\Delta - \Pi'$	η'		3.3156	3.587n
$\epsilon + 6\theta + 4\Delta - \Pi'$	η'	2.3306n	3.1920	

LV_I K₁.

Cosinus.			w	w^2
$\Delta + \Pi'$	$-$	1.9821	2.5473n	2.8136
$\Delta + \Pi'$	η^2	2.8035	3.7168n	
$\Delta + \Pi'$	η'^2	3.5175	4.3017n	
$\Delta + \Pi'$	j^2	3.1761n	3.9768	
$2\Delta + \Pi'$	$\eta \eta'$	3.4579n	4.2670	
$\Delta - \Pi'$	η'^2	2.9180n	3.7738	

LV_{II} K₂.

Sinus.			w	w^2
$\Delta + \Pi'$	$-$	1.9821n	2.5473	2.8136n
$\Delta + \Pi'$	η^2	3.7744n	4.5420	
$\Delta + \Pi'$	η'^2	3.5175n	4.3017	
$\Delta + \Pi'$	j^2	3.1761	3.9768n	
$2\Delta + \Pi'$	$\eta \eta'$	3.4579	4.2670n	
Π'	$\eta \eta'$	3.7799	4.5816n	
$\Delta - \Pi'$	η'^2	2.9180	3.7738n	

8. Bestimmung der Integrationsconstanten.

Im Vorhergehenden sind $n\delta z$ und ν analytisch gegeben als Functionen von ε und von den noch unbekanntenen Grössen a , e , π und c , die als Integrationsconstanten auftreten. Auf anderer Stelle¹⁾ ist vorher angegeben, wie man diese Integrationsconstanten aus den für die Epoche $t=0$ osculirenden Elementen a_0 , e_0 , π_0 und c_0 berechnen kann. Mit Anwendung der besprochenen Methode werden jedoch nur die Glieder erster Ordnung in den Differenzen $a-a_0$, $e-e_0$, $\pi-\pi_0$ und $c-c_0$ berücksichtigt. Es wird aber, besonders in schwierigen Fällen, wo die genannten Differenzen sehr gross werden, vortheilhafter sein die Elemente a , e , π , c schon anfangs mit grösserer Genauigkeit zu berechnen. Es wird dann längere Zeit dauern, ehe eine Elementverbesserung nöthig wird. Besonders wichtig ist aber die genauere Methode, wenn die für eine Elementverbesserung nöthigen Beobachtungen fehlen.

Um jetzt die Konstanten a , e , π und c zu bestimmen gehen wir aus von den folgenden für die Epoche geltenden Gleichungen:

$$\varepsilon_0 - e_0 \sin \varepsilon_0 = c_0 \quad (206)$$

$$\left. \begin{aligned} r_0 \cos(v_0 - \pi_0) &= a_0 (\cos \varepsilon_0 - e_0) \\ r_0 \sin(v_0 - \pi_0) &= a_0 \sqrt{1 - e_0^2} \sin \varepsilon_0 \end{aligned} \right\} \quad (207)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{d}{dt} [r_0 \cos(v_0 - \pi_0)] &= -\frac{a_0^2 n_0}{r_0} \sin \varepsilon_0 \\ \frac{d}{dt} [r_0 \sin(v_0 - \pi_0)] &= \frac{a_0^2 n_0}{r_0} \sqrt{1 - e_0^2} \cos \varepsilon_0 \end{aligned} \right\} \quad (208)$$

$$\varepsilon_1 - e \sin \varepsilon_1 = c + n\delta z \quad (209)$$

$$\left(\frac{d\varepsilon}{dt}\right)_{t=0} = \frac{n}{1 - e \cos \varepsilon_1 - \left(\frac{dn\delta z}{d\varepsilon}\right)_{t=0}} = \frac{na(1 + \bar{W})}{r_0(1 - \nu)}$$

1) Astr. Nachr. № 3654.

$$\left. \begin{aligned} r_0 \cos(v_0 - \pi) &= a(1 + \nu) (\cos \varepsilon_1 - e) \\ r_0 \sin(v_0 - \pi) &= a(1 + \nu) \sqrt{1 - e^2} \sin \varepsilon_1 \end{aligned} \right\} \quad (210)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{d}{dt} [r_0 \cos(v_0 - \pi)] &= \left[\frac{\frac{d\nu}{d\varepsilon}}{1 + \nu} r_0 \cos(v_0 - \pi) - \frac{1}{\sqrt{1 - e^2}} r_0 \sin(v_0 - \pi) \right] \frac{na(1 + \bar{W})}{r_0(1 - \nu)} \\ \frac{d}{dt} [r_0 \sin(v_0 - \pi)] &= \left[\frac{\frac{d\nu}{d\varepsilon}}{1 + \nu} r_0 \sin(v_0 - \pi) + \sqrt{1 - e^2} r_0 \cos(v_0 - \pi) + \sqrt{1 - e^2} a(1 + \nu)e \right] \frac{na(1 + \bar{W})}{r_0(1 - \nu)} \end{aligned} \right\} \quad (211)$$

Mit Anwendung der Bezeichnungen

$$A = \frac{a(1 + \nu)}{r_0} \quad (212)$$

$$s = \frac{\frac{d\nu}{d\varepsilon}}{1 + \nu} \quad (213)$$

$$\left. \begin{aligned} \sin(v_0' - \pi_0) &= \frac{\sin \varepsilon_0}{\sqrt{1 - e_0^2 \cos^2 \varepsilon_0}} \\ \cos(v_0' - \pi_0) &= \frac{\sqrt{1 - e_0^2} \cos \varepsilon_0}{\sqrt{1 - e_0^2 \cos^2 \varepsilon_0}} \end{aligned} \right\} \quad (214)$$

woraus sich ergibt

$$\left. \begin{aligned} \sin(v_0' - v_0) &= -\frac{e_0 \sin \varepsilon_0}{\sqrt{1 - e_0^2 \cos^2 \varepsilon_0}} \\ \cos(v_0' - v_0) &= \frac{\sqrt{1 - e_0^2}}{\sqrt{1 - e_0^2 \cos^2 \varepsilon_0}} \end{aligned} \right\} \quad (215)$$

bekommt man anstatt (210) und (211) die Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} \sqrt{1 - e^2} [\cos(v_0 - \pi) + Ae] &= A \sqrt{1 - e^2} \cos \varepsilon_1 \\ \sin(v_0 - \pi) &= A \sqrt{1 - e^2} \sin \varepsilon_1 \end{aligned} \right\} \quad (216)$$

$$\left. \begin{aligned} -\frac{a_0^2 n_0}{r_0} \sqrt{1 - e_0^2 \cos^2 \varepsilon_0} \sin(v_0' - \pi) &= \left[s \cos(v_0 - \pi) - \frac{1}{\sqrt{1 - e^2}} \sin(v_0 - \pi) \right] na \frac{1 + \bar{W}}{1 - \nu} \\ \frac{a_0^2 n_0}{r_0} \sqrt{1 - e_0^2 \cos^2 \varepsilon_0} \cos(v_0' - \pi) &= [s \sin(v_0 - \pi) + \sqrt{1 - e^2} \cos(v_0 - \pi) + Ae \sqrt{1 - e^2}] na \frac{1 + \bar{W}}{1 - \nu} \end{aligned} \right\} \quad (217)$$

von welchen zwei letzten, zufolge (215), die folgenden abgeleitet werden können:

$$\left. \begin{aligned} \frac{a_0^2 n_0}{r_0} \sqrt{1 - e_0^2} &= \sqrt{1 - e^2} [A^2 - Ae (\cos(v_0 - \pi) + Ae)] na \frac{1 + \bar{W}}{1 - v} \\ \frac{a_0^2 n_0}{r_0} e_0 \sin \varepsilon_0 &= \left[s - \frac{e^2}{\sqrt{1 - e^2}} \sin(v_0 - \pi) \cos(v_0 - \pi) + Ae \sqrt{1 - e^2} \sin(v_0 - \pi) \right] na \frac{1 + \bar{W}}{1 - v}. \end{aligned} \right\} (218)$$

Nachdem man ε_1 aus (216) eliminiert hat, ergibt sich

$$(1 - e^2) [\cos(v_0 - \pi) + Ae]^2 + \sin^2(v_0 - \pi) = A^2 (1 - e^2). \quad (219)$$

Aus den Gleichungen (218) und (219) müssen die drei unbekanntes A (oder a), e und π bestimmt werden.

Der Kürze wegen führen wir die Grössen

$$\left. \begin{aligned} \xi &= e \cos(v_0 - \pi) \\ \xi' &= e \sin(v_0 - \pi) \end{aligned} \right\} (220)$$

ein und bekommen

$$\left. \begin{aligned} [A(1 - \xi^2 - \xi'^2) - \xi]^2 &= 1 \\ \frac{a_0^2 n_0}{r_0} \sqrt{1 - e_0^2} &= A [A(1 - \xi^2 - \xi'^2) - \xi] \sqrt{1 - \xi^2 - \xi'^2} na \frac{1 + \bar{W}}{1 - v} \\ \frac{a_0^2 n_0}{r_0} e_0 \sin \varepsilon_0 &= \left[\frac{s}{\sqrt{1 - \xi^2 - \xi'^2}} + \frac{\xi'}{1 - \xi^2 - \xi'^2} \{A(1 - \xi^2 - \xi'^2) - \xi\} \right] \sqrt{1 - \xi^2 - \xi'^2} na \frac{1 + \bar{W}}{1 - v}. \end{aligned} \right\}$$

Die erste Gleichung giebt

$$A(1 - \xi^2 - \xi'^2) - \xi = +1,$$

und mit Anwendung dieses Resultates ergibt sich aus den zwei anderen:

$$\begin{aligned} A^2 (1 - \xi'^2 - \xi'^2) &= \frac{a_0^4 n_0^2}{r_0^2} \frac{1 - e_0^2}{n^2 a^2} \left(\frac{1 - v}{1 + \bar{W}} \right)^2 = \frac{a a_0}{r_0^2} (1 - e_0^2) \left(\frac{1 - v}{1 + \bar{W}} \right)^2 \\ \frac{s}{\sqrt{1 - \xi^2 - \xi'^2}} + \frac{\xi'}{1 - \xi^2 - \xi'^2} &= A \frac{e_0 \sin \varepsilon_0}{\sqrt{1 - e_0^2}} \end{aligned}$$

Statt dieser Gleichungen werden endlich, mit Anwendung der Bezeichnung

$$1 + p = \frac{a_0}{r_0} (1 - e_0^2) \left(\frac{1 - v}{1 + \bar{W}} \right)^2 \frac{1}{1 + v}, \quad (221)$$

die folgenden abgeleitet:

$$\left. \begin{aligned} \xi &= p \\ \xi' &= \frac{e_0 \sin \varepsilon_0}{\sqrt{1-e_0^2}} (1+p) - \frac{s}{\sqrt{A}} \sqrt{1+p} \\ \xi^2 + \xi'^2 &= 1 - \frac{1+p}{A}. \end{aligned} \right\} \quad (222)$$

Jetzt ist es leicht ξ und ξ' zu eliminieren und die Gleichung für A aufzuschreiben.

Mit der Bezeichnung

$$1+q = \left(\frac{1-v}{1+W} \right)^2 \frac{1}{1+v}, \quad (223)$$

woraus sich ergibt

$$1+p = \frac{1-e_0^2}{1-e_0 \cos \varepsilon_0} (1+q),$$

folgt nämlich:

$$A [1 - e_0 \cos \varepsilon_0 - q (1 + e_0 \cos \varepsilon_0)] - (1 + s^2) = - \frac{2e_0 \sin \varepsilon_0}{\sqrt{1-e_0 \cos \varepsilon_0}} s \sqrt{1+q} \sqrt{A}. \quad (224)$$

Wenn wir also anstatt (212) schreiben

$$A = \frac{\left(1 + \frac{a-a_0}{a_0}\right) (1+v)}{1-e_0 \cos \varepsilon_0} = \frac{1+\sigma}{1-e_0 \cos \varepsilon_0},$$

so bekommen wir für die Berechnung von a die Relationen:

$$\frac{a-a_0}{a_0} = \frac{\sigma-v}{1+v} \quad (225)$$

$$(1+\sigma) \left[1 - q \frac{1+e_0 \cos \varepsilon_0}{1-e_0 \cos \varepsilon_0} \right] - (1+s^2) = - \frac{2e_0 \sin \varepsilon_0}{1-e_0 \cos \varepsilon_0} s \sqrt{1+q} \sqrt{1+\sigma}. \quad (226)$$

Für e^2 finden wir zufolge der dritten Gleichung im Formelsystem (222) den Ausdruck:

$$e^2 = 1 - \frac{1+p}{A} = 1 - \frac{1+q}{1+\sigma} (1 - e_0^2),$$

d. h.

$$\frac{e^2 - e_0^2}{1 - e_0^2} = \frac{\sigma - q}{1 + \sigma}. \quad (227)$$

Ferner folgt von (220) und (222) für π die Gleichung:

$$e \sin(\pi - \pi_0) = \xi \sin(v_0 - \pi_0) - \xi' \cos(v_0 - \pi_0) \\ = p \frac{\sqrt{1-e_0^2} \sin \varepsilon_0}{1-e_0 \cos \varepsilon_0^2} - \left[\frac{e_0 \sin \varepsilon_0}{\sqrt{1-e_0^2}} (1+p) - s \sqrt{1-e_0^2} \sqrt{\frac{1+q}{1+\sigma}} \right] \frac{\cos \varepsilon_0 - e_0}{1-e_0 \cos \varepsilon_0},$$

d. h.

$$e \sin(\pi - \pi_0) = \frac{\sqrt{1-e_0^2}}{1-e_0 \cos \varepsilon_0} \left\{ q \sin \varepsilon_0 + s \sqrt{\frac{1+q}{1+\sigma}} (\cos \varepsilon_0 - e_0) \right\}. \quad (228)$$

In ähnlicher Weise findet man

$$e \cos(\pi - \pi_0) = e_0 + \frac{1-e_0^2}{1-e_0 \cos \varepsilon_0} \left\{ q \cos \varepsilon_0 - s \sqrt{\frac{1+q}{1+\sigma}} \sin \varepsilon_0 \right\}. \quad (229)$$

Endlich wird c durch die Formeln:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \frac{1}{2} (v_0 - \pi_0) &= \sqrt{\frac{1+e_0}{1-e_0}} \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varepsilon_0 \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varepsilon_1 &= \sqrt{\frac{1-e}{1+e}} \operatorname{tg} \frac{1}{2} (v_0 - \pi) \end{aligned} \right\} \quad (230)$$

$$c = \varepsilon_1 - e \sin \varepsilon_1 - n \delta z \quad (231)$$

bestimmt.

Es wäre jetzt möglich a , e und π mittels succesiven Annäherungen zu berechnen. Man hätte dann die Berechnung von q , s , v und $n\delta z$ zuerst mit den osculirenden Elementen ausführen. Mit den so erhaltenen Werthen von q , s , v und $n\delta z$ würden die Gleichungen (225) — (231) eine erste Annäherung an die Grössen a , e , π und c geben, welche als Ausgangspunkt für eine zweite Berechnung von q , s , v und $n\delta z$ dienen könnte u. s. w.

Anstatt diese Annäherungsmethode anzuwenden, werden wir doch den Gleichungen (225) — (229) eine Form geben, die es gestattet die Berechnung von a , e und π direkt auszuführen.

Die Auflösung der Gleichung (226) giebt

$$\sigma = q + \frac{2e_0}{1-e_0 \cos \varepsilon_0} [q \cos \varepsilon_0 - s \sin \varepsilon_0] + s^2 + q^2 \\ + \frac{2e_0}{(1-e_0 \cos \varepsilon_0)^2} [q \cos \varepsilon_0 - s \sin \varepsilon_0] [2q - se_0 \sin \varepsilon_0] + \dots,$$

wo nur Glieder 3-ter Ordnung nicht mitgenommen sind.

Ferner ist zufolge der Formel (223) und des Ausdruckes für Ξ (pag. 7)

$$q = \frac{1-\nu}{1+\bar{W}} \left[\frac{1-\nu}{1+\bar{W}} \frac{1}{1+\nu} - \frac{1+\bar{W}}{1-\nu} \right] = -\frac{1}{2} \frac{1-\nu}{1+\bar{W}} [\bar{W} - \Xi],$$

wovon mit Anwendung der Bezeichnungen

$$\left. \begin{aligned} W &= x + y \cos \psi + z \sin \psi \\ \bar{W} &= x + y \cos \varepsilon_1 + z \sin \varepsilon_1 \end{aligned} \right\} \quad (232)$$

sich ergibt

$$q = -\frac{1}{2} \frac{1-\nu}{1+\bar{W}} [y (\cos \varepsilon_1 - e) + z \sin \varepsilon_1].$$

Die Formeln (213) und (37) geben weiter

$$s = -\frac{1}{2} \frac{1-\nu}{1+\bar{W}} [-y \sin \varepsilon_1 + z \cos \varepsilon_1].$$

Mit Berücksichtigung des Ausdruckes (36) für ν und der Formel

$$\Xi = x + ey,$$

welche aus (35) und (232) entsteht, ist es offenbar, dass q , s und ν sich als Potenzreihen in x , y und z ausdrücken lassen. Die Coefficienten dieser Reihen sind Functionen von e , e_0 , ε_1 und ε_0 . Um hier e und ε , durch e_0 und ε_0 auszudrücken leiten wir aus den Formeln (228), (229) und (230) die Glieder erster Ordnung dieser Grössen ab und finden

$$e = e_0 - \frac{1-e_0^2}{2} y + \dots$$

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_0 + \frac{1}{2} y \sin \varepsilon_0 + \frac{1}{2e_0} z (1 - e_0 \cos \varepsilon_0) + \dots$$

Nach der Substitution dieser Ausdrücke in den besprochenen Coefficienten entstehen nach ziemlich langen Rechnungen, welche hier nicht mitgetheilt werden, folgende einfache Formeln

$$\left. \begin{aligned} \frac{w-w_0}{1-w} = \frac{n-n_0}{n_0} &= -\frac{3}{2} \frac{a-a_0}{a_0} + \frac{15}{8} \left(\frac{a-a_0}{a_0} \right)^2 + \dots = \\ &= -\left(x - \frac{1}{2} ey \right) + \frac{3}{8} (y^2 + z^2) + \frac{5}{9} x^2 - \frac{8}{9} e_0 xy + \frac{1}{18} e_0^2 y^2 + \dots, \end{aligned} \right\} \quad (233)$$

$$\frac{e - e_0}{1 - e_0^2} = -\frac{1}{2}y - \frac{z^2}{8e_0} + \frac{1}{6}xy - \frac{1}{3}e_0y^2 + \dots, \quad (234)$$

$$e \sin(\pi - \pi_0) = \sqrt{1 - e_0^2} \left\{ -\frac{1}{2}z + \left(\frac{1}{4e_0} - \frac{e_0}{3} \right) yz + \frac{1}{6}xz + \dots \right\}, \quad (235)$$

$$e \cos(\pi - \pi_0) = e_0 + (1 - e_0^2) \left\{ -\frac{1}{2}y - \frac{z^2}{4e_0} + \frac{1}{6}xy - \frac{1}{3}e_0y^2 + \dots \right\}. \quad (236)$$

Hier sind nur Glieder dritter Ordnung der störenden Masse nicht mitgenommen.

Aus einer eingehenden Untersuchung hat es sich jetzt ergeben, dass die Glieder von dem dritten Range¹⁾ und diejenigen von dem zweiten Range, welche vom zweiten Grade und zweiter Ordnung sind, vernachlässigt werden können, weil dadurch unter Annahme

$$e_0 = \frac{1}{10}, \quad w_0 = \frac{1}{20}$$

ein Fehler von nur 0,03 in n entsteht.

Man kann also (vergl. § 4) schreiben

$$\frac{w - w_0}{1 - w} = - (x_1 - \eta y_1) - (x_2' - \eta y_2') - ([x_2] - \eta [y_2]) - (x_2'' - \eta y_2'') + \frac{3}{8}(y_1^2 + z_1^2). \quad (237)$$

In den vier letzten Gliedern ist es erlaubt η , π , ε_1 , θ_1 , Δ , Σ durch η_0 , π_0 , ε_0 , θ_0 , Δ_0 , Σ_0 zu ersetzen, weil dadurch nur Glieder dritten Ranges vernachlässigt werden.

Im ersten Glied dagegen müssen wir, von den Formeln [vergl. (235), (236), (230), (43) und (67)]

$$\left. \begin{aligned} \eta &= \eta_0 - \frac{1}{4}y_1 \\ \Delta &= \Delta_0 - \frac{1}{4}\frac{1}{\eta_0}z_1 + \frac{1}{2}\eta_0z_1 \\ \varepsilon_1 &= \varepsilon_0 + \frac{1}{4}\frac{1}{\eta_0}z_1 + \frac{1}{2}y_1 \sin \varepsilon_0 - \frac{1}{2}z_1 \cos \varepsilon_0 \\ \theta_1 &= \theta_0 + \frac{1}{8}\frac{1}{\eta_0}z_1 + \frac{1}{2}(1 - \eta_0 \cos \varepsilon_0)(y_1 \sin \varepsilon_0 - z_1 \cos \varepsilon_0) \end{aligned} \right\} \quad (238)$$

ausgehend, die folgenden Werthe einführen:

$$\begin{aligned} \eta \cos(2\theta + 2\Delta) &= \eta_0 \cos(2\theta_0 + 2\Delta_0) - \frac{1}{4} [y_1 \cos(2\theta_0 + 2\Delta_0) - z_1 \sin(2\theta_0 + 2\Delta_0)] \\ &\quad - \eta_0 \sin(2\theta_0 + 2\Delta_0) [y_1 \sin \varepsilon_0 - z_1 \cos \varepsilon_0], \end{aligned}$$

$$\eta' \cos(2\theta + \Delta) = \eta' \cos(2\theta_0 + \Delta_0) - \eta' \sin(2\theta_0 + \Delta_0) [y_1 \sin \varepsilon_0 - z_1 \cos \varepsilon_0],$$

1) Vergl. pag. 53.

$$\begin{aligned}\eta^2 \cos(4\theta + 4\Delta) &= \eta_0^2 \cos(4\theta_0 + 4\Delta_0) - \frac{1}{2} \eta_0 [y_1 \cos(4\theta_0 + 4\Delta_0) - z_1 \sin(4\theta_0 + 4\Delta_0)], \\ \eta \eta' \cos(4\theta + 3\Delta) &= \eta_0 \eta' \cos(4\theta_0 + 3\Delta_0) - \frac{1}{4} \eta' [y_1 \cos(4\theta_0 + 3\Delta_0) - z_1 \sin(4\theta_0 + 3\Delta_0)], \\ \eta'^2 \cos(4\theta + 2\Delta) &= \eta'^2 \cos(4\theta_0 + 2\Delta_0),\end{aligned}$$

u. s. w.

Wir bekommen dann

$$-(x_1 - \eta y_1) = -(x_1 - \eta y_1)_0 - \delta \varphi_1,$$

wo $(x_1 - \eta y_1)_0$ der Werth von $(x_1 - \eta y_1)$ ist (pag. 61), wenn η , θ , Δ und Σ durch η_0 , θ_0 , Δ_0 und Σ_0 ersetzt werden.

Nach Ausführung der Rechnungen findet man, dass alle Glieder ersten Grades in der Function

$$-\delta \varphi_1 - (x_2' - \eta y_2') - ([x_2] - \eta [y_2]) + \frac{3}{8} (y_1^2 + z_1^2)$$

einander vollständig aufheben. Das einzige übrig bleibende Glied ist

$$G = + 0,000.002.299 w^{-2} - 0,000.012.02 w^{-1} + 0,000.028.1.$$

Die Gleichung (237) wird also

$$\frac{w - w_0}{1 - w} = -(x_1 - \eta y_1)_0 + G - (x_2'' - \eta y_2''), \quad (239)$$

d. h. bekommt die allgemeine Form:

$$w - w_0 = \dots + A_{-3} w^{-3} + A_{-2} w^{-2} + A_{-1} w^{-1} + A_0 + A_1 w + A_2 w^2 + \dots \quad (240)$$

Die Coefficienten $A_{-3} \dots A_2$ sind in Tafel LVI als Functionen der osculirenden Elemente gegeben. Man hat nämlich

$$A_p = \sum_q K_p^{(q)} E^{(q)} \cos X^{(q)}. \quad (241)$$

In der ersten Kolumne stehen die Argumente $X^{(q)}$, in der zweiten die Factoren $E^{(q)}$ und in den folgenden die Zahlen $K_{-3}^{(q)} \dots K_2^{(q)}$. q ist die Ordnungszahl der Zeile.

Der Kürze wegen ist in der ersten Kolumne die Bezeichnung

$$\left. \begin{aligned} \Gamma &= \frac{1}{2} \varepsilon_0 + \theta_0 + \Delta_0 \\ &= \frac{1}{2} \varepsilon_0 + \frac{1}{2} c_0 - c' + \Delta_0 \end{aligned} \right\} \quad (242)$$

angewandt worden.

Im Allgemeinen wird w aus 2 oder 3 successiven Annäherungen nach folgendem Schema ermittelt

$$\begin{aligned}
 &1) \quad w_1 = w_0 \\
 &2) \quad w_2 = w_0 + \sum_{p=-3}^{+2} A_p w_1^p \\
 &3) \quad w = w_0 + \sum_{\mu=-3}^{+2} A_\mu w_2^\mu.
 \end{aligned}
 \tag{243}$$

LVI.

$w - w_0$.

$X^{(q)}$	$E^{(q)}$	$K_{-3}^{(q)}$	$K_{-2}^{(q)}$	$K_{-1}^{(q)}$	$K_0^{(q)}$	$K_1^{(q)}$	$K_2^{(q)}$
— — Δ_0	η_0^2 $\eta_0 \eta'$	4.6628 4.5185 <i>n</i>	4.3615 5.4425 <i>n</i> 5.3598	5.1559 <i>n</i> 5.8751 5.8633 <i>n</i>	5.6031		
Γ					6.6599	7.3731 <i>n</i>	7.7490
2 Γ					7.1194	7.7573 <i>n</i>	8.0551
3 Γ					6.8443	7.5460 <i>n</i>	7.9059
4 Γ					6.5883	7.3454 <i>n</i>	7.7597
5 Γ					6.3438	7.1488 <i>n</i>	7.6130
6 Γ					6.1067	6.9557 <i>n</i>	
7 Γ					5.8748	6.7632 <i>n</i>	
8 Γ					5.6470	6.5707 <i>n</i>	
— 3 Γ + 2 θ_0 + 2 Δ_0	η_0				6.8821 <i>n</i>	7.6073	
— 2 Γ + »	»				7.0986 <i>n</i>	7.6971	
— Γ + »	»				6.3586	7.0712 <i>n</i>	
+ »	»			7.6324 <i>n</i>	8.2143	8.4121 <i>n</i>	
Γ + »	»				8.0896 <i>n</i>	8.9550	9.5668 <i>n</i>
2 Γ + »	»				7.8150 <i>n</i>	8.6563	9.2006 <i>n</i>
3 Γ + »	»				7.6057 <i>n</i>	8.4654	9.0111 <i>n</i>
4 Γ + »	»				7.4129 <i>n</i>	8.3002	8.8662 <i>n</i>
5 Γ + »	»				7.2253 <i>n</i>	8.1427	
6 Γ + »	»				7.0397 <i>n</i>	7.9867	
7 Γ + »	»				6.8646 <i>n</i>	7.8327	
2 θ_0 + Δ_0	η'			7.1882	7.8314 <i>n</i>	8.1058	
Γ + »	»				8.2965	9.1085 <i>n</i>	9.6833
2 Γ + »	»				8.0433	8.8317 <i>n</i>	9.3296
3 Γ + »	»				7.8458	8.6562 <i>n</i>	9.1545
4 Γ + »	»				7.6602	8.5030 <i>n</i>	
5 Γ + »	»				7.4780	8.3545 <i>n</i>	
6 Γ + »	»				7.2958	8.2053 <i>n</i>	
7 Γ + »	»				7.1131	8.0546 <i>n</i>	
— Γ + 4 θ_0 + 4 Δ_0	η_0^2				8.4679 <i>n</i>	8.8853	
»	»	4.6628	5.4425 <i>n</i>	8.0868	8.8275 <i>n</i>	9.2124	
Γ + »	»				8.7851	9.8235 <i>n</i>	
2 Γ + »	»				8.4879	9.4883 <i>n</i>	
3 Γ + »	»				8.3273	9.3004 <i>n</i>	
4 Γ + »	»				8.1627	9.1486 <i>n</i>	
5 Γ + »	»				8.0049	9.0105 <i>n</i>	

LVI. (Forts.)

$$w - w_0.$$

$X^{(q)}$	$E^{(q)}$	$K_{-3}^{(q)}$	$K_{-2}^{(q)}$	$K_{-1}^{(q)}$	$K_0^{(q)}$	$K_1^{(q)}$	$K_2^{(q)}$
$\Gamma + 4\theta_0 + 3\Delta_0$	$\eta_0 \eta'$				8.8838	9.0553 n	
»	»	4.5185 n	5.3598	8.5536 n	9.2179	9.5173 n	
$\Gamma +$	»				9.2783 n	0.2834	
$2\Gamma +$	»				9.0241 n	9.9635	
$3\Gamma +$	»				8.8482 n	9.7851	
$4\Gamma +$	»				8.6916 n	9.6434	
$5\Gamma +$	»				8.5402 n	9.5130	
$4\theta_0 + 2\Delta_0$	η'^2			8.4132	8.9759 n	9.1659	
$\Gamma +$	»				9.1714	0.1381 n	
$2\Gamma +$	»				8.9358	9.8333 n	
$3\Gamma +$	»				8.7720	9.6682 n	
$4\Gamma +$	»				8.6238	9.5373 n	
$4\theta_0 + 3\Delta_0 - \Sigma_0$	j^2			7.1691	7.9365 n	8.3729	
$2\theta_0 + 2\Delta_0$	η_0^3	5.4183 n	6.2923	7.4533 n	8.6628		
$6\theta_0 + 6\Delta_0$	»	5.4183 n	6.2923	8.6314 n	9.4362		
$2\theta_0 + \Delta_0$	$\eta_0^2 \eta'$	5.8848	6.7193 n	8.4997	9.2806 n		
$2\theta_0 + 3\Delta_0$	»	4.9731	5.8921 n	8.0350 n	8.1931		
$6\theta_0 + 5\Delta_0$	»	5.9345	6.7853 n	9.2765	0.0330 n		
$2\theta_0$	$\eta_0 \eta'^2$	5.7443 n	6.5340	8.3762 n	9.1031		
$6\theta_0 + 4\Delta_0$	»	5.9191 n	6.7404	9.4425 n	0.1464		
$6\theta_0 + 3\Delta_0$	η'^3	5.3010	6.1461 n	9.1290	9.7731 n		
$2\theta_0 + 2\Delta_0$	$j^2 \eta_0$			8.5904	9.3493 n		
$2\theta_0 + \Delta_0 - \Sigma_0$	»	4.5051 n	5.4150	8.1004 n	8.8727		
$6\theta_0 + 5\Delta_0 - \Sigma_0$	»			8.0569 n	8.9294		
$2\theta_0 + \Delta_0$	$j^2 \eta'$			8.5589 n	9.3247		
$6\theta_0 + 4\Delta_0 - \Sigma_0$	»			8.2695	9.1038 n		

In schwierigen Fällen, wenn w_0 und also auch w sehr klein sind ($580 < n_0 < 620$), kann die Differenz $w - w_0$ bedeutend werden, und man sucht am besten die erste Annäherung von w grafisch.

Die Genauigkeit, mit welcher man w oder n aus der Gleichung (240) bekommt, hängt wesentlich davon ab, wie genau w_0 oder die osculirende mittlere Bewegung n_0 aus den Beobachtungen bestimmt worden ist. Wenn n_0 aus 2 oder 3 Oppositionen abgeleitet ist, so wird der Fehler des nach dieser Methode berechneten Werthes von n nur in sehr schwierigen Fällen den Betrag von 0.1 erreichen können.

Wir gehen jetzt zur Bestimmung der Elemente e und π über.

In den Formeln (235) und (236) werden alle Glieder dritten Ranges vernachlässigt. In den Gliedern zweiten Ranges setzen wir einfach

$$\eta = \eta_0, \Delta = \Delta_0, \varepsilon = \varepsilon_0, \theta = \theta_0.$$

In die Glieder ersten Ranges, d. h. in $-\frac{1}{2}y_1$ und $-\frac{1}{2}z_1$ (pag. 62), ist es aber nöthig einzuführen [vergl. Formel (238)]

$$\begin{aligned} \cos(\psi + 2\theta + 2\Delta) &= \cos(\psi + 2\theta_0 + 2\Delta_0) - \sin(\psi + 2\theta_0 + 2\Delta_0) \left[-\frac{1}{4} \frac{1}{\eta_0} z_1 + y_1 \sin \varepsilon_0 - z_1 \cos \varepsilon_0 \right] \\ \eta \cos(\psi + 4\theta + 4\Delta) &= \eta_0 \cos(\psi + 4\theta_0 + 4\Delta_0) - \frac{1}{4} y_1 \cos(\psi + 4\theta_0 + 4\Delta_0) \\ &\quad + \frac{1}{2} z_1 \sin(\psi + 4\theta_0 + 4\Delta_0) \\ \eta' \cos(\psi + 4\theta + 3\Delta) &= \eta' \cos(\psi + 4\theta_0 + 3\Delta_0) + \frac{1}{4} \frac{\eta'}{\eta_0} z_1 \sin(\psi + 4\theta_0 + 3\Delta_0) \\ \eta^2 \cos(\psi + 6\theta + 6\Delta) &= \eta_0^2 \cos(\psi + 6\theta_0 + 6\Delta_0) \end{aligned}$$

u. s. w.

Für die Bestimmung von e und π findet man in dieser Weise das Formelsystem

$$\left. \begin{aligned} e \sin(\pi - \pi_0) &= \sqrt{1 - e_0^2} S \sin 1'' \\ e \cos(\pi - \pi_0) &= e_0 + (1 - e_0^2) C \sin 1'' \end{aligned} \right\} \quad (244)$$

$$\begin{aligned} C \cos \psi + S \sin \psi &= -\frac{1}{2} u_1^{(0)} - \frac{1}{2} \sum \tilde{G}_{p \cdot q} (n + r \cdot - n + s) \eta_0^p \eta'^q j^{2t} \cos(\psi + A - \varepsilon) \\ &\quad - \frac{1}{2} \sum \tilde{H}_{p \cdot q} (n + r \cdot - n + s) \eta_0^p \eta'^q j^{2t} \cos(\psi + A + \varepsilon) \\ &\quad + (0''.1567 w^{-2} - 1''.066 w^{-1}) \cos(\psi + 2\theta_0 + 2\Delta_0). \end{aligned}$$

Mit Hilfe der Tafel XVIII, XXIV und XXV ergibt sich leicht für $C \cos \psi + S \sin \psi$ der in der Tafel LVII gegebene Ausdruck.

Hier kommen nur osculirende Grössen und der schon ermittelte Werth von w vor. Die Coefficienten sind logarithmisch und in Bogensekunden ausgedrückt.

9. Zusammenstellung der Hauptformeln.

$n_0, a_0, e_0 = \sin \varphi_0, \pi_0, c_0, \Omega_0, i_0$ osculirende Elemente des kleinen Planeten.
 $n', a', e' = \sin \varphi', \pi', c', \Omega', i'$ mittlere Elemente des Jupiter.

$$\left. \begin{aligned}
 \sin \frac{1}{2} J \sin \frac{1}{2} (\Psi + \Phi) &= \sin \frac{1}{2} (\Omega_0 - \Omega') \sin \frac{1}{2} (i_0 + i') \\
 \sin \frac{1}{2} J \cos \frac{1}{2} (\Psi + \Phi) &= \cos \frac{1}{2} (\Omega_0 - \Omega') \sin \frac{1}{2} (i_0 - i') \\
 \cos \frac{1}{2} J \sin \frac{1}{2} (\Psi - \Phi) &= \sin \frac{1}{2} (\Omega_0 - \Omega') \cos \frac{1}{2} (i_0 + i') \\
 \cos \frac{1}{2} J \cos \frac{1}{2} (\Psi - \Phi) &= \cos \frac{1}{2} (\Omega_0 - \Omega') \cos \frac{1}{2} (i_0 - i').
 \end{aligned} \right\} \quad (49)$$

$$\text{Controlle: } \frac{\sin \Psi}{\sin i_0} = \frac{\sin \Phi}{\sin i'} = \frac{\sin (\Omega_0 - \Omega')}{\sin J}.$$

$$\Pi_0 = \pi_0 - \Omega_0 - \Phi, \quad \Pi' = \pi' - \Omega' - \Psi. \quad (50)$$

$$\left. \begin{aligned}
 \eta_0 &= \frac{e_0}{2}, \quad \eta' = \frac{e'}{2} \\
 j^2 &= \sin^2 \frac{J}{2} \cos^2 \frac{1}{2} \varphi_0 \cos^2 \frac{1}{2} \varphi' \\
 \iota &= \sin J \cos^2 \frac{1}{2} \varphi' \\
 \Delta_0 &= \Pi_0 - \Pi', \quad \Sigma_0 = \Pi_0 + \Pi'
 \end{aligned} \right\} \quad (67)$$

$$\theta_0 = \frac{1}{2} c_0 - c'$$

$$\varepsilon_0 - e_0 \sin \varepsilon_0 = c_0 \quad (206)$$

$$\Gamma = \frac{1}{2} \varepsilon_0 + \theta_0 + \Delta_0 \quad (242)$$

$$w_0 = \frac{n_0 - 2n'}{n_0} \quad (44)$$

$$w - w_0 = \dots + A_{-3} w^{-3} + A_{-2} w^{-2} + A_{-1} w^{-1} + A_0 + A_1 w + A_2 w^2 + \dots \quad (240)$$

$$A_p = \sum K_p^{(q)} E^{(q)} \cos X^{(q)} \quad p = \dots - 3, -2, \dots + 2 \dots \quad (241)$$

(siehe Tafel LVI)

$$\left. \begin{aligned} e \sin(\pi - \pi_0) &= \cos \varphi_0 \cdot S \\ e \cos(\pi - \pi_0) &= e_0 + \cos^2 \varphi_0 \cdot C \end{aligned} \right\} \quad (244)$$

$$C \cos \psi + S \sin \psi \quad (\text{siehe Tafel LVII})$$

$$\eta = \frac{e}{2}$$

$$\Delta = \Delta_0 + (\pi - \pi_0), \quad \Sigma = \Sigma_0 + (\pi - \pi_0)$$

$$\begin{aligned} &1 + \Phi(\vartheta) = \\ &= (1 + \sigma) \left\{ 1 + A_2 \cos 2\vartheta + B_2 \sin 2\vartheta + A_4 \cos 4\vartheta + B_4 \sin 4\vartheta + A_6 \cos 6\vartheta + B_6 \sin 6\vartheta \right. \\ &\quad \left. + (\vartheta - \vartheta_0) (b_0 + a_2 \sin 2\vartheta + b_2 \cos 2\vartheta + a_4 \sin 4\vartheta + b_4 \cos 4\vartheta) \right\} \\ &= (1 + \sigma) \left\{ 1 + r_2 \cos(2\vartheta + f_2) + r_4 \cos(2\vartheta + f_4) + r_6 \cos(6\vartheta + f_6) \right. \\ &\quad \left. + (\vartheta - \vartheta_0) (r'_0 + r'_2 \sin(2\vartheta + f'_2) + r'_4 \sin(4\vartheta + f'_4)) \right\}. \end{aligned} \quad (153)$$

Nachdem $\Phi(\vartheta)$ mittels der Tafel XXXVIII berechnet worden ist, ergeben sich also die Grössen $\sigma, A_2, B_2, \dots, r_2, f_2, \dots$

$$\begin{aligned} K &= \frac{1}{1-w} \frac{1}{\sin 1''} \\ S_2 &= K \left\{ A_2 - \frac{5}{4} (A_2 A_4 + B_2 B_4) + \frac{1}{4} A_2 (A_2^2 + B_2^2) + \frac{1}{2} a_2 \right\} \\ C_2 &= K \left\{ -B_2 + \frac{5}{4} (A_2 B_4 - B_2 A_4) - \frac{1}{4} B_2 (A_2^2 + B_2^2) + \frac{1}{2} b_2 \right\} \\ S_4 &= K \left\{ \frac{1}{2} A_4 + \frac{1}{4} (A_2^2 - B_2^2) \right\} \\ C_4 &= K \left\{ -\frac{1}{2} B_4 - \frac{1}{2} A_2 B_2 \right\} \\ S_6 &= K \left\{ \frac{1}{3} A_6 + \frac{5}{12} (A_2 A_4 - B_2 B_4) - \frac{1}{12} A_2 (3B_2^2 - A_2^2) \right\} \\ C_6 &= K \left\{ -\frac{1}{3} B_6 - \frac{5}{12} (A_2 B_4 + B_2 A_4) - \frac{1}{12} B_2 (3A_2^2 - B_2^2) \right\} \\ S'_2 &= K \frac{w}{2} b_2 \\ C'_2 &= -K \frac{w}{2} a_2 \\ S'_4 &= K \frac{w}{4} (b_4 + A_2 b_2 - B_2 a_2) \\ C'_4 &= -K \frac{w}{4} (a_4 + A_2 a_2 + B_2 b_2) \\ C''_0 &= K \frac{w^2}{4} (b_0 - A_2 b_2 - B_2 a_2). \end{aligned} \quad (161)$$

Kontrolle:

$$\left. \begin{aligned}
 S_2 &= K \left\{ r_2 \left(1 + \frac{1}{4} r_2^2 \right) \cos f_2 - \frac{5}{4} r_2 r_4 \cos (f_4 - f_2) + \frac{1}{2} r_2' \cos f_2' \right\} \\
 C_2 &= K \left\{ r_2 \left(1 + \frac{1}{4} r_2^2 \right) \sin f_2 - \frac{5}{4} r_2 r_4 \sin (f_4 - f_2) + \frac{1}{2} r_2' \sin f_2' \right\} \\
 S_4 &= K \left\{ \frac{1}{2} r_4 \cos f_4 + \frac{1}{4} r_2^2 \cos 2f_2 \right\} \\
 C_4 &= K \left\{ \frac{1}{2} r_4 \sin f_4 + \frac{1}{4} r_2^2 \sin 2f_2 \right\} \\
 S_6 &= K \left\{ \frac{1}{3} r_6 \cos f_6 + \frac{5}{12} r_2 r_4 \cos (f_2 + f_4) + \frac{1}{12} r_2^3 \cos 3f_2 \right\} \\
 C_6 &= K \left\{ \frac{1}{3} r_6 \sin f_6 + \frac{5}{12} r_2 r_4 \sin (f_2 + f_4) + \frac{1}{12} r_2^3 \sin 3f_2 \right\} \\
 S_2' &= K \frac{w}{2} r_2' \sin f_2' \\
 C_2' &= -K \frac{w}{2} r_2' \cos f_2' \\
 S_4' &= K \frac{w}{2} \{ r_4' \sin f_4' + r_2 r_2' \sin (f_2 + f_2') \} \\
 C_4' &= -K \frac{w}{2} \{ r_4' \cos f_4' + r_2 r_2' \cos (f_2 + f_2') \} \\
 C_0'' &= K \frac{w^2}{4} \{ r_0' + r_2 r_2' \sin (f_2 - f_2') \}.
 \end{aligned} \right\} \quad (161')$$

Für die Störungen bekommt man folgende Ausdrücke (in Bogensekunden):

$$\left. \begin{aligned}
 [n\delta z]_1 &= S_2 \sin 2\zeta + C_2 \cos 2\zeta + S_4 \sin 4\zeta + C_4 \cos 4\zeta + S_6 \sin 6\zeta + C_6 \cos 6\zeta \\
 &+ (\varepsilon - c) \{ S_2' \sin 2\zeta + C_2' \cos 2\zeta + S_4' \sin 4\zeta + C_4' \cos 4\zeta \} + (\varepsilon - c)^2 C_0'' .
 \end{aligned} \right\} \quad (160)$$

$$\zeta = \frac{1 + \sigma}{1 + \frac{1}{2}(A_2^2 + B_2^2)} \left(\frac{w}{2} \varepsilon - [n'\delta z'] \right) + \frac{1 - w}{2} c - c' \quad (155)$$

$$[n\delta z] = [n\delta z]_1 + \frac{2}{1 - w} \frac{\sigma - \frac{1}{2}(A_2^2 + B_2^2)}{1 + \frac{1}{2}(A_2^2 + B_2^2)} \left(\frac{w}{2} \varepsilon - [n'\delta z'] \right) \quad (159)$$

$$\vartheta = \frac{1 - w}{2} [n\delta z]_1 + \zeta \quad (162)$$

 $n\delta z$ — $[n\delta z]$ aus Tafel XXXV

 v aus Tafel XLIII

 u aus Formel (205).

 1) Man hat $[n'\delta z'] = 20'0 \sin(0^\circ 385 T + 114^\circ 7)$, wo T in Julianischen Jahren von 1850,0 gerechnet wird.

Besimmung von c :

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \frac{1}{2} (v_0 - \pi_0) &= \sqrt{\frac{1+e_0}{1-e_0}} \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varepsilon_0 = \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{1}{2} \varphi_0 \right) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varepsilon_0 \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varepsilon_1 &= \sqrt{\frac{1-e}{1+e}} \operatorname{tg} \frac{1}{2} (v_0 - \pi) = \operatorname{cot} \left(45^\circ + \frac{1}{2} \varphi \right) \operatorname{tg} \frac{1}{2} (v_0 - \pi) \end{aligned} \right\} \quad (230)$$

$$c = \varepsilon_1 - e \sin \varepsilon_1 - \left. \begin{aligned} &n \delta z. \\ &\varepsilon = \varepsilon_1 \\ &t = 0 \end{aligned} \right\} \quad (231)$$

Die Gleichung (231) giebt nach successiven Annäherungen den Werth von c , indem man anfangs in $n \delta z$

$$c = \varepsilon_1 - e \sin \varepsilon_1$$

setzt.

Die Einführung von mittleren Elementen anstatt a , e , π , c , Ω_0 und i_0 wird in jedem einzelnen Falle sehr leicht ausgeführt.

10. Anwendung auf den Planeten (48) Doris und (10) Hygiea.

Um die Resultate der vorhergehenden Theorie zu prüfen habe ich die Störungen erster Ordnung für den Planeten (48) Doris berechnet und mit den vorher befindlichen Störungen von Oblomievsky¹⁾ verglichen.

Von den Elementensystemen

(48) Doris.	Jupiter.
$n = 647''1295$	$n' = 299''1286$
$\varphi = 4^\circ 23'72$	$\varphi' = 2^\circ 45'90$
$\pi = 74 \ 10.18$	$\pi' = 11 \ 54.88$
$c = 235 \ 11.47$	$c' = 169 \ 19.67$
$\Omega = 184 \ 54.80$	$\Omega' = 98 \ 54.33$
$i = 6 \ 29.57$	$i' = 1 \ 18.67$

Epoche 1862 Juli 25,0 M. Z. Berlin

1) Astr. Nachr. № 1598.

ausgehend sind die folgenden Störungswerthe erhalten:

$g \quad g'$		$n\delta z$			
		v. Zeipel.		Oblomievsky.	
		sin	cos	sin	cos
0	0		— 65 ^{''} .94nt		— 65 ^{''} .50nt
1	0	— 3 ^{''} .40nt	— 7.58nt	— 3 ^{''} .42nt	— 7.64nt
2	0	— 0.06nt	— 0.14nt	— 0.07nt	— 0.15nt
3	0	0.00nt	— 0.01nt	0.00nt	— 0.01nt
1	— 1	— 188	— 371	— 185	— 365
2	— 2	— 1581	+ 2264	— 1573	+ 2252
3	— 3	— 129	— 19	— 122	— 18
4	— 4	— 13	— 25	— 13	— 22
5	— 5	+ 4	— 7	+ 5	— 7
6	— 6	+ 3	0	+ 3	0
7	— 7	0	+ 1	0	+ 1
1	0	+ 16	— 7	+ 11	— 6
2	— 1	— 4	— 11	— 3	— 10
3	— 2	— 31	+ 46	— 31	+ 48
4	— 3	— 4	0	— 4	0
5	— 4	— 1	— 1	— 1	— 1
0	— 1	+ 21	— 34	+ 19	— 27
1	— 2	— 3439	+ 3177	— 3406	+ 3187
2	— 3	— 131	— 269	— 122	— 260
3	— 4	— 136	+ 189	— 140	+ 188
4	— 5	— 29	— 5	— 23	— 4
5	— 6	— 3	— 7	— 3	— 6
6	— 7	+ 2	— 2	+ 2	— 2
7	— 8	+ 1	0	+ 1	— 0
2	0	+ 1	0	0	+ 1
3	— 1	0	— 1	— 1	0
4	— 2	— 1	+ 1	— 1	+ 2
— 1	— 1	0	+ 1	— 1	+ 2
0	— 2	+ 32	— 18	+ 34	— 15
1	— 3	+ 2	+ 25	+ 2	+ 26
2	— 4	— 236	— 76	— 218	— 78
3	— 5	— 10	— 43	— 8	— 42
4	— 6	— 19	+ 23	— 17	+ 15
5	— 7	+ 3	0	— 3	— 1
3	— 6	— 11	— 9	— 12	— 13

		ν			
		v. Zeipel.		Oblomievsky.	
g	g'	cos	sin	cos	sin
0	0	+ 0.10nt		+ 0.07nt	
1	0	+ 1.70nt	- 3.80nt	+ 1.71nt	- 3.82nt
2	0	+ 0.07nt	- 0.15nt	+ 0.07nt	- 0.15nt
3	0	0.00nt	- 0.01nt	0.00nt	- 0.01nt
0	0	+ 34			
1	-1	+ 55	- 110	+ 55	- 108
2	-2	+ 826	+ 1183	+ 826	+ 1183
3	-3	+ 88	- 13	+ 82	- 13
4	-4	+ 11	- 17	+ 11	- 15
5	-5	- 4	- 6	- 4	- 6
6	-6	- 4	0	- 3	0
7	-7	0	+ 1	0	+ 1
1	0	- 3	- 2	- 1	- 1
2	-1	+ 4	- 7	+ 2	- 7
3	-2	+ 36	+ 52	+ 32	+ 48
4	-3	+ 5	- 1	+ 5	0
5	-4	+ 1	- 1	+ 1	- 1
0	-1	+ 13	+ 5	+ 6	+ 4
1	-2	+ 208	+ 211	+ 203	+ 208
2	-3	+ 52	- 95	+ 47	- 90
3	-4	+ 81	+ 109	+ 78	+ 102
4	-5	+ 21	- 3	+ 16	- 3
5	-6	+ 3	- 5	+ 2	- 5
6	-7	- 2	- 2	- 1	- 2
7	-8	- 1	0	- 1	0
2	0	0	0	0	+ 1
3	-1	0	0	+ 1	
4	-2	+ 2	+ 3	+ 2	+ 3
-1	-1	0	- 1	- 1	- 1
0	-2	+ 16	+ 9	+ 16	+ 7
1	-3	+ 1	- 7	+ 1	- 8
2	-4	+ 28	0	+ 25	- 3
3	-5	+ 2	- 14	+ 4	- 16
4	-6	+ 11	+ 13	+ 10	+ 8
5	-7	- 1	0	+ 2	- 1

		$\frac{u}{\cos i}$			
		v. Zeipel.		Oblomievsky.	
g	g'	cos	sin	cos	sin
0	0	+ 0.49nt		+ 0.51nt	
1	0	- 4.41nt	+ 7.18nt	- 4.39nt	+ 7.15nt
2	0	- 0.17nt	+ 0.27nt	- 0.17nt	+ 0.27nt
3	0	- 0.01nt	+ 0.02nt	- 0.01nt	+ 0.02nt
0	0	- 3		- 3	
1	-1	- 1	+ 10	- 1	+ 8
2	-2	- 26	- 16	- 27	- 17
3	-3	- 2	+ 1	- 2	+ 2
1	0	+ 3	+ 2	+ 4	+ 2
2	-1	- 7	+ 4	- 7	+ 5
3	-2	0	+ 2	- 1	+ 2
4	-3	+ 1	0	+ 1	0
0	-1	- 1	- 15	- 1	- 17
1	-2	- 15	- 6	- 16	- 4
2	-3	- 14	+ 11	- 14	+ 13
3	-4	- 4	- 21	- 7	- 24
4	-5	- 1	0	- 3	0
5	-6	0	0	- 1	0
2	-0	+ 1	+ 1	0	+ 1
-1	-1	+ 1	- 2	- 2	- 2
0	-2	+ 30	- 3	+ 30	- 3
1	-3	+ 1	- 5	+ 1	- 6
2	-4	- 3	- 1	- 3	+ 2
3	-5	- 3	+ 4	- 3	+ 4
4	-6	- 1	- 3	- 2	- 4

Als zweite Anwendung werde ich hier die vollständige Theorie des Planeten (10) Hygiea geben.

Die Ausgangspunkte der Rechnungen lieferten die Elementensysteme

(10) Hygiea.

Epoche 1851 Sept. 17,0 M. Z. Berlin.
Osculirende Elemente.

$$(1) \left\{ \begin{array}{l} n_0 = 634.850 \\ \varphi_0 = 5^\circ 46.28 \\ \pi_0 = 227 \quad 46.61 \\ c_0 = 126 \quad 59.81 \\ \Omega_0 = 287 \quad 37.19 \\ i_0 = 3 \quad 47.14 \end{array} \right.$$

Jupiter.

Epoche 1850 Jan. 0,0 M. Z. Berlin.
Mittlere Elemente.

$$\left\{ \begin{array}{l} n' = 299.1286 \\ \varphi' = 2^\circ 45.90 \\ \pi' = 11 \quad 54.94 \\ c' = 148 \quad 1.29 \\ \Omega' = 98 \quad 54.36 \\ i' = 1 \quad 18.67 \end{array} \right.$$

welche auf die Ekliptik und das mittlere Aequinoctium von 1850.0 bezogen sind.

Aus denselben wurden zuerst mit Anwendung der in § 8 gegebenen Methode folgende angenäherte Elemente für Hygiea abgeleitet¹⁾:

$$(2) \begin{cases} n_1 = 637''335 \\ \varphi_1 = 6^\circ 22'9 \\ \pi_1 = 230 \quad 48.3 \\ c_1 = 121 \quad 53.7 \end{cases}$$

Mit diesen Elementen und den osculirenden Werthen von Ω_0 und i_0 wurden darauf die folgenden Störungsausdrücke gefunden (Coefficienten logarithmisch und in Bogenminuten)

$$[n\delta z] = \left. \begin{aligned} &(2.3406) \sin(2\zeta + 72^\circ 29') \\ &+ (1.5351) \sin(4\zeta + 305 \quad 39) \\ &+ (0.6586) \sin(6\zeta + 187 \quad 34) \\ &+ (9.504) \sin(0.385 T + 115^\circ 3) \end{aligned} \right\} + (\varepsilon - 122^\circ) \left\{ \begin{aligned} &(9.1223) \cos(2\zeta + 70^\circ 10')^2 \\ &+ (8.4231) \cos(4\zeta + 309 \quad 31) \end{aligned} \right\}$$

wo

$$\zeta = (8.4815)\varepsilon - 142^\circ 45' - [n'\delta z']$$

und wo

$$[n'\delta z'] = 20.0 \sin(0.385 T + 115^\circ 3)$$

die grosse langperiodische Störung Saturns auf Jupiter ist.

Es ergaben sich weiter

$$n\delta z - [n\delta z] = \Sigma k \sin(\chi + K) + (\vartheta + 139^\circ 0) \Sigma k' \cos(\chi + K')^2$$

$$v = \Sigma k_1 \cos(\chi + K_1) + (\vartheta + 139,0) \Sigma k_1' \sin(\chi + K_1')$$

$$u = \Sigma k_2 \sin(\chi + K_2) + T \cdot \Sigma k_2' \cos(\chi + K_2'),$$

wo

$$\chi = i \frac{1}{2} \varepsilon + j \vartheta, \quad \vartheta = (9,6715) [n\delta z] + \zeta$$

$$\varepsilon - e \sin \varepsilon = nt + c + n\delta z. \quad 3)$$

1) Im Vorhergehenden mit n, φ, π, c bezeichnet.

2) Die Grössen $(\varepsilon - 122^\circ)$ und $(\vartheta + 139^\circ 0)$ müssen im $\frac{1}{2}$ Radius ausgedrückt werden.

3) T wird in Julianischen Jahren, t in mittleren Sonnentagen von der Epoche gerechnet.

Die verschiedenen Coefficienten in Bogenminuten ausgedrückt, sind nebst den entsprechenden Argumenten in der folgenden Tafel gegeben:

χ		$n\delta z - [n\delta z]$		ν		u	
i	j	$\log k$	K	$\log k_1$	K_1	$\log k_2$	K_2
0	0			-2'03		-0'06	
1	1	0.8998	38° 6'	0.3508	219° 5'	9.281	125° 46'
2	2	1.7717	77 6	1.4970	257 4	9.9780	162 52
3	3	0.3216	298 7	0.2018	117 14	8.673	22 56
4	4	9.876	147 41	9.392	336 19		
5	5	9.263	15 24	9.176	195 24		
2	0			9.172	19 40		
3	1			9.176	219 5	9.061	157 54
4	2	0.2471	258 9				
-1	1	0.2470	25 11	9.372	14 20	9.350	273 25
0	2			1.0849	254 55	9.347	129 32
1	3	1.0867	282 9	0.6360	102 51	9.385	345 18
2	4	1.0894	321 33	0.8272	140 53	9.632	20 58
3	5	0.066	179 55	9.911	359 32		
4	6	9.368	38 55	9.248	218 29		
-2	2	0.2404	56 34	9.568	30 37	0.0323	299 58
-1	3	9.851	94 2	9.503	117 14	9.190	153 10
0	4			0.6075	131 1	8.912	2 20
1	5	0.6677	166 17	0.189	346 1	9.137	220 5
2	6	0.6045	205 38	0.3254	25 28	9.202	256 41
3	7	9.359	60 15				
0	6			9.972	14 7		
2	8	9.876	86 11	9.786	267 30		
		$\log k'$	K'	$\log k_1'$	K_1'	$\log k_2'$	K_2'
0	0					7.865 _n	0 0
2	0	1.2035	185° 53'	0.9024	185° 56'	9.1762	299 3
4	0	9.632	7 49				

Da im Ausdruck für $n\delta z$ die Glieder

$$- 0''.405 t - 4'.6 + 0'.35 \sin \varepsilon + 0'.09 \cos \varepsilon$$

und im Ausdruck für u die Glieder

$$+ 1'.92 \sin \varepsilon + 0'.51 \cos \varepsilon$$

abgetrennt wurden, so sind die Elemente (2) durch die folgenden mittleren Elemente zu ersetzen:

$$(3) \left\{ \begin{array}{l} n_2 = 636''.930 \\ \varphi_2 = 6^\circ 23'.10 \\ \pi_2 = 230 \quad 47.90 \\ c_2 = 121 \quad 49.50 \\ \Omega_2 = 287 \quad 8.56 \\ i_2 = 3 \quad 47.76 \end{array} \right.$$

Um endlich diese Elemente zu verbessern sind die folgenden Beobachtungen von Hygiea angewandt:

M. Z. Berlin.	α	δ	Beobachtungsort.
1) 1849 Juni 4.420	$12^h \quad 5^m \quad 17^s.9$	$- 5^\circ \quad 33' \quad 47''$	Berlin
2) 1852 Oct. 23.536	4 49 4.9	$+ 25 \quad 57 \quad 13$	Greenwich
3) 1855 Juni 7.403	14 45 49.8	$- 20 \quad 38 \quad 14$	Kremsmünster
4) 1861 Juli 27.435	17 26 31.6	$- 24 \quad 14 \quad 3$	Berlin
5) 1867 » 12.492	20 44 11.4	$- 16 \quad 30 \quad 18$	Leipzig
6) 1873 Sept. 20.462	22 29 7.1	$- 4 \quad 33 \quad 31$	Leiden
7) 1879 Oct. 6.441	0 30 40.9	$+ 9 \quad 11 \quad 5$	Düsseldorf
8) 1882 März 10.546	9 4 19.4	$+ 13 \quad 13 \quad 31$	Wien
9) 1884 Sept. 15.460	21 50 45.2	$- 8 \quad 41 \quad 30$	Wien

Die obigen Coordinaten, in geocentrischen Längen und Breiten umgerechnet und auf 1850.0 reducirt, geben die Columne 2 und 3 in nachstehender Tafel:

λ	β	$n\delta z$	v	u	$\cos \beta \Delta \lambda$	$\Delta \beta$
1) $183^\circ \quad 26'.98$	$- 4^\circ \quad 33'.96$	$+ 213'.9$	$+ 33'.8$	$- 0'.5$	$+ 4'.60$	$+ 0'.83$
2) 74 2.71	$+ 3 \quad 28.33$	$+ 94.7$	$- 30.5$	$+ 0.9$	$- 0.55$	$+ 0.08$
3) 225 13.57	$- 4 \quad 23.76$	$+ 104.2$	$+ 50.2$	$- 0.7$	$- 6.22$	$- 0.15$
4) 262 12.38	$- 0 \quad 59.85$	$- 140.3$	$+ 27.6$	$+ 0.8$	$- 14.45$	$+ 1.07$
5) 308 47.72	$+ 1 \quad 33.68$	$- 229.6$	$+ 0.9$	$+ 1.7$	$- 23.13$	$+ 0.01$
6) 336 57.76	$+ 4 \quad 36.59$	$- 212.9$	$- 42.1$	$+ 3.9$	$- 15.87$	$+ 0.42$
7) 10 15.42	$+ 5 \quad 23.37$	$- 181.4$	$- 27.2$	$+ 0.8$	$- 7.77$	$+ 0.45$
8) 134 10.10	$- 3 \quad 22.48$	$- 261.8$	$+ 22.7$	$- 5.5$	$- 20.44$	$+ 0.32$
9) 326 24.12	$+ 4 \quad 6.62$	$- 159.0$	$- 41.1$	$+ 5.0$	$- 23.51$	$+ 0.15$

Die Columnen 4, 5, 6 enthalten die Störungen, die zwei letzten Columnen endlich die Unterschiede Beobachtung minus Rechnung.

Die Uebereinstimmung der Breiten muss schon als eine befriedigende betrachtet werden. Die noch zu grossen Fehler der berechneten Längen sind hauptsächlich dadurch verursacht, dass die Elemente (3) mit kleinen Grössen zweiter Ordnung der störenden Masse fehlerhaft sind.

Durch folgende Bedingungsgleichungen werden die Verbesserungen des Elemente (3) gefunden:

1) (0.0577) $\Delta\pi$	+ (0.1824 _n) $\Delta\varphi$	+ (0.1398) Δc	+ (0.0932 _n) Δn	= (0.6623)
2) (0.1035)	+ (9.8561 _n)	+ (0.0138)	+ (9.6729)	= (9.7396 _n)
3) (0.1618)	+ (8.4492 _n)	+ (0.2618)	+ (0.3847)	= (0.7939 _n)
4) (0.1340)	+ (0.2477)	+ (0.2152)	+ (0.7664)	= (1.1601 _n)
5) (0.1676)	+ (0.4649)	+ (0.2001)	+ (0.9635)	= (1.3642 _n)
6) (0.1512)	+ (0.4199)	+ (0.1262)	+ (1.0300)	= (1.2005 _n)
7) (0.1521)	+ (0.2450)	+ (0.0828)	+ (1.0932)	= (0.8902 _n)
8) (0.1334)	+ (0.4409 _n)	+ (0.1400)	+ (1.1850)	= (1.3106 _n)
9) (0.1471)	+ (0.4392)	+ (0.1380)	+ (1.2180)	= (1.3711 _n)

Die Auflösung nach der Methode der kleinsten Quadrate giebt:

$$\Delta n = - 0''.081$$

$$\Delta \varphi = - 1'.08$$

$$\Delta \pi = + 14.25$$

$$\Delta c = - 14.04$$

Als endgültige mittlere Elemente können also mit den Formeln (S. 140) für die Störungen die folgenden

Epoche 1851 Sept. 17.0 M. Z. Berlin

$$n = 636''.849$$

$$\varphi = 6^\circ 22'.02$$

$$\pi = 231 \cdot 2.15$$

$$c = 121 \cdot 35.46$$

$$\Omega = 287 \cdot 8.56$$

$$i = 3 \cdot 47.76$$

Ekliptik und M. Aequ.

1850.0

zusammengestellt werden.

Zu den Formeln der Seite 140 ist zu bemerken, dass im Argument ζ die definitiven Werthe von w und c angewandt wurden. [Siehe (155)].

Die übrig bleibenden Fehler der berechneten Oerter sind:

	$\cos \beta \Delta \lambda$	$\Delta \beta$
1849	+ 4.4	+ 0.8
1852	- 4.3	+ 0.1
1855	+ 2.0	- 0.2
1861	- 1.0	+ 1.1
1867	- 6.5	0.0
1873	0.0	+ 0.4
1879	+ 7.6	+ 0.5
1882	- 2.8	+ 0.3
1884	+ 1.0	+ 0.2

Dieselben können nicht als zu gross betrachtet werden, da erstens die Saturnstörungen nicht berücksichtigt und zweitens die Störungen vierten Grades nicht berechnet worden sind. Aus einem Manuscript von Zech, welches die allgemeinen Jupiterstörungen erster Ordnung von Hygiea enthält, und welches von Herrn Prof. J. Bauschinger freundlichst zu meiner Verfügung gestellt wurde, geht in der That hervor, dass die langperiodischen Störungen vierten Grades in $n\delta z$ zuweilen einen Betrag von 3' erreichen können.

Nichtsdestoweniger ist es zu hoffen, dass mittels der hier gegebenen Theorie die leichte Wiederauffindung des Planeten noch während 30 — 50 Jahren möglich wird.

Ich habe z. B. die ganz willkürlichen Beobachtungen genommen:

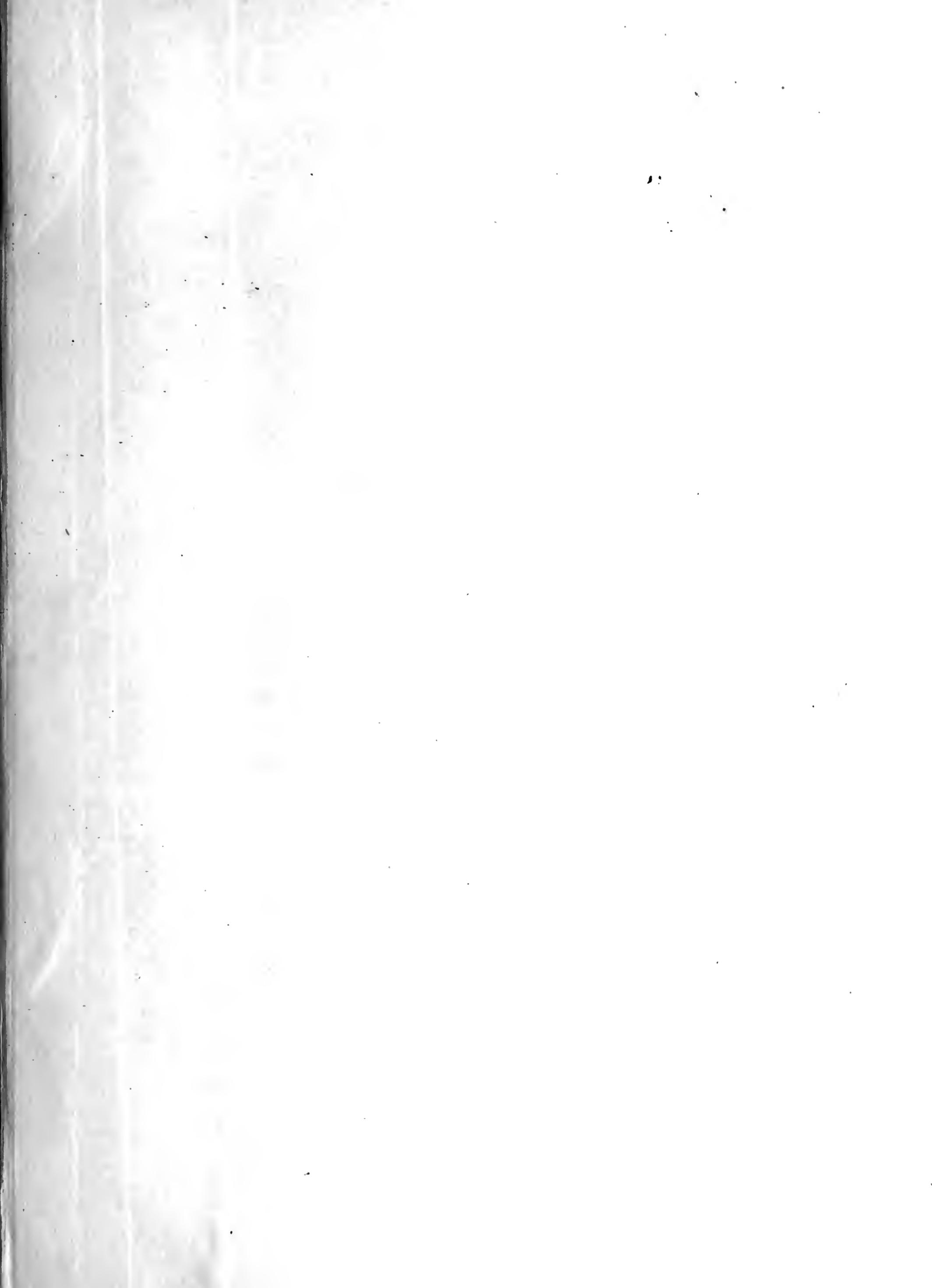
M. Z. Berlin.	α	δ	Beobachtungsort.
1891 Nov. 28.463	62° 54'	+ 24° 35'	Heidelberg
1899 März 6.421	167 2,0	+ 0 4.7	Pulkowa.

Die entsprechenden berechneten Oerter sind:

	α	δ
1891 Nov. 28.463	62° 55.7	+ 24° 35.3
1899 März 6.421	166 59.0	+ 0 7.1.









3 0112 10555434