

FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

KUNGLIGA SVENSKA

VETENSKAPSAKADEMIENS

5.06 (480)

H A N D L I N G A R .

NY FÖLJD.

FEMTIOÅTTONDE BANDET.

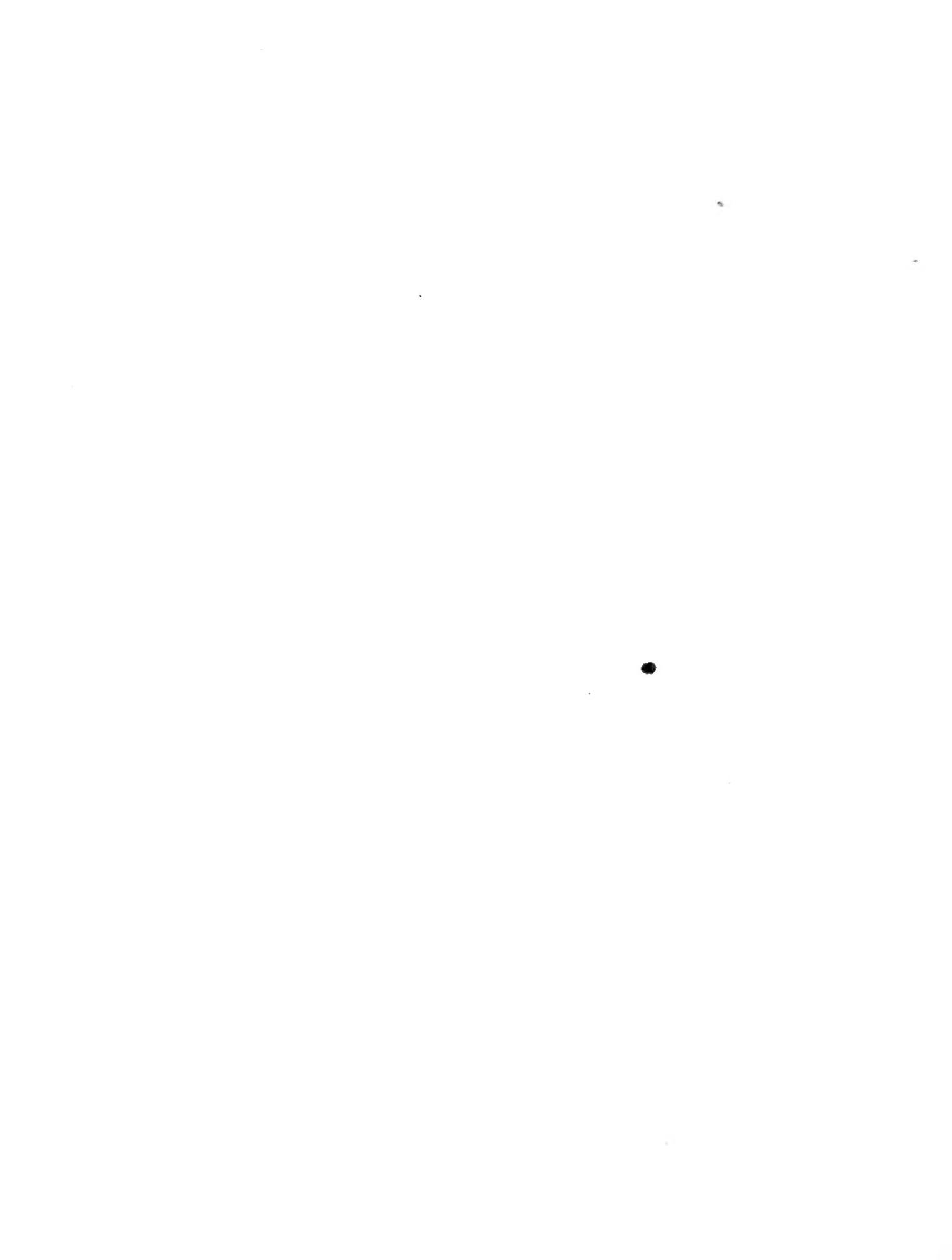


STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1917—1919

20. 91213. 1917-1919

FEMTIOÅTTONDE BANDETS INNEHÅLL.

		Sid.
1.	GÖTHLIN, G. F., Studien über die Energieschwelle für die Empfindung Rot in ihrer Abhängigkeit von der Wellenlänge der Lichtstrahlung. Mit 1 Tafel	1— 89.
2.	LÖNNBERG, E., Mammals collected in Central Africa by Captain E. Arrhenius. With 12 Plates	1—110.
3.	WICKSELL, S. D., The Correlation function of Type A and the Regression of its Characteristics. With 2 Plates	1— 48.
4.	NORINDER, H., Recherches sur le Gradient du Potentiel électrique de l'atmosphère à Upsala. Avec 3 planches	1— 57.
5.	JUEL, H. O., Beiträge zur Blütenanatomie und zur Systematik der Rosaceen . . .	1— 81.
6.	EKMAN, S., Results of Dr. E. Mjöbergs Swedish Scientific Expeditions to Australia 1910—1913. 19. Holothurioidea. Mit 5 Tafeln	1— 70.
7.	JOHANSSON, K. E., Results etc. 20. Serpulimorphe Anneliden	1— 14.
8.	WESTMAN, J., Stärke der Sonnenstrahlung im mittelschwedischen Ostseegebiet im Jahre 1912	1— 33.
9.	MORTENSEN, TH., Results of Dr. E. Mjöbergs Swedish Scientific Expeditions to Australia 1910—1913. 21. Echinoidea. With 5 Plates	1— 22.
10.	MOLIN, K., Bestimmung der erdmagnetischen Elemente einiger Orte im mittleren Schweden, Sommer 1915. Mit 3 Tafeln	1— 67.



KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 58. N:o 1.

STUDIEN ÜBER

DIE ENERGIESCHWELLE FÜR DIE EMPFINDUNG ROT
IN IHRER ABHÄNGIGKEIT VON DER WELLENLÄNGE
DER LICHTSTRAHLUNG

VON

G. F. GÖTHLIN

LEKTOR F. EXPERIMENTELLE PHYSIOLOGIE U. MEDIZINISCHE PHYSIK
A. D. UNIVERSITÄT UPSALA

MIT 1 TAFEL UND 12 TEXTFIGUREN

MITGETEILT AM 14. MÄRZ 1917 DURCH S. ARRHENIUS UND J. E. JOHANSSON



STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1917

I. Historischer Überblick.

Die quantitative Forschung über die farbigen Empfindungen des Sehorganes durchlief während der zweiten Hälfte des verflossenen Jahrhunderts eine Entwicklungsperiode, die durch die hiehergehörigen Arbeiten von J. C. MAXWELL, M. VON FREY und J. VON KRIES, F. C. DONDEERS und J. A. VON DER WEYDE, A. KÖNIG und C. DIETERICI sowie W. ABNEY bezeichnet wird. Man bestrebte sich da vor allem, von einer bestimmten theoretischen Anschauung über die Entstehung der Farbenempfindungen ausgehend, für jedes monochromatische Licht die Stärke der demselben entsprechenden Grundempfindungen zu bestimmen. Die Beobachtungen bestanden bei diesen Untersuchungen hauptsächlich in Vergleichen zwischen spektralen Farbmischungen und einfachen Spektralfarben. Währenddessen trat die unmittelbarere Aufgabe, die Farbschwellen für monochromatische Lichter zu bestimmen, in den Hintergrund, und so ist es bis in die allerneueste Zeit hinein geblieben, trotzdem man auf einem benachbarten Gebiet, nämlich bei den quantitativen Messungen des Lichtsinnes, von Schwellenbestimmungen häufig Gebrauch machte. In bezug auf die experimentelle Behandlung der in dieser Arbeit vorliegenden Aufgabe sind daher nur einzelne Vorläufer anzuführen, welche übrigens nie die Frage in ihrem ganzen Umfang zu beantworten gesucht haben.

In seiner Arbeit »Energy and vision» erzählt der amerikanische Physiker S. P. LANGLEY¹ von einem Versuch über »the minimum visible, defining this to be, not the smallest light whose existence it is possible to suspect, or even to be reasonably certain of, but a light which is observed to vanish and reappear when silently occulted und restored by an assistant without the observers knowledge». Unter gewissen approximativen Annahmen betreffs der Wärmestrahlung von der Sonne per cm² der Erdoberfläche einerseits und betreffs der Pupillenweite des Reagenten bei Gelegenheit des Versuches andererseits, für die auf die Originalarbeit verwiesen wird, und unter der Voraussetzung, dass das Licht, um wahrgenommen zu werden, $\frac{1}{2}$ Sekunde auf das Auge einwirken müsse, berechnet LANGLEY auf Grund einer Schwellenbestimmung im Verein mit einer bolometrischen Messung die Energieschwelle bei einer seiner Versuchspersonen auf $\frac{1}{1600000}$ ($= 6250 \times 10^{-10}$) Erg für die Wellenlänge 650 $\mu\mu$ und auf $\frac{1}{780}$ ($= 128 \times 10^{-5}$) Erg für die Wellenlänge 750 $\mu\mu$.

¹ Americ. Journ. of Science, Ser. 3, vol. 36, p. 375—376 (1888).

Quantitative Bestimmungen der Reizschwelle bei fovealem Sehen für ein der roten Spektralzone angehöriges Licht von der Wellenlänge 670 $\mu\mu$ sind ferner unter J. VON KRIES' Leitung von F. P. BOSWELL¹ ausgeführt worden.

Hierbei konnte die Wärmestrahlung des Lichtes nach K. ÅNGSTRÖMS'² Formel für die Energieverteilung im Spektrum der Hefnerlampe berechnet werden. Eine solche wurde nämlich als Lichtquelle verwendet. In einem hierhergehörigen Experiment, bei welchem die kreisförmige leuchtende Fläche einen Durchmesser von 0,618 mm hatte und sich in einer Entfernung von 1,475 m vom Auge befand — also bei einem Gesichtsfeld von zwischen 1' und 2' —, berechnet BOSWELL, dass eine Energiemenge von 6754×10^{-10} Erg/sec. nötig war, um mit der in Rede stehenden Strahlung (670 $\mu\mu$) eine kontinuierliche Lichtempfindung zu erhalten. Obwohl er nichts Ausdrückliches darüber sagt, scheint doch aus gewissen Äusserungen in seiner Arbeit hervorzugehen,³ dass bei dem Versuch das Licht schon an der Wahrnehmbarkeitsschwelle als rot empfunden wurde.

Auch E. HERTEL⁴ teilt mit, dass er Bestimmungen der Energieschwelle a. für die Empfindung Rot ausgeführt habe, bei welchen es so zugegangen zu sein scheint, dass er auf thermoelektrischem Weg die Temperaturerhöhung mass, die dasselbe rote Licht, mit welchem die Perzeptionsgrenze des Auges erreicht wurde, hervorrief. HERTEL gibt an, dass »die gemessenen Energiewerte für rote Strahlen bei 5×10^{-10} Grad Celsius lagen«. In der angeführten Arbeit wird man indessen über sehr wichtige Details der Experimentaltechnik im unklaren gelassen, über welche ich auch sonst keine genauen Angaben finden konnte.

LANGLEY'S und BOSWELL'S Messungen bezogen sich eigentlich auf die Bestimmung der *Licht*-schwellen, konnten aber hier angeführt werden, weil, wie wir weiter unten sehen werden, für normal trichromatische Augen im grössten Teil der roten Spektralzone Licht- und Farbenschwelle bei direktem Sehen und kleinem Gesichtsfelde zusammenfallen. HERTEL'S Arbeit wurde nicht so weit durchgeführt, dass eine eigentliche Berechnung der Farbenschwelle ausgeführt werden konnte.

Ausser den angeführten Arbeiten kommen in der Literatur einzelne Versuche vor, zu anderen Zwecken ausgeführte Schwellenmessungen innerhalb der roten Zone in Energieschwellen umzurechnen.

Einen solchen Versuch machte A. KÖNIG⁵ in seiner Arbeit »Über den Helligkeitswert der Spektralfarben bei verschiedener absoluter Intensität«. Ohne die Energieverteilung im Spektrum seiner Lichtquelle (Triplexgasbrenner) zu messen, rechnet KÖNIG auf Grund von vergleichenden spektralphotometrischen Messungen seine

¹ F. P. BOSWELL: Über die zur Erregung des Sehorgans in der Fovea erforderlichen Energiemengen. Zeitschr. f. Sinnesphysiol., Bd. 42, S. 299—312 (1908).

² K. ÅNGSTRÖM: Energie dans le spectre visible de l'étalon Hefner. Nova acta regiae societatis scientiarum Upsaliensis, Ser. III, vol. 20 (1903).

³ A. a. O., S. 310.

⁴ E. HERTEL: Einiges über die Empfindlichkeit des Auges gegen Lichtstrahlen. Bericht über die 34. Versammlung d. Ophthalmologischen Gesellschaft, Heidelberg 1907, S. 49—55.

⁵ A. KÖNIG: Gesammelte Abhandlungen zur physiologischen Optik, Leipzig 1903, S. 193—196.

»Kurven gleichwertiger Spaltbreiten« für gewisse monochromatische Lichter auf das Sonnenspektrum um und wendet dann S. P. LANGLEY's Messungen der Energieverteilung im Sonnenspektrum an, um für dieselben Lichter die »Kurven gleichwertiger Energiemengen« in einem ideellen Spektrum zu berechnen, welches in seiner ganzen Ausdehnung einer gleichmässigen Verteilung der Energie entspricht (sog. isenergetisches Spektrum).

Durch solche Umrechnungen von Observationen an seinem eigenen normal trichromatischen Sehorgan an dessen Reizschwelle fand KÖNIG, dass die Energiemengen, die erforderlich waren, um die resp. Reizschwellen für Licht von den Wellenlängen 670, 650 und 625 $\mu\mu$ zu erreichen, sich verhielten wie 3849 : 1584 : 194. Obwohl ich es nicht unterlassen wollte, diese Untersuchungsergebnisse anzuführen, bin ich doch der Ansicht, dass sie kaum eine befriedigende Antwort auf die Frage geben, die in der vorliegenden Arbeit behandelt werden soll. Sie beruhen nämlich auf Bestimmungen der *Lichtschwelle*, die für Licht von der Wellenlänge 625 $\mu\mu$ höchstens bei fovealem Sehen mit der Farbenschwelle zusammenfällt. Prinzipiell muss auch der Einwand gemacht werden, dass die Zusammensetzung des Sonnenlichtes und die Energieverteilung in seinem Spektrum an der Erdoberfläche mit den atmosphärischen Verhältnissen wechselt.

Will man ein zuverlässiges Resultat erreichen, so verdient unbedingt ein anderes Verfahren den Vorzug, dasjenige nämlich, wobei die Strahlungsenergie des Lichtes *direkt* gemessen wird, nachdem das Licht das spektroskopische oder photometrische Instrument bereits passiert hat. Man bringt dabei den wärmeempfindlichen Apparat an der Stelle an, die das Auge eingenommen hat oder einnehmen soll.

So ist auch wirklich eine Experimentalserie von A. PFLÜGER¹ ausgeführt worden. Im Gegensatz zu dem, was der Titel des Aufsatzes vermuten lässt, wird auch hier die *Lichtempfindlichkeit* für verschiedene monochromatische Lichter untersucht. Das Gesichtsfeld hatte bei den Versuchen PFLÜGER's eine Ausdehnung von 12°.

Aus PFLÜGER's Arbeit sei angeführt die berechnete relative Lichtempfindlichkeit $\frac{1}{\sigma}$ für gewisse rote Lichter bei einer Versuchsperson (La) unter der Annahme, dass die Lichtempfindlichkeit dieser Person für Licht von der Wellenlänge 525 $\mu\mu = 1$ sei:

717 $\mu\mu$;	$\frac{1}{\sigma} = 0,00004$
671 $\mu\mu$;	$\frac{1}{\sigma} = 0,00032$
639 $\mu\mu$;	$\frac{1}{\sigma} = 0,00094$

Ich habe bei meinen Untersuchungen dasselbe Prinzip verwendet, d. h. die Energiemessung wurde an der Stelle ausgeführt, wo sich das Auge bei der Einstellung der Farbenschwelle befand. Die Messungen, über welche berichtet werden soll, erstrecken sich sowohl auf den eigentlichen roten als auf den sog. orangefarbenen Teil des Spektrums; sie gehen, bei 620 $\mu\mu$ beginnend, in Intervallen von 20 $\mu\mu$ nach oben.

¹ A. PFLÜGER: Über die Farbenempfindlichkeit des Auges. Annal. d. Physik, IV. Folge, Bd. 9, S. 185—208 (1902).

Wo im Spektrum die kürzeste Wellenlänge zu finden ist, welche im Auge noch eine Empfindung von Rot auslöst, habe ich in diesem Zusammenhang nicht besonders untersucht. Ich bin nämlich der Ansicht, dass diese Grenze wegen des kontinuierlichen Übergangs in Gelb den Schwankungen des individuellen Urteils unterworfen ist, und dass sie also statistisch auf Grund eines grossen Materials von normalen Augen bei Personen mit gut entwickeltem Urteil über Farben festgestellt werden muss.

Anders liegt die Frage in bezug auf die langwellige Grenze. Da nach dieser Richtung hin keine Veränderung der Empfindungsqualität vorkommt, reduziert sich die Aufgabe auf eine Feststellung der oberen Grenze für die Fähigkeit des Auges, bei Reizung mit Licht von sukzessiv zunehmender Wellenlänge Farbe (Rot) zu unterscheiden. Man findet über die obere Wellenlängengrenze für die Empfindung Rot in verschiedenen Lehr- und Handbüchern sehr verschiedene Angaben; am häufigsten dürfte indessen die A-Linie, d. h. ungefähr 760 $\mu\mu$, als Grenze gegen das Ultrarot bezeichnet werden. Direkte Beobachtungen finden wir bei wenigstens zwei hervorragenden Forschern. Der eine ist H. HELMHOLTZ,¹ der angibt, dass nach seinen Messungen die äussersten für das Auge sichtbaren roten Strahlen eine Wellenlänge von 0,00081 mm besitzen. Weniger bestimmt im Verhältnis zu dieser exakt formulierten Angabe ist eine Äusserung in derselben Arbeit, S. 230, welche lautet: »Der Streifen roten Lichtes, welcher jenseits der Linie A hinzukommt, hat etwa die Breite des Abstandes A—B«. Ob sich diese Angabe auf das prismatische Spektrum oder auf das Normalspektrum bezieht, geht aus dem Zusammenhange nicht hervor. Der andere Forscher, welcher auf Grund eigener Beobachtungen eine Grenze angibt, ist H. A. ROWLAND,² welcher in dem Aufsatz, der seine Untersuchungen über das Diffraktionsspektrum des Sonnenlichtes begleitet, folgendes äussert: »The limit of great accuracy by eye observation is practically 7000³; although in a dark room, especially in the first spectrum, one can see much further, even beyond the A-group. — In a very bright grating I have faintly seen and even measured lines down to wave length 8500«.

Die Aufgabe der vorliegenden Untersuchung wird in nicht geringem Grad berührt durch eine noch nicht völlig klargestellte Streitfrage, ob nämlich ein farbloses Intervall (intervalles photochromatique) in der roten Spektralzone existiert, oder nicht. Schon PURKINJE⁴ hat angedeutet, und nach ihm haben H. AUBERT,⁵ W. v. BEZOLD,⁶

¹ H. HELMHOLTZ: Handbuch der physiologischen Optik (Bd. 9 von Karstens Allgemeiner Encyclopädie der Physik), S. 231, Leipzig 1867.

² HENRY A. ROWLAND: On a table of standard wave lengths of the spectral lines. Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences, N. S., Vol. XII, p. 103, Boston 1893.

³ Die Zahl gibt die Wellenlänge in 10^{-7} mm (Ångströms Einheiten) an.

⁴ J. PURKINJE: Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne. Bd. 2, S. 109, Berlin 1825.

⁵ H. AUBERT: Physiologie der Netzhaut, S. 125 ff., Breslau 1865.

⁶ W. VON BEZOLD: Über das Gesetz der Farbmischung und die physiologischen Grundfarben. Poggendorffs Annal. d. Physik und Chemie, 5. Reihe, Bd. 30, S. 238 (1873).

W. DOBROWOLSKY,¹ A. CHARPENTIER,² H. COHN,³ R. BUTZ,⁴ u. a. weiter ausgeführt, dass im allgemeinen, wenn ein bei hinlänglicher Intensität gefärbtes Licht dem Auge mit von Null an kontinuierlich wachsender Lichtstärke ausgesetzt wird, oder wenn die Beleuchtung einer mit Pigmentfarbe überzogenen Fläche in derselben Art sukzessiv gesteigert wird, die erste Empfindung des Auges eine Lichtempfindung ohne angebbare Farbenqualität ist, und dass erst bei gesteigerter Intensität eine Farbenempfindung eintritt. Die Konsequenz davon ist, dass man für farbige Reizmittel zwei Empfindungsschwellen unterschieden hat, eine niedrigere, welche BUTZ die absolute Schwelle, v. KRIES die generelle Schwelle nennt, und eine höhere, die spezifische Schwelle. Im vorhergehenden habe ich jene als Lichtschwelle, diese als Farbenschwelle bezeichnet. Zwischen beiden liegt also das sogenannte farblose Intervall.

v. KRIES⁵ betont, dass dieses Intervall an der Peripherie der Netzhaut weit deutlicher ausgeprägt ist als in der Fovea, wo es überhaupt schwer zu konstatieren ist. CHARPENTIER⁶ ist gleichfalls der Ansicht, dass das Intervall abnimmt, wenn die Reizstelle von der Peripherie gegen das Zentrum gerückt wird, behauptet aber, dass es auch an letzterer Stelle vorhanden sei. H. PARINAUD⁷ äussert sich über die Fovea centralis folgendermassen: »Les lumières simples y déterminent primitivement une sensation de couleur, quelle que soit l'intensité de ces lumières, que la rétine soit ou ne soit pas adaptée». Auch A. KÖNIG⁸ gibt an, dass bei fovealem Sehen ausser für ein gewisses Gelb ein farbloses Intervall fehle.

Was nun speziell den dem Rot entsprechenden Teil des Spektrums betrifft, so spricht sich CHARPENTIER⁹ dahin aus, dass auch bei roten Spektrallichtern ein mit wachsender Dunkeladaptation zunehmendes »intervalle photochromatique« existiere, obwohl es kleiner sei als bei andern Farben, und dass dieses Intervall in verminderter Skala auch in der Fovea vorhanden sei.

Für das extrafoveale Sehen bestätigen EUGEN FICK¹⁰ und E. HERING¹¹ das Vorkommen eines farblosen Intervalls im Rot. In ihren Versuchen wurde das Licht, auf welches reagiert wurde, mit Hilfe roter Glasfilter dargestellt. In der Fovea ist das Intervall nach Angabe FICK's minimal.

¹ W. DOBROWOLSKY: Über die Empfindlichkeit des Auges gegen die Lichtintensität der Farben im Centrum und auf der Peripherie der Netzhaut. Pflüg. Arch., Bd. 12, S. 465 (1876).

² A. CHARPENTIER: De la vision avec les diverses parties de la rétine. Arch. d. physiologie norm. et pathol., 2 série, tome 4, p. 934—935 (1877).

³ H. COHN: Über Farbenempfindungen bei schwacher künstlicher Beleuchtung. Arch. f. Augenheilkunde. Bd. 11, S. 283—302 (1882).

⁴ R. BUTZ: Untersuchungen über die physiologischen Funktionen der Peripherie der Netzhaut. S. 99—104, Dissert., Dorpat 1883.

⁵ J. VON KRIES: Über die Funktion der Netzhautstäbchen. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. der Sinnesorgane, Bd. 9, S. 84 (1896).

⁶ A. CHARPENTIER: La sensibilité lumineuse dans la fovea centralis. Arch. d'ophthalmolog., tome 16, p. 338 (1896); auch in früheren Arbeiten.

⁷ H. PARINAUD: La sensibilité lumineuse de l'oeil aux couleurs spectrales; fonctions des éléments rétiens et du pourpre visuel. Annales d'oculistique, tome 112, p. 240 (1894).

⁸ A. KÖNIG: Gesammelte Abhandlungen zur physiologischen Optik, Leipzig 1903, S. 354.

⁹ A. a. O., S. 341—342.

¹⁰ A. E. FICK: Studien über Licht- und Farbenempfindung. Pflüg. Arch., Bd. 43, S. 484—485 (1888).

¹¹ E. HERING: Über das sogenannte Purkinje'sche Phänomen. Pflüg. Arch., Bd. 60, S. 535—536 (1895).

Im Gegensatz hierzu steht H. PARINAUD's¹ oben angeführte Äusserung. Auch A. KÖNIG² hat ohne Vorbehalt angegeben, dass für die Wellenlängen 650 und 670 $\mu\mu$ kein farbloses Intervall existiere. J. VON KRIES³ lässt in seiner Übersicht über die Gesichtsempfindungen in NAGEL's Handbuch unentschieden, ob ein farbloses Intervall im Rot vorkommt, und betont, dass der Ausfall solcher Versuche von dem Grade der Dunkeladaptation und der Grösse des Feldes, ferner davon, ob die Exponierung zentral, parazentral oder stark exzentrisch ist, abhängig sein dürfte. Kategorisch und für alle Farben wird das Vorhandensein eines farblosen Intervalls von G. J. BURCH⁴ bestritten, der seine hiehergehörigen Beobachtungen nach zweistündiger Dunkeladaptation ausgeführt hat.

Dass die Farbenschwelle von der Grösse des gereizten Netzhautgebiets abhängig ist, ist unbestreitbar. Durch AUBERT's⁵ und v. WITTICH's⁶ Versuche, welche auch von neueren Forschern bekräftigt worden sind, wissen wir, dass bei sukzessiver Verminderung des Gesichtswinkels, unter welchem ein mittelstark beleuchteter farbiger Gegenstand erscheint, dessen Farbe an Distinktion abnimmt und bei einer gewissen Grenze ganz verschwindet, obwohl der Gegenstand noch sichtbar ist. Andererseits kann eine Verminderung in der Flächenausdehnung einer farbigen Lichtquelle bis zu einem gewissen Grad durch eine Erhöhung ihrer spezifischen Intensität kompensiert werden. So ist es unter günstigen Umständen möglich, mit freiem Auge bei gewissen Fixsternen Farbe zu unterscheiden, obwohl wir sie unter einem sehr kleinen Gesichtswinkel sehen.

Infolge der ungleichmässigen Verteilung der Farbenempfindlichkeit auf der Netzhaut ist wenig Aussicht vorhanden, in einer für die ganze Netzhaut geltenden Form jemals den Zusammenhang zwischen der Energieschwelle für eine gewisse Farbenempfindung und der Grösse der gereizten Netzhautfläche angeben zu können. Allerdings darf man vermuten, dass bei fovealem Sehen ein der RICCÒ'schen Regel⁷ für die Lichtschwelle analoges Verhältnis auch für die Farbenswellen gilt.

Die verschiedene Empfindlichkeit der Netzhautteile führt auch dazu, dass der Ausfall einer Farbenswellenbestimmung, je nach dem Ort, für welchen sie ausgeführt wird, sehr verschieden ist. Als ein lehrreiches Beispiel sei angeführt, dass R. BUTZ⁸ die Farbenschwelle für ein (nicht näher bestimmtes) spektrales Rot in einem Abstand von 30° von der Fovea 5,4 mal und in einem Abstand von 60° von der Fovea 16,08 mal höher fand als in dieser selbst. VAUGHAN und BOLTUNOW⁹ geben

¹ A. a. O.

² A. KÖNIG: Gesammelte Abhandlungen zur physiologischen Optik, S. 190, Leipzig 1903.

³ W. NAGEL: Handbuch der Physiologie des Menschen, Bd. 3, S. 184, Braunschweig 1904.

⁴ G. J. BURCH: On colour-vision by very weak light. Proceedings of the Royal Soc. of London, Ser. B, Vol. 76, p. 199—216 (1905).

⁵ Physiologie der Netzhaut, S. 110—115.

⁶ v. WITTICH: Über die kleinste Ausdehnung, die man farbigen Flächen geben darf, um sie noch in ihrer spezifischen Farbe zu sehen. Hermanns Centralbl. f. d. medic. Wissenschaften 1863, S. 418—419.

⁷ Riccò: Relazione fra il minimo angolo visuale e l'intensità luminosa. Annali di Ottalmol. 6.

⁸ A. a. O., S. 103.

⁹ VAUGHAN, C. L. und BOLTUNOW, A.: Über die Verteilung der Empfindlichkeit für farbige Lichter auf der helladaptierten Netzhaut. Zeitschr. f. Sinnesphysiologie, Bd. 42, S. 1—23, 1908.

an, dass bei einer Versuchsserie mit helladaptiertem Auge die Farbenempfindlichkeit, gleichfalls für rotes Licht, in peripherischer Richtung abnahm, so dass sie in einem Abstand von 10° auf $1/4$, in einem Abstand von 20° auf $1/10$ — $1/20$ der fovealen gesunken war.

Mit Rücksicht auf diesen Umstand habe ich meine Experimente auf die zentralen Teile der Netzhaut beschränkt. Der Einfluss der Abnahme des Farbensinns in zentrifugaler Richtung kann sich nicht besonders stark geltend machen, wenn das Bild des exponierten leuchtenden Feldes auf der Netzhaut 3° nicht überschreitet. Einer Ausnahme von dieser Regel werden wir allerdings in meinen Versuchen bei maximal helladaptiertem Auge begegnen.

Ein Einfluss des Adaptationszustandes des Auges auf die Schwelle der Empfindung Rot wird von H. PARINAUD¹ mit Bestimmtheit bestritten. Sein Standpunkt geht aus folgender Äusserung hervor: »L'influence de l'obscurisation sur la sensibilité de la rétine aux couleurs spectrales est nulle pour le rouge jusqu'en C et même un peu au delà». Eine ähnliche Ansicht hatte schon vorher A. CHARPENTIER² ausgesprochen. Auch J. v. KRIES³ hat sich derselben angeschlossen, insofern er einen Einfluss der Adaptation auf die Schwellenwerte für kleine, direkt fixierte Felder bestreitet. Dagegen fand LOESER⁴ bei Reaktion auf Licht, das durch gefärbte Gläser hergestellt wurde — auch für Rot —, dass die spezifische Schwelle etwas sinkt, während sich das Auge der Dunkelheit anpasst. Über dasselbe Thema äussert sich BURCH⁵ folgendermassen: »The largest value of the minimum visible for the red in daylight is nineteen and the smallest eight times the minimum visible to the dark-adapted eye». Später hat BOSWELL,⁶ der seine Schwellenbestimmungen für spektrale Lichter in der Fovea centralis im Zustande geringer Dunkeladaptation ausgeführt hat, erklärt, dass er während derselben »nichts entdecken konnte, was darauf hinwies, dass die zunehmende Dunkeladaptation während der Dauer einer Beobachtungsreihe einen wahrnehmbaren Einfluss auf die Resultate hatte».

Nach den Meinungsverschiedenheiten zu urteilen, die zwischen verschiedenen Forschern in bezug auf den Zusammenhang zwischen dem Adaptationszustand des Auges und seiner Empfindlichkeit für rote Farbeindrücke bestehen, ist offenbar eine neue Durcharbeitung dieser Frage vonnöten. Was man braucht, sind indes nicht so sehr neue Erörterungen über die schon vorhandenen Beobachtungen, sondern vielmehr neue und zuverlässige Messungen.

¹ A. a. O. S. 236.

² A. CHARPENTIER: Compt. rend. de l'acad. d. scienc., Paris, tome 86, p. 1273 (20 mai 1878); Nouvelles recherches analytiques sur les fonctions visuelles. Arch. d'Ophthalmologie, Tome 4, p. 293 (1884).

³ J. VON KRIES: Über die funktionellen Verschiedenheiten des Netzhaut-Centrums und der Nachbartheile. v. Graefes Arch. f. Ophthalmol., Bd. 42, S. 112 (1896).

⁴ LOESER: Über den Einfluss der Dunkeladaptation auf die spezifische Farbenschwelle. Zeitschr. f. Psychol. und Physiol. der Sinnesorgane, Bd. 36, S. 15 (1904).

⁵ A. a. O., S. 210.

⁶ A. a. O., S. 301.

II. Methodik.

1. Das Liminospektroskop.¹

Das Haupthilfsmittel zur Bestimmung der Farbschwellen in der vorliegenden Arbeit ist ein vom Verfasser neu konstruiertes Spezialinstrument, dessen Beschaffenheit und Zweck den oben gebrauchten Namen rechtfertigen dürfte.

Das Instrument besteht aus einem Spektroskop, das auf einem schweren Stativ (1) aus Gusseisen montiert ist, welches ausserdem einen 35 cm langen losschraubbaren Arm (2) für die übrigen zum Instrument gehörigen Teile trägt, nämlich für das Beleuchtungssystem (3) sowie die Wärmeabsorptions-, Lichtfilter- und Polarisationsvorrichtungen (4).

Das Spektroskop, das zur Darstellung der monochromatischen Lichter dient, ist ein »Spektroskop konstanter Ablenkung«, bei welchem die durch die Mitte des Sehfeldes gehenden Lichtbündel das Prisma stets im Minimum der Ablenkung passie-

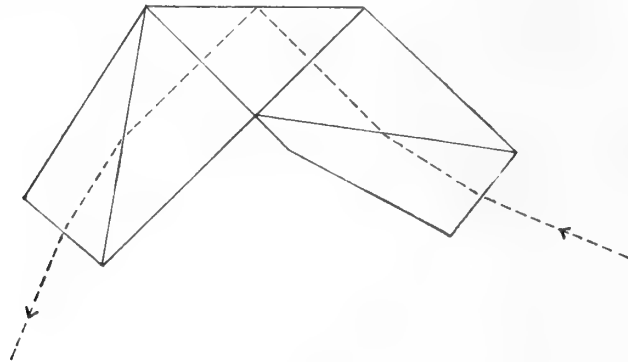


Fig. 1.

ren. Die einzelnen Spektralfarben werden durch Drehung des Prismenkörpers (5), mit einer Mikrometerschraube (6) eingestellt. Die Drehung wird an einer zugehörigen Skala abgelesen. Nachdem die Eichung dieser Skala ausgeführt ist, kann man also Licht von jeder gewünschten Wellenlänge einstellen.

Der Prismenkörper ist von einem ziemlich zusammengesetzten Typus (Fig. 1). Zwei Dispersionsprismen, deren jedes aus einem Flintglas- und einem Kronglasstück besteht, sind mit einem zwischen ihnen angebrachten Reflexionsprisma zusammengesetzt, welches letzteres an seiner Hypothenusenfläche von dem ersten Dispersionsprisma kommendes Licht nach der Richtung des andern hin reflektiert. In dem einheitlichen Prismenkörper beläuft sich die Dispersion auf $5^{\circ}30'$ zwischen den Fraunhoferschen Linien C und F.

Sowohl Eintritt- wie Austrittspalt des Spektroskops sind Bilateralspalten, die nach WADSWORTH'S² Konstruktion ausgeführt sind. Eine Verschiebung der zu den

¹ Die in der Apparatsbeschreibung in Klammer angeführten Zahlen beziehen sich auf die entsprechende Ziffernbezeichnung auf der Tafel.

² F. L. O. WADSWORTH: A new design for large spectroscopy slits. *Americ. Jour. of Science* (3), Vol. 48, p. 19—20 (1894).

Spalten gehörigen Mikrometerschrauben (7 bzw. 8) um einen Skalenteil entspricht einer Veränderung der Spaltweite um 0,01 mm. Die achromatischen Linsen in den Kollimator- und Fernrohrtuben haben beide eine Brennweite von 26 cm und einen Durchmesser von 32 mm. Das Spektrum wird in die Ebene des Austrittspalts entworfen, und das austretende einfarbige Licht wird nach MAXWELL'S Prinzip beobachtet, indem das reagierende Auge unmittelbar hinter dem Spalt eingestellt wird.

Vor dem Austrittspalt kann eine an einem Scharnier bewegliche Schutzschale (9) für den Augapfel niedergeklappt werden. Diese Schutzvorrichtung ist in schwarzlackiertem Metall ausgeführt und von einer zentralen, zirkulären Öffnung mit einem Durchmesser von 6 mm durchbrochen. Wird der hervorstehende Teil des Augapfels in die Höhlung dieser Schutzschale eingepasst, so ist das Auge vor seitlichem Lichtzutritt geschützt, soweit nicht seitwärts besondere Lichtquellen aufgestellt sind, was natürlich bei allen Experimenten zu vermeiden ist. Statt der Schutzschale kann ein gleichfalls an einem Scharnier bewegliches Gauss-Okular (10) vor den Austrittspalt herabgesenkt werden. Bei der Feststellung der Wellenlängenskala des Spektroskops hat dieses Okular zur Einstellung der Fraunhoferschen Linien gedient.

Ferner kann durch eine graduierte Keilblende nach HARTMANN¹ die Höhe des Austrittspalts reguliert werden.

Die Grösse des Gesichtsfeldes kann durch eine zwischen der Fernrohrlinse und dem Prismenkörper angebrachte Irisblende (11) reguliert werden. Die Triebstange für den Blendenmechanismus ist mit einem Index versehen, der längs einer von aussen sichtbaren Bogenskala verschiebbar ist. Das kleinste einstellbare Gesichtsfeld ist 45', das grösste etwa 5°.

Wenn man bei einem Gesichtsfeld von 3° — dem grössten, das bei den Versuchen angewendet wurde, — auf Gelb oder Blaugrün einstellt, d. h. auf diejenigen spektralen Orte, wo nach UTHOFF² die Änderung des Farbentons mit der Wellenlänge am grössten ist, kann das Auge zwischen dem am weitesten rechts und dem am weitesten links gelegenen Teil des Gesichtsfeldes keinen Unterschied des Farbentons wahrnehmen. Bei der Arbeit in den äussersten Teilen des Spektrums muss durch Anbringung von geeigneten Farbenfiltern dafür gesorgt werden, dass die durch Spiegelung in den Linsen des Spektroskops verursachte Inhomogenität in der Farbenbeschaffenheit des Gesichtsfeldes beseitigt wird. Der Sicherheit halber habe ich Farbenfilter auch in solchen Spektralregionen angewendet, wo das Auge keine Inhomogenität wahrnehmen konnte.

Das Beleuchtungssystem des Instruments besteht aus einer Nernstspaltlampe nach GULLSTRAND,³ mit Brenner für Gleichstrom, 0,5 Amp. und 205 Volt. Die Lampe ist von der Firma Zeiss geliefert.

Das in dem Lampenspalt stehende primäre Bild des glühenden Nernststabs wird

¹ Vgl. Zeitschrift f. Instrumentenk., Bd. 20, S. 58 (1900).

² W. UTHOFF: Über die Unterschiedsempfindlichkeit des normalen Auges gegen Farbentöne im Spektrum. v. Graefes Archiv f. Ophthalmolog., Bd. 34: IV, S. 10—11 (1888).

³ A. GULLSTRAND: Demonstration der Nernstspaltlampe. Bericht üb. d. 37. Versamml. d. ophthalmol. Gesellschaft, Heidelberg 1911, S. 374—376.

seinerseits in dem Eintrittspalt des Liminospektroskops abgebildet. Diese sekundäre Abbildung wird durch zwei in der dazwischenliegenden Rohrstrecke eingefasste Konvexlinsen realisiert, von denen die der Nernstlampe zunächst befindliche ihre Fokalebene in dem Lampenspalt hat, die andere in dem Eintrittspalt des Spektroskops. Die Verbindung zwischen der Nernstspaltlampe und dem sie tragenden Stativarm ist so beschaffen, dass kleine seitliche Verschiebungen der Lampe ausgeführt werden können, wodurch die genaue Einstellung des sekundären Bildes in dem Eintrittspalt ermöglicht wird. Die Lage des Bildes im Verhältnis zum Spalt kann dabei sowohl von der Aussen- wie von der Innenseite des Spaltmechanismus kontrolliert werden. Ersteres wird dadurch ermöglicht, dass sich ein Teil der oberen Wand des auf der Tafel mit 13 bezeichneten Rohrabschnittes in der Art eines Schalters verschiebt, wenn man einen das Rohr umfassenden Metallring dreht. Eine Vierteldrehung des Ringes legt den Spaltmechanismus zur Besichtigung von aussen frei. Von der Innenseite kann der Spalt nach Einschiebung des mit 14 bezeichneten Seitentubus untersucht werden. Ein in diesem eingefasstes Reflexionsprisma lenkt nämlich dann durch den Eintrittspalt eindringendes Licht längs der Achse des Seitentubus nach aussen ab. Nach Einschiebung eines Rauchglases zwischen Auge und Tubus kann man sich also, indem man in den Seitentubus hineinsieht, überzeugen, ob das Bild des Stabes den Spalt ausfüllt oder nicht.

Im Verbindungsteil zwischen der Nernstspaltlampe und dem Spektroskop und zwischen den oben beschriebenen Konvexlinsen, wo also die Lichtstrahlen einen annähernd parallelen Verlauf haben, ist ein Wärmeabsorptionsrohr, ein Halter für Gelatinefilter und ein Polarisationsystem angebracht.

Das Absorptionsgefäss (19) ist ein 50 mm langes und 30 mm weites Glasrohr, das an beiden Enden einen mit Schraubengewinde versehenen Ebonitbeschlag trägt, an welchem eine in Ebonit eingefasste Scheibe von planem Spiegelglas festgeschraubt werden kann. Als Absorptionsflüssigkeit für die Wärmestrahlen wurde Glycerin verwendet.

In einer Fassung gerade unter dem Platz, der auf der Tafel mit der Ziffer 12 bezeichnet ist, wird ein Filter angebracht, innerhalb dessen Durchlässigkeitszone die gewählte Wellenlänge liegt. Diese Filter sind zwischen Spiegelglas »zementierte« Gelatinefilter, die von der Firma Wratten & Wainwright in London angefertigt wurden.

Das Polarisationsystem, welches in einer feinen und quantitativ angebbaren Weise die durch den Eintrittspalt in das Spektroskop gelangende Lichtmenge regulieren soll, besteht aus zwei Prismen nach GLAN-THOMPSON. Der Polarisator hat die Dimensionen $12 \times 12 \times 29$ mm und ist mittels einer Mikrometerschraube (15) in seiner Einfassung drehbar. Letztere trägt eine Kreisscheibe (16) mit eingravierter Bogeneinteilung. Eine Noniusskala (17) gestattet, jede mit dem Polarisator ausgeführte Drehung auf eine Minute genau abzulesen. Das Analysatorprisma ist fix und hat die Dimensionen $15 \times 15 \times 34$ mm. Seine Orientierung ist derart, dass die Schwingungsrichtung des in das Spektroskop eintretenden linear polarisierten Lichtes vertikal ist. Die beiden Polarisationsprismen erzeugen zusammen ein homogenes polarisiertes Feld von 10° .

Mit Ausnahme der Nernstspaltlampe ist das ganze Instrument nach meinen Anweisungen in den Werkstätten der Firma Franz Schmidt & Haensch, Berlin, ausgeführt worden. Die Vorschläge zu den Vorrichtungen, durch welche die genaue Einstellung des Bildes in dem Eintrittspalt kontrolliert wird, sind von der Firma ausgegangen.

Die verschiedenartigen Kontrollproben, denen ich das Liminospektroskop unterzogen habe, zeigten vollauf, dass die liefernde Firma bei der Ausführung des Instruments eine solide und hinsichtlich der Präzision ausgezeichnete Arbeit geleistet hat. Dass die Herstellung mitten im Weltkrieg stattfand, ist nur geeignet, den Wert dieser Anerkennung zu erhöhen.

Für einen Beitrag von 1800 Kronen zur Anschaffung des Instruments schulde ich Doktor A. F. Regnells Stiftungsfond an der Medizinischen Fakultät der Universität Upsala die grösste Dankbarkeit.

2. Herstellung der Wellenlängenskala für das Liminospektroskop.

Die Kalibrierung der Skala, nach welcher das Prisma des Liminospektroskops eingestellt werden soll, um Licht von gewünschter Wellenlänge zu erhalten, wurde mit Sonnenlicht ausgeführt, unter Anwendung des Gauss-Okulars vor dem Austrittspalt. Da indessen nur ein recht schmaler Teil des Spektrums dabei überblickt werden kann, war es in einigen Fällen schwierig, die Fraunhoferschen Linien mit völliger Gewissheit zu identifizieren. Mit Rücksicht hierauf musste erst eine präliminäre indirekte Eichung vorgenommen werden. Sowohl diese wie die direkte Eichung konnte ich, infolge freundlichen Entgegenkommens von seiten Herrn Professors G. GRANQVIST, im physikalischen Institut der Universität ausführen.

Das Verfahren bei der indirekten Kalibrierung war folgendes. Auf der Skala eines Spektroskops nach Steinheil mit verhältnismässig grossem Gesichtsfeld und besserem Überblick über das Spektrum wurden die Projektionsstellen von 12 in geeigneten Abständen von einander gelegenen Fraunhoferschen Linien zwischen der B- und der h-Linie bestimmt. Hierauf wurde das Liminospektroskop mit angezündeter Beleuchtungsanordnung und mit parallelen Nicols so aufgestellt, dass das Licht aus seinem Austrittspalt direkt in den Eintrittspalt des Steinheilspektroskops fiel. Durch Drehung der Mikrometerschraube für das Prisma des Liminospektroskops wurde unter gleichzeitiger Beobachtung der Lage des im Steinheilspektroskop entstehenden Lichtstreifens im Verhältnis zur Skala desselben festgestellt, welche Einstellungen auf der Skala des Liminospektroskops der Lage der vorher untersuchten Fraunhoferschen Linien entsprachen.

Nachdem diese Einstellungen an der Skala des Liminospektroskops mit derjenigen Annäherung festgestellt worden waren, die durch das indirekte Verfahren bedingt war, schritt ich zur direkten Kalibrierung. Hierbei wurde die Beleuchtungsanordnung des Liminospektroskops nebst dem dazugehörigen Stativarm losgeschraubt und auf den hierdurch freigelegten Eintrittspalt von einem Heliostaten Sonnenlicht

geworfen. Bei dieser Aufstellung wurde nun mit dem Gauss-Okular definitiv bestimmt, bei welchen Skalenteilen der Mikrometerskala des Prismas dieselben Fraunhoferschen Linien mitten in dem Austrittspalt abgebildet wurden.

In bezug auf die Wellenlängen der Linien wurden die in ROWLAND's¹ Tabellen angegebenen Werte angenommen.

Für das dunkeladaptierte Auge war die Liniengruppe sichtbar, welche den A-Komplex konstituiert. Es wurde auf die kurzwelligste Linie dieser Gruppe eingestellt, und angenommen, dass diese, in Übereinstimmung mit ROWLAND's Messungen, der Wellenlänge 759,4 $\mu\mu$ entspreche. Unter den übrigen Fraunhoferschen Linien, welche eingestellt und nach ihrer Lage auf der Skala bestimmt wurden, waren die Mitte der a-Linie (718,5), die kurzwelligste Linie des B-Komplexes (686,7), die C-Linie (656,5) und die Mitte des Zwischenraumes zwischen den D-Linien (589,3). Da der Abstand von der C- zu den D-Linien ziemlich beträchtlich ist, wurde mit Hilfe einer evakuierten, Sauerstoff enthaltenden Röhre, die durch fortwährende Induktionsschläge in Lumineszenz versetzt wurde, eine in dem Zwischenraum liegende starke Sauerstofflinie bestimmt, welche von HEMSALECH² beschrieben worden ist und nach ihm der Wellenlänge 615,7 $\mu\mu$ entspricht. Durch graphische Interpolierung zwischen den oben genannten Punkten wurde eine Wellenlängenskala für das Gebiet 589—759 $\mu\mu$ erhalten.

Da indessen die Untersuchung auch Licht umfassen sollte, dessen Wellenlänge 759 $\mu\mu$ überstieg, oberhalb dieser Grenze aber im Instrument keine Linien für das Auge wahrnehmbar waren, war ich darauf angewiesen, durch Extrapolierung die den Lichtern von grösserer Wellenlänge entsprechenden Einstellungen zu berechnen. Hierbei benutzte ich eine von J. HARTMANN³ angegebene vereinfachte Dispersionsformel von der Gestalt:

$$\lambda = \lambda_0 + \frac{c}{s_0 - s},$$

wo λ die Wellenlänge des Lichtes, s den λ entsprechenden Skalenteil auf der Mikrometerskala des Spektroskopprismas, sowie λ_0 , c und s_0 Instrumentkonstanten bezeichnen.

Von der Lage der obengenannten Linien in den A- und B-Komplexen und der Mitte des Zwischenraums zwischen den D-Linien ausgehend berechnete ich die Konstanten in der oben angeführten Formel für das Limospektroskop. Die Formel erhielt dabei das Aussehen:

$$\lambda = 2971 + \frac{6416788}{7380 - s}.$$

λ ist hier in Ängström-Einheiten (10^{-8} cm) ausgedrückt.

¹ H. A. ROWLAND: On a table of standard wave lengths of the spectral lines. *Astronomy and Astrophysics* (Minnesota), Vol. 12, p. 321—347 (1893).

² G. A. HEMSALECH: Sur le spectre de lignes de l'air donné par l'étincelle de self-induction. *Compt. rend. de l'académie des sciences, Paris*, tome 152, p. 1007—1009 (1911).

³ J. HARTMANN: A simple interpolating formula for the prismatic spectrum. *The astrophysical Journal*, Vol. 8, p. 218—222 (1898).

Der Fehler, mit welchem eine durch Extrapolierung berechnete Wellenlängeneinstellung im äussersten Rot behaftet ist, kann geschätzt werden, wenn man annehmen darf, dass der extrapolierte Skalenwert für eine Wellenlänge in bestimmtem Abstand ausserhalb der A-Linie nicht mit grösserer Unsicherheit behaftet ist als der extrapolierte Wert für eine Wellenlänge, die gleich weit von der D-Linie in der Richtung nach Violett hin liegt. Nach dieser Richtung kann ja für bestimmte Fraunhofersche Linien die Abweichung der durch Extrapolierung berechneten Einstellungen von den richtigen direkt festgestellt werden.

Einem solchen Vergleich wurden die beobachteten Lagen der E- und F-Linien zugrundegelegt. Dabei zeigte es sich, dass die E-Linie, deren Wellenlänge hinter derjenigen der D-Linie um rund 62 $\mu\mu$ zurückbleibt, durch Extrapolierung mit einem Fehler von 0,8 $\mu\mu$, und dass ferner die F-Linie, deren Wellenlänge von derjenigen der D-Linie um rund 103 $\mu\mu$ abweicht, mit einem Fehler von 3,1 $\mu\mu$ eingestellt wurde.

Wenn man nun annehmen darf, dass der Einstellungsfehler beiderseits von den Endpunkten der Kurve annähernd symmetrisch wächst, könnte also die Wellenlänge 840 $\mu\mu$ durch Extrapolierung mit einem Fehler von rund 2 $\mu\mu$, die Wellenlänge 820 mit einem Fehler von rund 1 $\mu\mu$ und die Wellenlängen zwischen 820 und 760 mit kleineren Fehlern als 1 $\mu\mu$ eingestellt werden.

Dass der Fehler bei der Interpolierung zwischen der A- und D-Linie nach der angeführten Formel 1 $\mu\mu$ nicht erreicht, ist durch Kontrolleinstellung von bekannten Linien (He, Li) in verschiedenen Teilen der Zwischenstrecke festgestellt worden.

3. Die Zusammensetzung der gewählten Spektrallichter.

Bestimmung der langwelligen Grenze des sichtbaren Spektrums im Liminospektroskop.

Es liegt im Interesse der Untersuchung, dass die dabei verwendeten spektralen Lichter so monochromatisch sind, wie es die Umstände ohne Aufopferung anderer Vorteile gestatten.

Um, soweit dies dabei möglich ist, zunächst das »falsche Licht« auszuschalten, das durch Reflexion an den spiegelnden Flächen der Linsen und Prismen sonst entsteht, wurde das Licht vor dem Eintritt in den Spektralapparat mittels in der oben angegebenen Weise angebrachter Farbenfilter filtriert.

Für die Wellenlängen 740—840 $\mu\mu$ wurde hierzu mit grösstem Vorteil ein von R. W. WOOD angegebenes Spezialfilter verwendet, welches alles Licht von geringerer Wellenlänge als 690 $\mu\mu$ total auslöscht, Strahlen, deren Wellenlänge zwischen 690 und 720 $\mu\mu$ liegt, sehr stark absorbiert, und dessen eigentliche Durchlässigkeitszone erst oberhalb 720 $\mu\mu$ beginnt und sich bis ins Ultrarot hineinerstreckt.

Bei Einstellung auf rotes Licht von Wellenlängen unter 720 $\mu\mu$ habe ich von Wratten und Wainwright angefertigte Filter verwendet, welche in der Publikation der Firma¹ mit den Nummern 70 und 24 bezeichnet werden. Der Wratten-Filter

¹ Wratten Light-Filters, 2. edit., Croydon 1913.

70 lässt hauptsächlich Licht von der Wellenlänge 655—720 $\mu\mu$ durch und absorbiert total Wellenlängen unter 631 $\mu\mu$. Dieser Filter wurde bei Einstellung auf Lichter von 720, 700 und 680 $\mu\mu$ angewendet. Für die Lichter 660, 640 und 620 $\mu\mu$ konnte ich mir keinen Filter mit schmaler Durchlässigkeitszone verschaffen, der trotzdem innerhalb dieser Zone hinlänglich transparent gewesen wäre, um galvanometrische Ausschläge von der gewünschten Grösse zu ergeben. Infolgedessen musste ich auf erstere Eigenschaft verzichten und in Ermangelung eines besseren den Wratten-Filter 24 anwenden, der für Strahlen in der ganzen Strecke zwischen 570 und 670 $\mu\mu$ eine recht grosse Durchlässigkeit aufweist, während die Absorption unterhalb 570 $\mu\mu$ sehr rasch zunimmt und bei 564 $\mu\mu$ total wird, in der Richtung nach Ultrarot hin dagegen weniger schnell fortschreitet.

Da die optischen und noch mehr die thermoelektrischen Messungen ein Licht von einer gewissen mittelgrossen Energie voraussetzen, welche nicht mit ganz schmalen, sondern erst mit weiteren Spalten erreicht werden konnte, wurde bei den Versuchen der Monochromatismus der Lichter natürlich nur relativ. In jedem verwendeten Licht waren in Wirklichkeit auch nach Ausschaltung des »falschen Lichtes« eine Reihe von verschiedenen Wellenlängen vertreten. Folgt man einem Vorschlag von HELMHOLTZ,¹ der von H. KAYSER² etwas modifiziert wurde, so kann man als Ausdruck für die »Unreinheit« eines gewissen spektralen Lichtes, das durch den Austrittspalt in das Auge gelangt, den Zuwachs der Wellenlänge ($= d\lambda$) betrachten, welcher entsteht, wenn man sich vorstellt, dass man von dem kurzwelligsten Lichte, das in der vorliegenden Serie von Wellenlängen vertreten ist, zu dem langwelligsten fortschreitet.

Nur in dem kleineren Teil der Spektralzone, in die meine Untersuchungen verlegt waren, kann $d\lambda$ mit einigermaßen einfachen Mitteln direkt bestimmt werden. Ich habe dazu die Methode³ benutzt, vor dem Austrittspalt des Liminospektroskops ein Handspektroskop mit Skala so anzubringen, dass dessen auf die gehörige Weite reduzierter Spalt die Längsrichtung des erstgenannten Spaltes in rechtem Winkel kreuzt. Hierbei wurde ein von Fr. Schmidt & Haensch angefertigtes Handspektroskop verwendet, dessen Skala durch eine einmontierte Glühlampe mit durch Reservewiderstände regulierbarer Lichtstärke beleuchtet wurde. Das Handspektroskop wurde zuerst gegen die Sonne auf diejenige Spaltweite eingestellt, bei der sich die Fraunhoferschen Linien mit der grössten Schärfe und Deutlichkeit zeigten und dann in der oben angegebenen Weise vor dem Liminospektroskop an einem Stativ befestigt. Nachdem die Spalte des Liminospektroskops wie bei den optischen Versuchen eingestellt worden waren (Eintrittspalt 0,1 mm, Austrittspalt 1 mm), wurden für folgende Wellenlängen die Werte für $d\lambda$ abgelesen:

¹ H. HELMHOLTZ: Handbuch der physiologischen Optik (zugleich Bd. IX von Karstens Encyclopädie der Physik), Leipzig 1867, S. 259.

² H. KAYSER: Handbuch der Spectroscopie, Bd. 1, S. 305, Leipzig 1900.

³ Vgl. z. B. R. TIGERSTEDT: Handbuch der physiolog. Methodik, Bd. 3: 1, S. 61—62, Leipzig 1914.

Wellenlänge:	$d\lambda$
500 $\mu\mu$	4,5 $\mu\mu$
550	7
600	10,7
650	12
700	14

Aus diesen Ablesungen wurden durch graphische Inter- bzw. Extrapolierung (vgl. die Kurve Fig. 2a) für die bei den optischen Versuchen verwendeten Lichter folgende Annäherungswerte von $d\lambda$ erhalten:

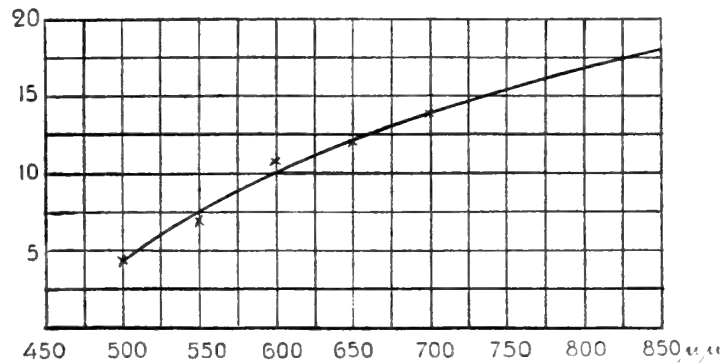


Fig. 2a.

gende Annäherungswerte von $d\lambda$ erhalten:

Wellenlänge:	$d\lambda$
620 $\mu\mu$	10,9 $\mu\mu$
640	11,8
660	12,5
680	13,3
700	14,0
720	14,6
740	15,2
760	15,8
780	16,4
800	16,9
820	17,4
840	17,9

Den Messungen zufolge hat also, um ein Beispiel zu wählen, das Licht, welches bei den optischen Versuchen mit 620 $\mu\mu$ bezeichnet wird, zwar die mittlere Wellenlänge 620 $\mu\mu$; in demselben sind aber auch die angrenzenden Wellenlängen zwischen 615 und 625 $\mu\mu$ vertreten.

Die Unreinheit der Lichter rührt hauptsächlich von der verhältnismässig grossen Weite des Austrittspalts her. Wenn bei den thermoelektrischen Messungen der Eintrittspalt weiter gemacht werden muss als bei den optischen Versuchen (0,75 gegen 0,10 mm), um einen genügenden Galvanometerausschlag zu erzielen, übt diese Veränderung auf die Zusammensetzung der Lichter einen Einfluss aus, der aus folgenden Beobachtungen über $d\lambda$ bei einer Weite des Eintrittspalts von 0,75 mm hervorgeht:

Wellenlänge:	$d\lambda$
500 $\mu\mu$	5,5 $\mu\mu$
550	9,5
600	14,5
650	18,5
700	20,7

Aus den zuletzt angeführten Beobachtungen werden durch graphische Inter- bzw. Extrapolation folgende Annäherungswerte für $d\lambda$ bei den thermoelektrischen Messungen berechnet:

Wellenlänge:	$d\lambda$
620 $\mu\mu$	16,2 $\mu\mu$
640	17,2
660	18,4
680	19,6
700	20,7
720	21,9
740	23,0
760	24,2
780	25,2
800	26,3
820	27,3
840	28,4

In den Protokollen über die galvanometrischen sowohl wie die optischen Versuche wird nur die mittlere Wellenlänge des angewendeten Lichtes angegeben. Betreffs der genaueren Zusammensetzung des Lichtes verweise ich auf die oben berechneten Serien von Werten für $d\lambda$.

Nachdem also eine Kurve der Werte von $d\lambda$ für das rote Spektralgebiet erhalten worden, wurde als eine weitere Vorbereitung zu den Hauptversuchen eine Bestimmung der langwelligen Grenze für das Vermögen meines total dunkeladaptierten Auges, Rot im Liminospektroskop bei makularem (3°) und bei fovealem ($45'$) Gesichtsfeld zu unterscheiden, vorgenommen. Es ist zwar klar, dass eine so ausgeführte Bestimmung nicht zu einer Feststellung der absoluten Perzeptionsgrenze führt, die ja nur mit einem Spektrum von maximaler Lichtstärke, also einem Sonnenspektrum, festgestellt werden kann. Eine Grenzbestimmung im Liminospektroskop ist

aber notwendig, um festzustellen, wie hoch hinauf Schwellenmessungen überhaupt in dem Instrument ausführbar sind. Einige Bedeutung dürfte übrigens einer sorgfältigen Bestimmung dieser Art auch aus anderen Gesichtspunkten als dem hier angelegten zukommen.

Die Untersuchung wurde an meinem eigenen linken Auge nach einer mehr als einstündigen Adaptation für totale Dunkelheit ausgeführt, bei denselben Spaltweiten wie in den optischen Versuchen (Eintrittspalt 0,1 mm, Austrittspalt 1 mm) sowie bei Parallellage der Nicols und mit eingeschaltetem Spezialfilter nach Wood. Ein Assistent manövrierte die Mikrometerschraube des Prismas und stellte zunächst ein langwelliges Licht ein, das ich deutlich als Rot auffasste. Von dieser Lage aus brachte er durch langsames Schrauben immer langwelligeres Licht in das Blendenfeld, während ich dasselbe Feld unter genauer Beibehaltung der Zentrierung des Auges und genauem Achtgeben darauf, ob der Eindruck bestehen blieb, fixierte. Sobald ich konstatierte, dass die Rotempfindung verschwunden war, hörte der Assistent mit dem Schrauben auf. Nach einer Pause von einigen Sekunden kehrte er die Schraubrichtung um und schraubte nun langsam in der Richtung nach kurzwelligerem Licht hin, bis ich durch ein Signal angab, dass ich die erste sicher unterscheidbare Empfindung von Rot erhalten hatte, worauf das Schrauben sofort eingestellt wurde. Die Grenze wurde durch mehrere Beobachtungen festgestellt und wurde als bei der höchsten Einstellung liegend betrachtet, von deren Richtigkeit ich mich bei 3 von einander unabhängigen Versuchen vollständig überzeugt fühlte.

Es zeigte sich, dass die gesuchte Grenze für makulares Gesichtsfeld beim Skalenteil 6213 und für foveales Gesichtsfeld beim Skalenteil 6185 an der Mikrometerskala des Prismas lag.

Gemäss der auf S. 14 angeführten Formel zur Berechnung der zugehörigen Wellenlängen findet man, dass dem Skalenteil 6213 eine mittlere Wellenlänge von 846,9 $\mu\mu$ und dem Skalenteil 6185 eine mittlere Wellenlänge von 834,1 $\mu\mu$ entspricht. Nimmt man für diesen Teil des Spektrums die Möglichkeit einer Missweisung der angewandten Formel um 3 $\mu\mu$ (vgl. S. 15) an, und nimmt man ferner an, dass $d\lambda$ innerhalb desselben Gebiets wenigstens nicht 20 $\mu\mu$ überschreitet (vgl. Fig. 2), so berechnet sich daraus, dass in makularem Sehen Licht von der Wellenlänge 834 $\mu\mu$ und in fovealem Sehen Licht von der Wellenlänge 822 $\mu\mu$ noch von dem Auge als Rot aufgefasst worden sein muss.

Wenn es sich später bei den Hauptexperimenten zeigt, dass sowohl ich selbst als auch meine Assistenten bei total dunkeladaptiertem Auge und makularem Gesichtsfeld eine Rotschwelle für Licht von der mittleren Wellenlänge 840 $\mu\mu$ einstellen können, so muss diese Tatsache im Lichte der soeben gegebenen Erörterung gesehen werden. Aus dieser geht, wie wir gesehen haben, hervor, dass die Beobachtung selbst nicht mit Sicherheit beweist, dass das rein monochromatische Licht, dessen Wellenlänge 840 $\mu\mu$ ist, als Rot aufgefasst werden würde, wenn es isoliert im Instrument hergestellt werden könnte. Mit Rücksicht auf diesen Umstand sind in allen Übersichtstabellen, wo Bestimmungen der Schwelle für Licht von der mittleren

Wellenlänge 840 $\mu\mu$ vorkommen, die Wellenlänge und der Schwellenwert in Klammern gesetzt worden.

4. Die Technik zur Messung der Energie (Wärmestrahlung) in den gewählten Lichtern.

Die Energie in den respektiven Lichtstrahlungen ist derart in relativen Werten ermittelt worden, dass der thermoelektrische Effekt gemessen wurde, welchen jedes einzelne Licht bei parallelen Nicols in einer Thermosäule bewirkte, die an derselben Stelle angebracht war, wo sich das Auge bei den Schwellenbestimmungen befindet. Hierbei wurde angenommen, dass sich die berusste Thermosäule wie ein absolut schwarzer Körper verhält.

Während der Vorbereitungen für die Herstellung einer geeigneten Vorrichtung zur Messung der Wärmestrahlung hatte ich das Vergnügen, im Physikalischen Institut der Universität arbeiten zu dürfen. Es sei mir gestattet, hier dem Präfekten desselben, Herrn Prof. G. GRANQVIST, meinen warmen und aufrichtigen Dank auszusprechen, nicht bloss dafür, dass er mir die Instrumentbestände seines Instituts zur Verfügung gestellt hat, sondern auch für den persönlichen Beistand, den er mir bei diesem Teil meiner Arbeit unter Aufopferung von eigener Zeit mit grösstem Wohlwollen geleistet hat.

Aus verschiedenen Vorversuchen ging hervor, dass zur Erlangung von hinreichenden Ausschlägen für die schwachen Wärmestrahlungen der monochromatischen Lichter der Eintrittspalt des Liminospektroskops so weit gemacht werden musste, dass das sekundäre Bild des Nernststabes bis zum Äussersten ausgenützt wurde. Dies war der Fall bei einer Spaltbreite von 0,75 mm, welche daher für die thermoelektrischen Messungen festgesetzt wurde, während bei den optischen Messungen dieser Spalt nur 0,1 mm breit war. Aus demselben Grunde musste die Irisblende ganz geöffnet und die Hartmannsche Keilblende beiseite geschoben werden, so dass der Austrittspalt in seiner ganzen Höhe freigelegt wurde. Die Breite dieses Spalts war ebenso wie bei den optischen Versuchen 1 mm. Die bei den Messungen verwendete Thermosäule ist aus Eisen- und Konstantandraht mit neun in einer geraden Linie von 9,7 mm angeordneten Lötstellen zusammengefügt und in Übereinstimmung mit den von E. S. JOHANSEN¹ gegebenen technischen Anweisungen ausgeführt. Die Säule, deren totaler Widerstand 15 Ohm beträgt, ist in einer Glaszelle eingeschlossen, die nachher mit einer Ölluftpumpe evakuiert wurde. Das Licht gelangt zu den für die Bestrahlung bestimmten Lötstellen durch eine planparallele Flusspatplatte von 1,8 mm Dicke. Die gegenüberliegende Wand der Zelle wird von einer planen Glasplatte gebildet. Vor den Lötstellen bilden geschwärzte Uranglasplatten einen 9,7 mm hohen und 1,28 mm breiten Spalt. Die Thermozelle ist von Dr. phil. S. WERNER hergestellt und von ihm zu einer bereits veröffentlichten Untersuchung² verwendet

¹ Annal. d. Phys., Ser. 4, Bd. 33, S. 517 (1910).

² S. WERNER: Über lichtelektrische Elektronenemission bei Kathodenzerstäubungsschichten. Upsala 1913.

worden. Die oben angeführten Detailangaben sind zu einem wesentlichen Teil Dr. WERNER's Publikation entnommen.

Bei der ersten Messungsserie wurde die Thermozelle mit einem dem Physikalischen Institut gehörigen Panzergalvanometer nach DU BOIS-RUBENS kombiniert. Der gesamte Widerstand in den Galvanometerspulen betrug 10,19 Ohm. Die Ausschläge wurden mit Fernrohr aus einer Entfernung von 2,9 Metern abgelesen.

Die Empfindlichkeit dieser Kombination von Thermozelle und Galvanometer wurde bei der angegebenen Fernrohrdistanz mit einer Hefnerlampe gemessen. Wenn die Strahlen der Hefnerlampe aus einer horizontalen Entfernung von 1 Meter und nach Passierung der Flussspatplatte unter rechtem Winkel die Thermosäule trafen, wurde ein Ausschlag von 39 Skalenteilen erhalten.

Für jeden in die Nernstspaltlampe neu eingesetzten Brenner wurde eine neue Messung der relativen Strahlungsintensität aller zu prüfenden Lichter vorgenommen. Diese neuen Messungsserien wurden im Physiologischen Institut ausgeführt, wobei dieselbe Thermozelle mit einem BLIX'schen Galvanometer mit Gehänge nach BROCA kombiniert wurde. Die eigens für diese Versuche angefertigten Galvanometerspulen repräsentierten einen Widerstand von im ganzen 14 Ohm. Dieses Galvanometer war nicht mit Panzer versehen. Bei Ablesung mit Skala aus einer Entfernung von 3,5 m¹ entsprach ein Ausschlag von einem Skalenteil einer E. M. K. von $1,46 \times 10^{-8}$ Volt. Wenn die Thermozelle, in der angegebenen Weise mit dem BLIX'schen Galvanometer kombiniert, aus einer Entfernung von 1 m mit einer Hefnerlampe beleuchtet wurde, zeigte das Galvanometer einen Ausschlag von 60 Skalenteilen.

Einige technische Details bei den Messungen der Strahlungsintensitäten der spektralen Lichter mögen hier erwähnt werden. Die mit Watte gut umwickelte Thermozelle wurde auf einem Stativ vor dem Austrittspalt des Liminospektroskops so angebracht, dass sie bequem gehoben und gesenkt sowie seitwärts verschoben werden konnte. Ihre Flussspatplatte wurde parallel zu der Fläche der den erwähnten Spalt begrenzenden beweglichen Metallplatten und etwa 3 mm von dieser entfernt eingestellt. Der Austrittspalt wurde von innen stark beleuchtet, und während ich von hinten das Licht durch den Spalt der Thermozelle beobachtete, wurde diese sowohl in der Höhen- wie in der Seitenrichtung symmetrisch zum Austrittspalt des Liminospektroskops eingestellt. Ferner wurde die Thermozelle durch Schirme vor jeder direkten Wärmestrahlung von seiten der Nernstspaltlampe, der die Skala beleuchtenden Lampe und der im Zimmer anwesenden Personen geschützt.

Die Exponierung der Lichter auf der Thermosäule wurde von einem Assistenten besorgt. Dieser öffnete auf ein gegebenes Zeichen einen bis dahin den Eintrittspalt deckenden drehbaren Deckel (18 auf der Tafel). Sobald ich im Fernrohr den entsprechenden initialen Galvanometeraussschlag abgelesen hatte, wurde die Klappe wieder geschlossen. Die Zwischenzeit zwischen den Exponierungen betrug bei der ersten Messungsserie 4 Minuten. Bei den folgenden wurde sie auf 5 Minuten erhöht und

¹ Ein besonders gutes Fernrohr machte es möglich, aus dieser Distanz sichere Ablesungen auszuführen.

die Lampe des Liminospektroskops nunmehr zwischen den Exponierungen immer ausgelöscht. Für jedes Licht wurden 4 Einzelobservationen ausgeführt.

Die Zahl, welche durch Summierung sämtlicher in Skalenteilen gezählter Galvanometerausschläge bei den 4 Beobachtungen erhalten wird, lasse ich dann als Vergleichszahl für die Wärmestrahlung des von dem Spalt ausgehenden Lichtes von der betreffenden Wellenlänge gelten.

Die Annahme, dass sich die Thermosäule wie ein absolut schwarzer Körper verhalte, dürfte, wenn sie auch nicht völlig exakt ist, doch der Wirklichkeit recht nahe kommen, da eine mit Russ überzogene Fläche etwa 98 % der Gesamtstrahlung absorbiert.¹

Inwiefern wegen der Reflexion des Lichtes an der Flusspatplatte eine Korrektur der Vergleichszahlen nötig ist, muss besonders berechnet werden, da die reflektierte Lichtmenge abhängig ist von dem Brechungsindex des Lichtes und bei den Versuchen Lichter von Wellenlängen zwischen 620 und nominell 840 $\mu\mu$ vorkommen. Bei den Messungen wird die Flusspatplatte von der einfallenden Strahlung senkrecht getroffen. Nach FRESNEL'S Satz wird in diesem Fall an der vorderen Fläche des Flusspats ein dem Bruche $\left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2$ entsprechender Teil der Totalstrahlung reflektiert; an der hinteren Grenzfläche wird derselbe Bruchteil des Restes zurückgeworfen.

Während eigentlich die Energie (E) der Strahlung unmittelbar nach deren Austritt aus dem Liminospektroskop gemessen werden sollte, betreffen die Messungen in Wirklichkeit die Energie (e) der Strahlung, nachdem diese ausserdem die Flusspatplatte durchsetzt hat. Durch Berechnung des Reflexionsverlustes nach FRESNEL ergibt sich:

$$E = \frac{e}{\left[1 - \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2\right]^2}$$

Die Einwirkung des im Nenner vorkommenden Korrekturterminus auf die Vergleichszahlen habe ich unter Benutzung einer von F. PASCHEN² nach vorliegenden Messungen empirisch aufgestellten Formel für die Berechnung des Brechungsexponenten von Flusspat für Lichter von verschiedenen Wellenlängen geprüft. Nach PASCHEN'S Formel erhält man für die äussersten in den Experimenten vorkommenden Wellenlängen

$$n_{840} = 1,43028 \text{ sowie } n_{620} = 1,43326.$$

Setzt man diese Werte für n in die obige Gleichung ein, so erhält man für 840 $\mu\mu$ $E = 1,0658 e$, sowie für 620 $\mu\mu$ $E = 1,0666 e$.

Der Ausgang der Berechnung zeigt, dass eine Korrektur für die Anwesenheit des Flusspats hier unnötig ist, da die Änderung, welche die Vergleichszahlen durch eine solche Korrektur erleiden würden, beträchtlich kleiner ist als der mittlere Fehler,

¹ Vgl. K. ÅNGSTRÖM: Über die Diffusion der strahlenden Wärme von ebenen Flächen. Annal. d. Physik, N. F., Bd. 26, S. 274—276 (1885).

² Annal. d. Physik, N. F., Bd. 53, S. 820 (1894).

der denselben Zahlen infolge Schwankungen der Galvanometerausschläge und infolge nicht zu vermeidender Ungenauigkeit in der Ablesung anhaftet (vgl. S. 33).

5. Technik und Anordnung der optischen Versuche. Prüfung der Sehorgane der zu untersuchenden Personen.

Bei jeder Schwellenbestimmung muss das aus dem Liminospektroskop austretende Lichtbündel ganz durch die Eintrittspupille des Auges eindringen und also in der Ebene derselben nach allen Richtungen hin schmaler sein als die Eintrittspupille selbst. Die Höhe des Austrittspalts des Liminospektroskops muss daher so begrenzt werden, dass diese notwendige Voraussetzung für die Beweiskraft der Experimente erfüllt wird. Andererseits liegt in allzu starker Beschränkung der Spalthöhe ein Hindernis für die Ausdehnung der Versuche auf die höchsten für das Auge wahrnehmbaren Wellenlängen. Bei meinen Versuchen habe ich einen Mittelweg gewählt und die Spalthöhe auf 3 mm fixiert. Hierbei ist daran zu erinnern, dass die eigentlichen Einstellungen bei völliger Dunkelheit stattfinden, oder wenn dies nicht geschehen kann, bei Einschränkung des diffusen Lichtes auf ein Minimum.

Die grösstenteils von anderen Forschern gemachten Beobachtungen, auf welche ich meine Auffassung gründe, dass die Pupillenweite bei allen in dieser Arbeit in betracht kommenden Schwelleneinstellungen 3 mm überschreitet, sind die folgenden. Bei Momentaufnahmen nach 15—20 Minuten Aufenthalt in vollständiger Dunkelheit fand L. J. LANS,¹ dass die Pupillenweite 7,8—8 mm betrug. Nach 15—20 Minuten Adaptation für 35 resp. 36 Meterkerzen fand er einen Pupillendurchmesser von 5,3—5,9 mm. Eine photographische Messung der Pupillenweite unter Verhältnissen, die mit den bei meinen Versuchen mit für Himmelslicht adaptiertem Auge herrschenden vergleichbar sind, hat S. GARTEN² ausgeführt. Während einer Minute ausserordentlich intensiver Beleuchtung, bei welcher eine Versuchsperson aus der Entfernung von 25 cm einen aus derselben Distanz von einem brennenden Magnesiumband beleuchteten weissen Karton fixierte, verengte sich die Pupille auf 2,5 mm. Wenn dann plötzlich die Beleuchtung erlosch, zeigte der Pupillendurchmesser nach 9 Sekunden eine Steigerung auf 5 mm. Bei meinen entsprechenden Versuchen war die Einstellung frühestens 9 Sekunden nach der Verdunkelung vollendet. Da diese nicht absolut war, sondern bei der Einstellung noch eine Spur von diffusem Licht, einem unbedeutenden Bruchteil einer Meterkerze entsprechend, auf das Auge einwirken konnte, rechne ich damit, dass bei meinen hierhergehörigen Versuchen die Pupillenweite bis $\frac{1}{2}$ mm geringer sein konnte, also 4,5 mm.

Bei der Versuchsanordnung GARTEN's — Betrachtung eines Schirms aus 25 cm Entfernung — ist es möglich, dass seine Versuchsperson auf diesen Abstand akkom-

¹ L. J. LANS: Über Pupillenweite. Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1900, S. 82 u. 92.

² S. GARTEN: Beiträge zur Kenntniss des zeitlichen Ablaufes der Pupillarreaktion nach Verdunkelung. Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. 68, S. 81 (1897).

modierte. Wenn dies nicht der Fall war, muss bei meinen Versuchen die berechnete Pupillenweite mit Rücksicht darauf berichtigt werden, dass vermutlich eine Konvergenz und Akkommodation auf die in einem Abstand von 26 cm befindliche Kontur der Irisblende stattfand. Nach einer Messung von R. FRIBERGER¹ veranlasst Akkommodation und Konvergenz für 25 cm eine Verminderung der Pupillenweite um 0,5 bis 0,8 mm. Mit Rücksicht hierauf darf man annehmen, dass die Pupillenweite bei meinen Versuchen mit Adaptation für Himmelslicht circa 9 Sekunden nach der Verdunkelung auch unter den ungünstigsten Umständen nicht kleiner war als 3,7 mm.

In den Versuchen ist teils bei makularem, teils bei fovealem Gesichtsfeld gearbeitet worden. Im ersteren Falle entsprach die Kreisfläche, auf welche reagiert werden sollte, einem Gesichtswinkel von 3°. Dieser Wahl liegt eine Angabe von W. KOSTER² zugrunde, dass er an Präparaten von Menschengen in einem zentralen Teil der Netzhaut, dessen Durchmesser sich auf 0,8 mm belief, überwiegend Zapfen gefunden habe. Diesem Durchmesser entspricht nämlich ein Gesichtsfeld von etwa 3°. Für die Versuche mit fovealem Sehen wurde ein Gesichtsfeld von 45' gewählt. Diese Grösse entspricht ungefähr der Ausdehnung des stablosen zentralen Netzhautgebiets, sofern dessen Diameter nach KÖLLIKER³ gleich 0,18—0,22 mm angenommen wird.

Bei LOESER'S⁴ sowie bei BURCH'S⁵ Experimenten wurden die Farbschwellen unter Anwendung eines farblosen Vergleichslichtes bestimmt. Eine solche Komplikation dürfte indessen mehr schaden als nützen. Meiner Ansicht nach ist nämlich die vorliegende Aufgabe, zu bestimmen, welches Minimum der Reizungsintensität eine Empfindung von Rot auslöst, die *an und für sich* deutlich genug ist, um identifiziert werden zu können. Hat man ständig ein Vergleichslicht zur Hand, so ist es allerdings wahrscheinlich, dass für Wellenlängen unter 680 $\mu\mu$ bei makularem Sehfeld die Einstellungen gleichförmiger werden, aber das, was eingestellt wird, ist ein Kompromiss zwischen Empfindungsschwelle (einfacher Schwelle im Sinne v. KRIES') und Unterschiedsschwelle.

Als Vorbereitung zu jeder Schwelleneinstellung hat der Reagent sein Auge so einzustellen, dass das Lichtbündel im Verhältnis zur Eintrittspupille des Auges zentriert wird. Die Technik für diese Einstellung des Auges war die folgende: Der Reagent gibt dem Kopf eine solche Lage, dass die Rinne zwischen dem Orbitalrand und dem Augapfel mit dem Rande der Schutzschale in direkten Kontakt kommt, worauf der Blick in den Apparat hinein gerichtet wird. Hier ist das Licht, auf welches reagiert werden soll, vom Dirigenten von vornherein etwas oberhalb der Schwelle eingestellt worden, oder diese Einstellung wird vom Reagenten selbst vorgenommen.

¹ R. FRIBERGER: Om mätning af pupillens vidd. Akad. afhandl., Upsala 1903, S. 101.

² W. KOSTER: Untersuchungen zur Lehre vom Farbensinn. v. Graefes Archiv f. Ophthalmol., Bd. 41:IV, S. 4—5 (1895).

³ Zitiert nach H. v. HELMHOLTZ: Handbuch der physiologischen Optik, 3. Auflage, Bd. 1, S. 25 (1909).

⁴ A. a. O.

⁵ A. a. O., S. 215.

Mit Hilfe des sehr schwachen Scheins, der also dem Blick begegnet, gibt der Reagent, ohne die Vorrichtungen zur Regulierung des Lichtes zu verändern, so schnell und sicher als es ihm möglich ist, dem Auge diejenige Lage im Verhältnis zum Spalt und dem Blick diejenige Richtung, bei welcher das Licht zentral abgebildet wird und unter Festhaltung der zentralen Abbildung seine grösste Intensität erhält. Ist dies geschehen, so bietet er seine ganze Energie auf, um den Blick fix zu erhalten, schraubt den Polarisator soweit gegen den Nullpunkt der Skala hinab, dass das Licht sicher verschwunden ist, behält diese Einstellung etwa zwei Sekunden bei und ändert dann die Richtung des Schraubens. Die Schraube wird nun mit grösster Vorsicht gedreht, bis die erste sichere Empfindung von Rot aufgefangen wird. Die Bewegung wird alsdann augenblicklich unterbrochen. Trotz aller Vorsicht kann es hierbei — besonders bei der Untersuchung mit fovealem Sehen — vorkommen, dass man an der Schwelle vorbeigleitet, weil die Fixierung nicht scharf genug beibehalten werden kann. In diesem Fall muss die Prozedur von Anfang an wiederholt werden.

In seltenen Fällen kommt es vor, dass der Reagent im Verlaufe der Einstellung die Zentrierung des Auges verliert, ohne es selbst zu merken, und eine Einstellung macht, von der er annimmt, dass sie richtig sei. Hierbei ergibt sich ein Schwellenwert, der nach oben aus der übrigen Serie herausspringt. In solchen Fällen zeigt der Dirigent, wenn die Beobachtungen vollzählig geworden sind, aufs neue das Licht, welches durch die entsprechende Einstellung entsteht, und bittet den Reagenten, sich über die Tauglichkeit desselben als Schwellenwert zu äussern. Der Reagent, der dann den Irrtum sofort merkt, ist bei einem solchen Ausgang des Kontrollversuchs berechtigt, die fehlerhafte Einstellung selbst auszuschalten.

Die Notwendigkeit, von Anfang an im Instrument einen sichtbaren Orientierungsschein zu haben, ist bei allen Versuchen mit lichtadaptiertem Auge offenbar. Es liegt ja in der Natur der Sache, dass das Auge, während die Einstellung stattfindet, der fortgesetzten Einwirkung des Lichtes, für welches es adaptiert ist, entzogen werden muss. Infolgedessen kommt das Gesichtsorgan in einen labilen Zustand, während dessen seine Empfindlichkeit wächst. Während dieser Zeit muss die Schwelle ohne Zeitverlust eingestellt werden, um soweit möglich dem bei der Ausgangsbeleuchtung herrschenden Empfindlichkeitsgrade zu entsprechen. Wenn nun schon von Anfang an ein Orientierungsschein vorhanden ist, ist es, wie sich herausgestellt hat, möglich, je nach den Umständen innerhalb 20—30 Sekunden die Farbschwelle einzustellen, während fast die doppelte Zeit nötig ist, wenn der Reagent bei ganz dunklem Gesichtsfeld den Orientierungsschein selbst durch Schrauben hervorbringen soll.

Bei total dunkeladaptiertem Auge liegt kein zwingendes Bedürfnis vor, von Anfang an einen sichtbaren Orientierungsschein zu haben. Handelt es sich jedoch um Lichter, deren Schwelle weit vom Nullpunkt der Skala entfernt ist, so gewinnt man durch eine solche Anordnung einen entschiedenen Vorteil. Ein langwieriges Schrauben zur Hervorbringung des Orientierungsscheins ermüdet nämlich den Reagenten. Daher wurde auch bei Versuchen mit dunkeladaptiertem Auge für hohe Wellenlängen von vornherein ein passend gewählter Orientierungsschein eingestellt.

Die Schwelle ist in meinen Versuchen immer bei zunehmender Intensität des Reizes bestimmt worden. Durch die beschriebene Technik glaube ich die Unsicherheit überwunden zu haben, welche nach PFLÜGER's¹ Ansicht einem solchen Verfahren anhaftet. Es hätte mich auch nicht befriedigt, wie PFLÜGER die eben untermerkliche statt der eben merklichen Reizschwelle zu bestimmen. Es ist übrigens keineswegs gleichgiltig, in welcher Weise die Einstellung erfolgt. Hat ein Lichtreiz erst die Schwelle erreicht, so kann er, wie zuerst A. CHARPENTIER² beobachtet hat, ganz bedeutend abgeschwächt werden, ohne dass die Empfindung verschwindet. CHARPENTIER³ betrachtet dieses Phänomen als Folge einer »inertie rétinienne« und hebt hervor, dass sein Vorkommen dazu nötig, zwischen einem »minimum d'apparition« und einem »minimum de disparition« zu unterscheiden. Bestimmt man, wie es PFLÜGER tut, die letztere, so entgeht man allerdings der Schwierigkeit, während der Einstellung eine unveränderte Fixation beizubehalten, aber dafür wird die Schwelle für das Verschwinden deshalb unsicher, weil es Schwierigkeiten bereiten kann, den objektiven Reiz von dem subjektiven Nachbilde zu unterscheiden. Bei Bestimmung der Schwellen in aufsteigender Richtung fällt diese Fehlerquelle fort.

Da die Art der Empfindung, deren Schwelle aufgesucht werden soll, bei allen Bestimmungen der Farbenschwelle in der vorliegenden Arbeit immer die gleiche ist, wäre es von grossem Vorteil gewesen, wenn die Versuche nach dem sogenannten unwissentlichen Verfahren hätten angestellt werden können, so dass z. B. abwechselnd mit dem roten auch grünes oder blaues Licht hätte gezeigt werden können, ohne dass der Reagent vorher gewusst hätte, welche Empfindung in jedem einzelnen Fall auftreten würde. Da ich es indessen dem Reagenten überliess, die Lichtstärke des Feldes selbst zu regulieren, was von anderen Gesichtspunkten aus grosse Vorteile bietet, und da ich mich ferner entschloss, die Lichtstärke des Feldes als Hilfsmittel für die Zentrierung des Auges im Verhältnis zum Instrument dienen zu lassen, war ich der Möglichkeit beraubt, nach dem unwissentlichen Verfahren vorzugehen. Die Anwendung desselben hätte auch die nötige Zeit für die mit allen Vorsichtsmassregeln an und für sich schon äusserst zeitraubenden Schwellenbestimmungen mehr als verdoppelt, während es umgekehrt im Interesse der Exaktheit liegt, dass alle Schwellenbestimmungen einer Serie mit möglichst unveränderter Strahlungsintensität des Nernstbrenners unter Vermeidung jeder unnötig langen Brennzeit ausgeführt werden. Bei dieser Sachlage, die die Anwendung des unwissentlichen Verfahrens hinderte, war es umso nötiger, dass ich als Helfer bei meiner Arbeit Personen wählte, welche für Suggestion nicht empfänglich sind. Ich habe auch bei meiner Wahl auf diese Bedingung besonderes Gewicht gelegt und glaube, dass sie gut erfüllt wurde.

Die Experimentserien, welche bei total dunkeladaptiertem oder für künstliches Licht adaptiertem Auge ausgeführt wurden, machten eine besondere Dunkelkammer-einrichtung notwendig. In einer Ecke eines grösseren Zimmers, welches ganz abge-

¹ A. a. O., S. 193.

² Compt. rend. de l'acad. des sciences, Paris, 27 janv. 1879. Ibid. 8 déc. 1884.

³ A. CHARPENTIER: L'inertie rétinienne et la théorie des perceptions visuelles. Archives d'ophthalmolog., tome 6, p. 133—139 (1886).

dunkelt werden kann, wurde ein für den Reagenten bestimmter lichtdichter Verschlag aus Holz mit Pappeüberzug hergestellt, dessen Dimensionen 25 dm (Höhe) \times 30 dm (Länge) \times 14 dm (Breite) waren.

Auf einem Tisch aussen vor der einen Kurzwand des Verschlags war das Liminospektroskop so aufgestellt, dass sein Fernrohrtube durch eine Öffnung in der Wand des Verschlags einige cm in denselben hineinragt. Durch eine andere Öffnung kann der Reagent, der während der Versuche vor dem Spektroskoptube sitzt, mit seiner Hand die Mikrometerschraube des Polarisators erreichen. Beide Öffnungen sind mit sorgfältig ausgeführten Vorrichtungen zur Abdichtung des Lichtes versehen. In dem grösseren Raum befindet sich der »Dirigent«. Er handhabt die Lichtquellen, stellt das Liminospektroskop auf die beim Versuche gewünschten Wellenlängen ein, stellt mit dem Polarisator den Orientierungsschein ein, liest die vom Reagenten ausgeführten Einstellungen der Farbschwelle ab und führt das Protokoll. Die permanente Beleuchtung im äusseren Raum besteht aus einem Stearinlicht, dessen Schein gegen das Spektroskop abgeblendet ist. Die Skalen werden bei vorübergehender Beleuchtung durch elektrische Taschenlampen abgelesen.

Um Versuche unter Adaptation für gleichförmige künstliche Beleuchtung zu ermöglichen, war im hinteren Teil des Verschlags für den Reagenten eine elektrische Lampe installiert. Sie wurde durch einen im äusseren Raume befindlichen Drehkontakt, den der Dirigent erreichen konnte, angezündet und ausgelöscht.

Von der Lampe wird aus einer Entfernung von 2,4 m ein mit Magnesiumoxyd überzogener Tuschschirm beleuchtet, der vor und über dem Platz, welchen der Reagent einnimmt, aufgehängt ist. Der Schirm misst 115 cm im Quadrat und ist mit solcher Neigung angebracht, dass der Blick des Reagenten, wenn dieser ein winziges hellgraues Zeichen auf dem Schirm fixiert, mit der Normalen des Schirms an dieser Stelle einen ebenso grossen Winkel (32°) bildet, wie das Lichtbündel, welches, von der Metallfadenlampe ausgehend, gegen denselben Fleck gerichtet ist. Die Lage des Auges im Verhältnis zum Schirm wird dadurch annähernd fix, dass der Reagent während der Adaptation den Kopf an eine an dem Stuhl angebrachte Nackenstütze lehnt. Die Entfernung des Auges vom Fixationspunkt ist bei dieser Kopfhaltung 66 cm.

Durch Messung der Beleuchtung mit einem Weberschen Photometer, wobei eine Mattglasplatte im Apparat den Platz des Auges einnahm und wie dieses auf das Fixationszeichen eingerichtet wurde, wurde festgestellt, dass die Lampe eine Lichtstärke von etwa 600 Normalkerzen haben musste, damit sich die Beleuchtung der Platte auf 50 Lux belaufe. Eine Metallfadenlampe (Azolampe) von nominell 600 Normalkerzen wurde installiert und eine neue Messung mit dem Photometer ergab nun, dass die Beleuchtung an der Stelle, wo sich das Auge befand, 48 Lux betrug.

Bei denjenigen Versuchen, welche unter Adaptation für künstliche Beleuchtung stattfanden, ist folgendes beobachtet worden. Die Adaptationszeit wird nach im voraus festgestellten Grundsätzen vom Dirigenten zugemessen. Sobald sich die Adaptationszeit ihrem Ende nähert, wird der Reagent darauf vorbereitet, dass eine Einstellung bevorsteht, wobei er die Hand auszustrecken und die Schraube des Polarisators zu ergreifen hat. Ist die Adaptationszeit zu Ende, so gibt der Dirigent

das Stichwort »jetzt«. Zugleich löscht er die Metallfadenlampe aus und setzt ein Chronoskop in Gang. Sobald der Reagent seine Einstellung ausgeführt hat, sagt er seinerseits »jetzt«, wobei der Dirigent das Chronoskop sofort anhält und die Beleuchtung im Raume des Reagenten wieder in Tätigkeit setzt, so dass die Adaptation für den folgenden Versuch sofort beginnt. An dem Chronoskop wird dann die Zeit abgelesen, die der Reagent brauchte, um die Einstellung auszuführen.

Die nachfolgenden Aufschlüsse über die Funktionsfähigkeit des Sehorgans bei den an den Experimenten beteiligten Versuchspersonen und über ihre Lebensalter dürften für die Beurteilung ihrer Leistungen erforderlich sein.

Gustaf Göthlin, geb. 1874. Linkes Auge; geringer Astigmatismus, der in funktioneller Hinsicht wenig in Betracht kommt (Meridian 15 hypermetropisch 0,25 D; Meridian 115 myopisch 0,25 D). Sehschärfe ohne Korrektion = 1. Akkomodationsbreite 5 D. Farbensinn normal trichromatisch.

Nils Tolagen, geb. 1892. Rechtes Auge, emmetropisch; kein Astigmatismus. Sehschärfe > 1. Akkomodationsbreite 12,5 D. Normal trichromatischer Farbensinn.

Bernhard Jacobowsky, geb. 1893. Rechtes Auge; zusammengesetzter myopischer Astigmatismus; im Meridian 85 Myopie 4,5 D, im Meridian 175 Myopie 4 D. Sehschärfe bei nur sphärischer Korrektion = 0,7, bei sphärischer und zylindrischer Korrektion = 0,9. Akkomodationsbreite 10,5 D. Ophthalmoskopisch sieht man im Augenhintergrund eine wenig ausgeprägte »Sichel« am temporalen Rande der Papille. Die Macula-Gegend zeigt normale Verhältnisse.

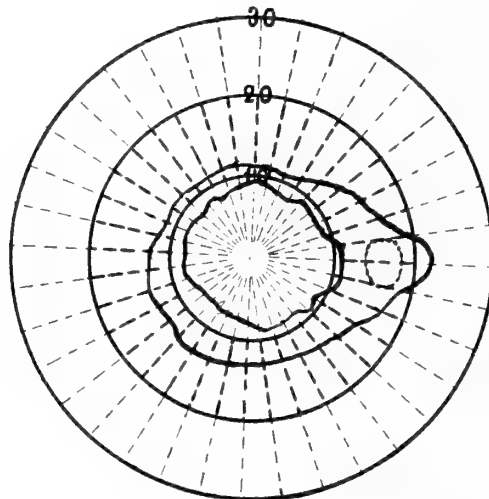


Fig. 2 b.

Der Farbensinn ist protanomal trichromatisch. In dem Anomaloskop von NAGEL¹ wird keine Rayleigh-Gleichung erhalten. In dem Polarisationsanomaloskop des Verfassers² stellt J., nachdem das mattierte Glas M_2 in den Vergleichstabus ein-

¹ W. A. NAGEL: Zwei Apparate für die augenärztliche Funktionsprüfung. Zeitschr. f. Augenheilkunde. Bd. 17, S. 216—222 (1907).

² G. F. GÖTHLIN: Polarisations-anomaloskopet, en apparat för diagnostisk undersökning av färgsinnet. Svenska Läkaresällskapets Handlingar, Bd. 42, S. 1665—1712 (1916).

geschoben worden ist, eine Rayleigh-Gleichung ein, die er als völlig befriedigend erklärt. Der Grünrotkoeffizient seines Auges, nach den Angaben des Verfassers¹ bestimmt, betrug 0,16. Perimetrische Prüfung liess eine Einengung der Farbengesichtsfelder, besonders hochgradig für Rot, erkennen. In Fig. 2 b bezeichnet die innere Zickzacklinie die Grenze, ausserhalb deren eine zirkuläre Reagenzmarke aus Papier von möglichst gesättigter, rein roter Farbe und einer Winkelausdehnung von 1°51' aufhörte, als rot unterschieden zu werden. Die äussere Zickzacklinie gibt die entsprechende Grenze für Gelb an.

Hugo Avalder, geb. 1890. Linkes Auge; zusammengesetzter myopischer Astigmatismus; im Meridian 15 Myopie 6,25 D, im Meridian 105 Myopie 5,25 D. Sehschärfe bei nur sphärischer Korrektur = 0,6, bei sowohl zylindrischer als sphärischer Korrektur = 1. Akkomodationsbreite 11 D. Ophthalmoskopisch wurde an der temporalen Seite des Sehnerveneintritts eine Distractionssichel beobachtet; in der Gegend der Macula centralis kamen keine Veränderungen vor. Farbensinn normal trichromatisch.

6. Die Berechnung der den Farbschwellen entsprechenden Energiewerte.

Da ich nicht in der Lage war, mir eine hinreichend empfindliche Kombination von Oberfläche-Thermosäule und Galvanometer zu verschaffen, um die Totalstrahlung der aus dem Liminospektroskop austretenden Lichter zu messen, musste der sonst sehr ansprechende Gedanke, die den Farbschwellen entsprechende Energiemenge in Kalorien oder in Erg zu messen, aufgegeben werden. Zunächst sah ich mich also darauf beschränkt, die der Schwelle für Rot bei Reizung mit spektralen Lichtern von verschiedenen Wellenlängen entsprechenden *relativen* Energiewerte zu bestimmen.

Später fand ich indessen ein Verfahren, welches einen Ausweg offen lässt, in Zukunft nach gewissen weiteren Messungen die gefundenen Werte in Kalorien bzw. Erg umzurechnen, obwohl eine solche Umrechnung nicht zu so sicheren Resultaten führen kann, wie es bei direkten Messungen der Fall gewesen wäre.

Der angedeutete Ausweg beruht in letzter Linie auf der Annahme, dass für ein und dasselbe Auge einer gänzlich ausgeruhten Person bei totaler Dunkeladaptation die Farbschwelle für ein Licht von konstanter Zusammensetzung, das schon von dem Augenblick an, wo es wahrgenommen wird, die Empfindung von reinem Rot auslöst, bei Untersuchung mit demselben Instrument, derselben Technik und demselben Gesichtsfeld während einer Zeitperiode, die nach Jahren zählt, unverändert bleibt. In Übereinstimmung mit dieser Annahme, die sich nur auf starke Wahrscheinlichkeitsgründe stützt, in Wirklichkeit aber bisher unbewiesen ist, ging ich davon aus, dass mein eigenes linkes Auge, mit welchem ich alle meine Schwellenbestimmungen ausgeführt habe, eine konstante Energiemenge von Licht von der mitt-

¹ A. a. O., S. 1687 und 1705.

leren Wellenlänge 680 $\mu\mu$ und $d\lambda = 13,3$ braucht, um bei totaler Dunkeladaptation und einem Gesichtsfeld von 3° in oben beschriebener Weise die Schwelle der Empfindung Rot zu erreichen. Als interimistische Wärme- oder Energieeinheit habe ich für die Berechnungen ein Hunderstel dieser als konstant angenommenen Energiemenge gewählt. Diese Einheit ist also nur individuell bestimmbar.¹

Die übrigen Farbschwellen werden in Vielfachen oder Bruchteilen der vorgeschlagenen Energieeinheit ausgedrückt. Nehmen wir an, dass den Wellenlängen λ_1, λ_2 u. s. w. bei parallelen Nicols die thermogalvanometrisch bestimmten relativen Wärmestrahlungen W_1, W_2 u. s. w. entsprechen, und dass ferner ebenso der Wellenlänge 680 $\mu\mu$ die Wärmestrahlung W_{680} entspricht. Ferner, dass die Farbschwellen für die Wellenlängen λ_1, λ_2 u. s. w. auf der Skala des Polarisators bei den Winkeln γ_1, γ_2 u. s. w. liegen, sowie für die Wellenlänge 680 $\mu\mu$ bei dem Winkel γ_{680} auf derselben Skala. Die den Farbschwellen entsprechenden relativen Wärmestrahlungen (E_1, E_2 u. s. w.), in den oben angegebenen interimistischen Einheiten ausgedrückt, sind dann:

$$E_1 = \frac{100 \times W_1 \times \sin^2 \gamma_1}{W_{680} \times \sin^2 \gamma_{680}}; \quad E_2 = \frac{100 \times W_2 \times \sin^2 \gamma_2}{W_{680} \times \sin^2 \gamma_{680}} \quad \text{u. s. w.}$$

Die Werte W_1, W_2 u. s. w. der Wärmestrahlungen, welche den zu untersuchenden Lichtern — inklusive Licht von der Wellenlänge 680 $\mu\mu$ — entsprechen, sowie der Wert von γ_{680} müssen für jeden Brenner besonders gemessen werden. Wenigstens habe ich es, bis reichlichere Erfahrungen vorliegen, für nötig gehalten, dies zu tun, da uns nichts dafür bürgt, dass das Material oder die Temperatur der verschiedenen Brennerstäbe absolut gleich ist.

Betreffs der Quantität $\frac{100}{W_{680} \times \sin^2 \gamma_{680}}$ für einen bestimmten Brenner mache ich die approximative Annahme, dass sie zwischen der zehnten und der zweihundertsten Brennstunde konstant ($=k$) ist (vgl. S. 33). Kennt man also den Wert k für den Brenner, mit welchem die Versuchsserie ausgeführt wurde, so lässt sich eine bestimmte Schwellenlage (γ_1) des Polarisators auf die entsprechende Energieschwelle (E_1) — ausgedrückt in den vorgeschlagenen Einheiten — nach folgender vereinfachter Formel umrechnen:

$$E_1 = k \times W_1 \times \sin^2 \gamma_1.$$

Wenn in einer Serie Versuche mit einem leuchtenden Feld ausgeführt werden, welches sich unter einem anderen Gesichtswinkel (φ) als dem bei den Hauptversuchen herrschenden zeigt, nimmt die Konstante (κ) für diese Versuche statt k den Wert

¹ Sollte diese vom Farbensinn eines einzelnen Individuums abhängige Einheit in Zukunft in absoluten Werten bestimmt werden, wobei nur die Schwierigkeiten zu überwinden wären, die in der Beschaffung einer thermoelektrischen Vorrichtung liegt, welche hinlänglich empfindlich ist, um die Totalstrahlung auf einer Fläche zu messen, welche das ganze aus dem Austrittspalt des Liminospektroskops kommende Licht auffängt, so würde hierdurch der angedeutete Ausweg eröffnet, die bei den Experimenten jetzt in interimistischen Einheiten ausgedrückten Farbschwellen in Kalorien oder Erg umzurechnen.

$z = \frac{\text{tg}^2 \varphi/2}{\text{tg}^2 1^\circ 30'} \times k$ an, und die Energieschwelle (ε_1) wird dann, wenn die Farbenschwelle bei dem Winkel γ_1 gefunden wird, unter Austausch von k gegen z nach folgender Formel berechnet:

$$\varepsilon_1 = z \times W_1 \times \sin^2 \gamma_1.$$

Dass die Schwelle für die Empfindung Rot, wenn sie mit Licht von der Wellenlänge 680 $\mu\mu$ nach einer gewissen Zeit Dunkeladaptation ausgelöst wird, insofern konstant wird, als sie nur innerhalb eines den Einstellungsfehlern der Methode entsprechenden Umfangs variiert, geht aus Experimenten hervor, die zur Aufklärung dieser Frage besonders angestellt wurden. Es sei hier ein solches angeführt.

Reagent: Verfasser. Das Experiment begann um 11^h55' vorm. mit Adaptation für 48 Lux. Um 12^h10' wurde die Beleuchtung gelöscht. Nachdem dies geschehen, wurden zuerst Schwellenbeobachtungen in ziemlich rascher Folge ausgeführt, später aber nur bei Gelegenheiten, wo sich das Gesichtsfeld möglichst frei von entoptischen Lichtphänomenen erwies.

Nachstehend werden die in dieser Serie erfolgten Einstellungen (γ) des Polarisators bei der Farbenschwelle sowie die in interimistischen Einheiten daraus berechneten Energieschwellen (E) zusammengestellt.

Zeit:	Lage des Polarisators bei der Farbenschwelle (γ):	Berechnete Farbenenergieschwelle (E):
12 ^h 10'	6°8'	1594
12 ^h 13',5	4°6'	714
12 ^h 15'	3°43'	587
12 ^h 17'	3°6'	408
12 ^h 23'	2°53'	353
12 ^h 26'	2°25'	248
12 ^h 41'	2°14'	212
12 ^h 51'	1°47'	135
1 ^h 1'	1°39'	116

Während der Zeit 1^h15'—1^h45' verhinderten entoptische Lichtphänomene die Ausführung zuverlässiger Schwellenbestimmungen.

1 ^h 53'	1°35'	107
2 ^h 11'	1°30'	96
2 ^h 34'	1°36'	109
3 ^h 12',5	1°33'	102

Die Resultate dieser Adaptationsserie sind zum besseren Überblick in Fig. 2 c (S. 32) graphisch dargestellt.

In dem wiedergegebenen Experiment zeigt also die Empfindlichkeit für Rot bei meinem untersuchten Auge nach ungefähr einer Stunde im dunkeln Raum keine weitere Steigerung. Die normal vorkommenden Fehlergrenzen für die Einstellungen sind ein hinreichender Erklärungsgrund für den Unterschied zwischen der Einstellung $1^{\circ}39'$ um $1^h1'$ und der Einstellung $1^{\circ}33'$ um $3^h11',5$.

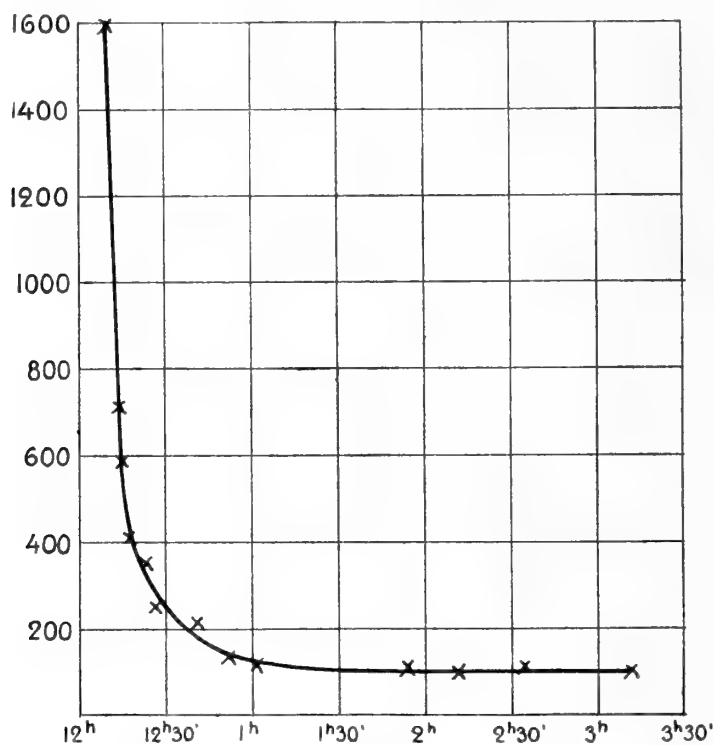


Fig. 2 c.

Aus dem angeführten und ähnlichen Experimenten geht meiner Ansicht nach hervor, dass während einer Zeit von 1—3 Stunden nach Beginn der Dunkeladaptation die betreffende Farbenschwelle bei meinem Auge nicht stärker variiert, als dass die Schwankungen als Ausdrücke gewisser unvermeidlicher Nebenumstände bei den Einstellungen erklärt werden können (vgl. hierüber S. 34—35).

Die Einwände, die man vielleicht gegen die Annahme geltend machen wird, dass die betreffende Farbenschwelle bei demselben Auge während eines längeren Zeitraumes auf demselben Niveau bleibe, treffen weder das gegenseitige Verhältnis zwischen den Schwellen in derselben Serie, noch die Vergleichung von Serien, die mit demselben Brenner ausgeführt worden sind, sondern höchstens die Vergleichung von Serien, bei denen verschiedene Brenner verwendet wurden.

7. Störende Einflüsse und Fehlerquellen bei den Messungen. Fehlergrenzen der Resultate.

Schon in der physikalischen Versuchsanordnung liegt insofern eine Fehlerquelle, als im Elektrizitätsnetz unseres Instituts Spannungsvariationen von solcher Grösse vorkommen, dass sie ohne Zweifel auf die Lichtstrahlung der Nernstlampe zurückwirken. Es braucht wohl nicht hervorgehoben zu werden, dass diese Fehlerquelle hätte ausgeschaltet werden können, wenn die Anschaffung einer eigenen Akkumulatorbatterie möglich gewesen wäre. Dies war jedoch leider nicht der Fall.

Die Spannung im Elektrizitätsnetz habe ich bei verschiedenen Gelegenheiten fortlaufend kontrolliert und dabei als äusserste Grenzwerte 220 resp. 234 Volt beobachtet. Meine Kontrollversuche wurden so angestellt, dass ich jedesmal während einer Stunde die Ausschläge an einem Voltmeter (von der Firma Hartmann & Braun) in Perioden von 10 Minuten ununterbrochen verfolgte, so dass für jede 10-Minuten-Periode die höchste und die niedrigste Spannung bekannt wurde.

Welchen Einfluss Spannungsvariationen innerhalb der angegebenen Grenzen in Verbindung mit den galvanometrischen Ablesungsfehlern auf das Resultat der Messungen der Strahlungsintensität bei einem Licht von bestimmter Wellenlänge ausüben, versuchte ich auf folgende Weise festzustellen. Bei vollkommen unveränderter Messungsanordnung wurden für Licht von der mittleren Wellenlänge 720 $\mu\mu$ galvanometrische Messungen bei solchen Gelegenheiten vorgenommen, wo innerhalb der oben angegebenen Latitude die verschiedensten Spannungen im Netz herrschten. Das Experiment erstreckte sich über eine Zeit von drei Tagen. Dabei wurden folgende Galvanometerausschläge notiert:

15,0; 14,7; 13,9; 14,5; 15,0; 14,5; 14,6;
13,8; 14,7; 14,5; 14,7; 15,2; 14,4; 14,0.

Das Mittel dieser vierzehn verschiedenen Beobachtungen ist 14,5. Die grössten Abweichungen der Einzelobservationen betragen $\pm 4,8$ % des Mittels. Verfügt man über einen Mittelwert von vier Ablesungen, so ist der mittlere Fehler für diesen Mittelwert $\pm 1,43$ %.

Es ist bekannt, dass die Leuchtkraft des Nernststabes während der ersten Brennzeit eine starke Einbusse erleidet, dass aber dann bis zur 200. Stunde die Leuchtkraft nur langsam abnimmt (von der 25. bis zur 200. Stunde um c. 6 %).¹ Aus diesem Grunde wurde für die Messungen kein Nernstbrenner verwendet, der nicht schon wenigstens 10 Stunden gebrannt hatte. Auch blieb die ausgenutzte Brennzeit in allen Fällen weit unter 200 Stunden.

Die Nernstspaltlampe wird stark erhitzt, wenn sie lange und ununterbrochen brennt. Infolgedessen entsteht die Gefahr, dass sich an den Linsen ein Beschlag

¹ V. GAISBERG: Elektrotechnische Zeitschrift, Bd. 25, S. 885 (1904).

bilden könnte. Bei meinen Experimenten war die Lampe entweder während der Pausen zwischen den einzelnen Einstellungen ausgelöscht, oder sie durfte höchstens 20 Minuten ununterbrochen brennen und wurde dann für ebenso lange Zeit ausgelöscht.

Von der Fehlerquelle, die darin liegt, dass das Auge bei den Farbenschwellenbestimmungen die Zentrierung im Verhältnis zum Fernrohrtube verlieren kann, war schon oben die Rede (S. 25).

Eine Bedingung für die genaue Bestimmung der Farbenschwelle ist, dass zur Zeit der Einstellung das Gesichtsfeld besonders in seinen zentralen Teilen von entoptischen Lichtschleiern frei ist. Wird eine Schwellenbestimmung trotz der Gegenwart solcher subjektiver Lichtphänomene ausgeführt, so ist sie unzuverlässig. In seiner Arbeit über die Farbenempfindung bei sehr schwachen Lichtern teilt G. J. BURCH¹ mit, dass in seinem Gesichtsfeld keine Lichtschleier auftraten, sobald die Dunkeladaptation zwei Stunden gedauert hatte. Für meine Augen und die meiner Assistenten hat dies sicher keine Giltigkeit. An mir selbst konnte ich entoptische Schleier ein oder das andere Mal sogar wahrnehmen, wenn ich nach achtstündigem Schlaf im stockfinsternen Zimmer erwachte. Und doch glaube ich nicht zu den Menschen zu gehören, bei denen solche Lichterscheinungen besonders stark auftreten.

Bei unseren Experimenten haben wir die Regel beobachtet, dass wir jede Einstellung, bei der sich entoptische Schleier von selbst bemerkbar machten, als ungültig betrachteten und dann die Untersuchungen so lange einstellten, bis die Schleier, praktisch genommen, verschwunden waren. Durchforscht man sein Gesichtsfeld indessen besonders genau, so dürfte man finden, dass das Auge auch bei totaler Dunkeladaptation kaum jemals ganz von entoptischen Lichterscheinungen frei ist. Darum halte ich es nicht für ausgeschlossen, dass unbewusste oder unterbewusste Erscheinungen dieser Art trotz aller Vorsicht unsererseits gelegentlich störend auf die Schwellenbestimmungen einwirken konnten.

Um Ermüdung infolge der Einstellungsanstrengung zu vermeiden, wurde zwischen die einzelnen Schwellenbestimmungen eine Ruhezeit von vollen 5 Minuten eingeschoben. Durch diese Vorsichtsmassregel wurde ermöglicht, die Versuche mit dunkeladaptiertem Auge zwei Stunden lang fortlaufen zu lassen, in einigen Fällen sogar noch länger, ohne dass sich dabei Müdigkeit einstellte. Bei den Versuchen mit helladaptiertem Auge musste, zur Erreichung eines konstanten Adaptationsgrades, das Auge so lange einen hellen Hintergrund anstarren, dass ein Gefühl der Anstrengung wohl nicht immer ganz vermieden werden konnte. Besonders war dies bei der Serie mit Adaptation für Himmelslicht zu bemerken. Dieses von einem gewissen Grad der Ermüdung zeugende Anstrengungsgefühl lässt sich indessen, soviel ich sehe, nicht hintanhaltend. Es ist nur eine Konsequenz der zu lösenden Frage.

Wenn man mit passenden Zwischenzeiten unter unveränderten Beobachtungsbedingungen und bei möglichster Abwesenheit aller Fehlerquellen eine Reihe von Einstellungen der Farbenschwelle für dasselbe Licht vornimmt, so werden dadurch

¹ A. a. O., S. 212—213.

die Fehlergrenzen des Einstellungsaktes selbst festgestellt. Zu diesem Zwecke wurde die folgende Versuchsserie ausgeführt.

Reagent: G. Göthlin. Licht: 680 $\mu\mu$. Gesichtsfeld 3° . Die Dunkeladaptation begann um $5^h36'$. Zwischen den Abschluss einer Einstellung und den Beginn der folgenden wurde eine Ruhezeit von 5 Minuten eingeschaltet.

- 1) Rotschwelle bei $0^\circ36'$ um $7^h7'$;
- 2) » » $0^\circ32'$ » $7^h13'$;
- 3) » » $0^\circ36'$ » $7^h20'$;
- 4) » » $0^\circ30'$ » $7^h25'$;
- 5) » » $0^\circ31'$ » $7^h30'$;
- 6) » » $0^\circ36'$ » $7^h37'$.

Eine Einstellung wurde wegen entoptischer Schleier inhibiert.

- 7) Rotschwelle bei $0^\circ35'$ um $7^h52'$;
- 8) » » $0^\circ33'$ » $7^h57'$.

Bei einem Einstellungsversuch um $8^h3'$ verlor der Reagent die Zentrierung des Auges. Um Müdigkeit zu vermeiden, wurde von unmittelbarer Erneuerung der Einstellung abgesehen.

- 9) Rotschwelle bei $0^\circ30'$ um $8^h9'$;
- 10) » » $0^\circ32'$ » $8^h14'$.

In der Berechnung der Farbschwellen kommen die abgelesenen Winkel als Funktion \sin^2 vor. Wird \sin^2 für den gefundenen Winkel bei den zehn zu Ende geführten Einstellungen berechnet, so erhält man folgende Zahlen:

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1) 10966×10^{-8} | 6) 10966×10^{-8} |
| 2) 8664×10^{-8} | 7) 10365×10^{-8} |
| 3) 10966×10^{-8} | 8) 9214×10^{-8} |
| 4) 7615×10^{-8} | 9) 7615×10^{-8} |
| 5) 8131×10^{-8} | 10) 8664×10^{-8} |

Der Mittelwert für \sin^2 bei den zehn Einstellungen ist 9317×10^{-8} .

Der mittlere Fehler, für einen Mittelwert von 4 Einstellungen berechnet, ist $\pm 693,5 \times 10^{-8}$, d. h. $\pm 7,44\%$. Bei Berechnung für einen Mittelwert von 3 Einstellungen ist der mittlere Fehler bezw. $\pm 800,8 \times 10^{-8}$ und $\pm 8,60\%$.

Diese Berechnung des mittleren Fehlers von \sin^2 gilt natürlich nur für meine eigenen Einstellungen bei dunkeladaptiertem Auge. Und hierzu muss noch bemerkt werden, dass die Einstellungen der Farbschwellen etwas unsicherer und somit der mittlere Fehler etwas grösser wird, wenn, gleichgiltig aus welcher Ursache, ein photochromatisches Intervall vorkommt.

Die Schwankungen der Werte in denjenigen Versuchsserien, welche an meinem Assistenten N. Tolagen ausgeführt wurden, liessen darauf schliessen, dass die Fehlergrenzen für die dabei erhaltenen Resultate ziemlich genau mit denjenigen meiner eigenen Serien übereinstimmen. Etwas weiter waren degegen die Fehlergrenzen für die Einstellungen der Versuchsperson H. Avalder.

Da nach den angeführten Berechnungen die Vergleichszahlen (W) für die Strahlungsenergie mit einem mittleren Fehler von $\pm 1,43\%$ behaftet sind, während $\sin^2 \gamma$ für mein Gesichtsorgan im Zustand völliger Dunkeladaptation bei drei Einstellungen einen mittleren Fehler von $\pm 8,6\%$ aufweist, so lässt sich unter diesen Verhältnissen der grösste Betrag des Gesamtfehlers für die *relativen* Werte der Energieschwellen in den Versuchen mit demselben Brenner auf rund $\pm 10\%$ berechnen.

Erlaubt man sich, die E -Werte als absolut zu betrachten (d. h. anzunehmen, dass sie eine der für E angegebenen Zahl entsprechende Anzahl interimistischer Wärmeeinheiten repräsentieren), so führt dies dazu, dass der grösste Betrag des Gesamtfehlers fast verdoppelt wird. Denn in den absoluten Werten ist auch die Unsicherheit beim Reduktionsfaktor k enthalten, welcher ein Produkt von W_{680} und $\sin^2 \gamma_{680}$ enthält. Die Sicherheit des Wertes für γ bei der Wellenlänge $680 \mu\mu$ ist jedoch grösser als bei den übrigen Wellenlängen, da bei der Bestimmung desselben, soweit dabei die Berechnung des Reduktionsfaktors für den Brenner beabsichtigt war, eine grössere Anzahl Einzelbeobachtungen von γ (meistens 8) ausgeführt wurde.

III. Die Energiemessungen.

Unter Hinweis auf das in Kap. II : 4 über die Methodik bei den hierhergehörigen Versuchen Gesagte werden hier in Tabellenform die Werte der Galvanometerausschläge zusammengestellt, die für jeden einzelnen Brenner bei thermoelektrischer Messung der Wärmestrahlung der für Farbenswellenbestimmungen ausgewählten Lichter erhalten worden sind. Durch Addition von vier abgelesenen Galvanometerausschlägen für jedes einzelne Licht wird für jeden Brenner eine entsprechende Reihe Vergleichszahlen (W) erhalten. Für den einzelnen Brenner stehen also die Energiemengen der betreffenden Lichter in demselben Verhältnis zu einander wie die Vergleichszahlen.

Nach Anführung der Rotschwelle (γ_{680}) meines total dunkeladaptierten linken Auges bei 3° Gesichtsfeld für Licht von der mittleren Wellenlänge $680 \mu\mu$ und $d\lambda = 13,3 \mu\mu$ unter Anwendung eines bestimmten Brenners wird auf die oben (S. 30) angegebene Weise der Reduktionsfaktor k für denselben Brenner bei optischen Messungen mit 3° Gesichtsfeld berechnet. In den Fällen, wo der Brenner zu Schwellenbestimmungen bei $45'$ Gesichtsfeld verwendet worden, ist auch der diesem Gesichtsfeld entsprechende Reduktionsfaktor α für denselben Brenner berechnet und angegeben worden.

Brenner 1.

Wellenlänge in $\mu\mu$	Galvanometerausschläge				Summe (W)
840	9,7	9,4	9,6	9,4	38,1
820	8,9	8,8	8,8	8,7	35,2
800	7,8	7,6	7,6	7,7	30,7
780	7,1	7,0	7,2	7,1	28,4
760	5,2	5,3	5,2	5,4	21,1
740	3,2	3,1	3,2	3,1	12,6
720	4,8	5,0	4,9	4,8	19,5
700	4,1	3,9	4,0	3,9	15,9
680	2,5	2,4	2,4	2,6	9,9
660	2,3	2,2	2,3	2,3	9,1
640	1,8	1,7	1,8	1,7	7,0
620	1,3	1,3	1,3	1,3	5,2

Als Wert für γ_{680} wurde $35',3$ erhalten. In Übereinstimmung hiermit ergibt die Berechnung den Reduktionsfaktor des Brenners $k = 95817$ (genauer $\log k = 4,98144$). Mit diesem Brenner ausgeführt sind die optischen Messungsreihen I, II, III und IV.

Brenner 2.

Wellenlänge in $\mu\mu$	Galvanometerausschläge				Summe (W)
720	7,9	8,8	8,0	8,8	33,5
700	5,1	5,2	5,6	5,3	21,2
680	3,7	3,7	4,0	3,6	15,0
660	3,1	3,2	2,9	3,1	12,3
640	2,1	2,0	2,2	2,0	8,3
620	1,1	1,2	1,2	1,2	4,7

γ_{680} wurde für diesen Brenner = $1^{\circ}32'$ gefunden. Hieraus berechnet sich der Reduktionsfaktor k zu 9311 (genauer $\log k = 3,96899$). Die Strahlungsintensität des Brenners 2 zeigte sich aus unbekanntem Gründen erheblich geringer als diejenige der übrigen Brenner. Er wurde daher nur für die optische Messungsreihe V verwendet.

Brenner 3.

Wellenlänge in $\mu\mu$	Galvanometerausschläge				Summe (W)
840	35	34	35	33,5	137,5
820	32,8	32,8	33,4	33,5	132,5
800	29,7	29,0	30,4	29,3	118,4
780	25,8	24,8	25,6	24,9	101,1
760	18,5	18,6	18,2	18,8	74,1
740	10,1	10,3	10,0	10,3	40,7

Wellenlänge in $\mu\mu$	Galvanometerausschläge				Summe (W)
720	16,5	16,4	16,2	16,7	65,8
700	12,9	12,7	12,4	12,9	50,9
680	8,0	8,1	8,1	8,2	32,4
660	8,5	8,3	8,9	8,6	34,3
640	6,9	6,5	6,9	6,6	26,9
620	5,2	5,1	5,2	5,2	20,7

$\gamma_{680} = 33',1$. Aus W_{680} und γ_{680} berechnen sich $k = 33297$ (genauer $\log k = 4,52240$) und $z = 2080$ (genauer $\log z = 3,31816$). Brenner 3 kam bei der Messungsreihe VII zur Verwendung.

Brenner 4.

Wellenlänge in $\mu\mu$	Galvanometerausschläge				Summe (W)
840	27,2	27,6	27,6	27,5	109,9
820	24,9	25,4	25,1	25,3	100,7
800	23,0	23,1	22,8	22,7	91,6
780	20,0	20,2	20,1	20,3	80,6
760	15,5	15,6	15,6	15,5	62,2
740	9,0	8,6	8,9	8,8	35,3
720	14,0	13,8	14,4	13,9	56,1
700	11,2	11,3	11,1	11,2	44,8
680	7,2	7,4	7,3	7,3	29,2
660	7,2	7,1	7,0	7,3	28,6
640	5,6	5,7	5,6	5,7	22,6
620	4,2	4,2	4,5	4,3	17,2

Bei diesem Brenner ergab sich $\gamma_{680} = 32',5$. Für den Reduktionsfaktor k des Brenners erhält man den Wert 38328 (genauer $\log k = 4,58352$) und für z den Wert 2395 (genauer $\log z = 3,37928$). Mit dem Brenner 4 wurde in den optischen Messungsreihen VI, VIII und IX gearbeitet.

Bei den galvanometrischen Messungen ist die gesamte notwendige Assistenzarbeit von meiner Frau, Ulla Göthlin, ausgeführt worden. Es sei mir daher erlaubt, ihr auch hier meinen herzlichen Dank auszusprechen.

IV. Die optischen Messungen.

Messungsreihe I.

Reagent: G. Göthlin. Dirigent: N. Tolagen. Brenner 1.

Gesichtsfeld 3° . Das Auge völlig dunkeladaptiert.

Bei Prüfung der Lichter von 620—800 $\mu\mu$ Wellenlänge wurde von dunklem Sehfelde (gekreuzten Nicols) ausgegangen. Die Ausgangslage bei Schwellenbestimmungen für Lichter von der mittleren Wellenlänge 820—840 $\mu\mu$ war dagegen parallele Stellung der Nicols.

7. 6. 1916. Die Dunkeladaptation begann 5^h45'.

620 $\mu\mu$.	Lichtschwelle bei 11' um 6 ^h 50'.	Rotschwelle bei 21' um 6 ^h 52'.
	» » 8' » 7 ^h .	» » 21' » 7 ^h 2'.
	» » 9' » 7 ^h 7'.	» » 22' » 7 ^h 12'.
630 $\mu\mu$.	Lichtschwelle bei 13' um 7 ^h 42'.	Rotschwelle bei 16' um 7 ^h 44'.
	» » 9' » 7 ^h 50'.	» » 21' » 7 ^h 52'.
	» » 11' » 7 ^h 59'.	» » 17' » 8 ^h 2'.
	» » 8' » 8 ^h 8'.	» » 18' » 8 ^h 12'.
640 $\mu\mu$.	Lichtschwelle bei 9' um 8 ^h 33'.	Rotschwelle bei 20' um 8 ^h 35'.
	» » 12' » 8 ^h 40'.	» » 16' » 8 ^h 43'.

8. 6. 1916. Die Dunkeladaptation begann 11^h7'.

640 $\mu\mu$. Lichtschwelle bei 11' um 12^h15'. Rotschwelle bei 19' um 12^h19'.
Bei allen Einstellungen für Licht von den Wellenlängen 620—640 $\mu\mu$ ist die genaue Bestimmung der Rotschwelle schwierig gewesen, weil die Lichtempfindung dicht unter der Rotschwelle weder völlig farblos noch rot ist.

650 $\mu\mu$.	Lichtschwelle bei 14' um 12 ^h 27'.	Rotschwelle bei 20' um 12 ^h 30'.
	» » 14' » 12 ^h 39'.	» » 16' » 12 ^h 41'.
	» » 14' » 12 ^h 49'.	» » 20' » 12 ^h 52'.
	» » 14' » 1 ^h 21'.	» » 21' » 1 ^h 23'.

Dieselbe Schwierigkeit für die Präzisierung der Rotschwelle wie bei Licht von den Wellenlängen 620—640 $\mu\mu$ macht sich hier noch weit mehr bemerkbar.

660 $\mu\mu$.	Lichtschwelle bei 18' um 1 ^h 30'.	Rotschwelle bei 24' um 1 ^h 33'.
	» » 22' » 1 ^h 35'.	» » 24' » 1 ^h 39'.
	» » 17' » 1 ^h 48'.	» » 25' » 1 ^h 51'.
	» » 19' » 1 ^h 59'.	» » 23' » 2 ^h 3'.

Von 680 $\mu\mu$ an kann die Licht- von der Rotschwelle nicht unterschieden werden.

680 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 35' um 2^h39'; bei 38' um 2^h45'; bei 33' um 2^h52'.

700 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 52' um 3^h; bei 1^o4' um 3^h8'.

9. 6. 1916. Die Dunkeladaptation begann 11^h12'.

700 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 49' um 12^h17'; bei 1^o2' um 12^h25'; bei 52' um 12^h31'.

720 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 1^o41' um 12^h52'; bei 1^o33' um 1^h24'; bei 1^o46' um 1^h31'.

740 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 3^o54' um 1^h43'; bei 3^o55' um 1^h51'; bei 3^o46' um 1^h3'.

760 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 5^o46' um 2^h5'; bei 5^o48' um 2^h7'; bei 5^o32' um 2^h45'; bei 5^o44' um 2^h5'.

780 $\mu\mu$. Rotschwelle bei $10^{\circ}1'$ um 3^h ; bei $9^{\circ}3'$ um $3^h6'$; bei $8^{\circ}41'$ um $3^h12'$; bei $10^{\circ}37'$ um $3^h18'$; bei $9^{\circ}4'$ um $3^h23'$.

10.6. 1916. Die Dunkeladaptation begann $11^h6'$.

800 $\mu\mu$. Rotschwelle bei $17^{\circ}8'$ um $12^h14'$; bei $14^{\circ}36'$ um $12^h23'$; bei $15^{\circ}18'$ um $12^h39'$; bei $14^{\circ}21'$ um $12^h44'$.

820 $\mu\mu$. Rotschwelle bei $36^{\circ}53'$ um $1^h21'$; bei $31^{\circ}57'$ um $1^h27'$.

Bei dieser Ablesung kamen die von MALTÉZOS¹ beschriebenen Oszillationen in der Rotempfindung mit empfindungslosen Intervallen bis zu mehreren Sekunden sehr deutlich zum Vorschein.

Rotschwelle bei $38^{\circ}20'$ um $1^h37'$; bei $29^{\circ}55'$ um $1^h43'$; bei $27^{\circ}2'$ um 2^h .

(840 $\mu\mu$.) Rotschwelle bei $69^{\circ}47'$ um $2^h29'$; bei $66^{\circ}46'$ um $2^h37'$; bei $62^{\circ}45'$ um $2^h44'$; bei $57^{\circ}6'$ um $2^h49'$; bei $61^{\circ}27'$ um $2^h57'$.

Auch bei diesem Licht wurde ein ums andere Mal das Vorkommen des MALTÉZOS'schen¹ Phänomens konstatiert.

Übersichtstabelle² zur Messungsreihe I.

1916	$\mu\mu$	Einzelleinstellungen				Mittelwert(γ)	$\log E$	E
$7/6$	620	21'	21'	22'		21',3	1,28144	19
"	630	16'	17'	18'		17'		(14,5)
"	640	20'	16'					
$8/6$	"			19'		18',3	1,27862	19
"	650	20'	16'	20'	21'	19',2		(24)
"	660	24'	24'	25'	23'	24'	1,62834	42,5
"	680	35'	38'	33'		35',3	2,00000	100
"	700	52'	1°4'					
$9/6$	"		49'	1°2'	52'	55',8	2,60350	400
"	720	1°41'	1°33'	1°46'		1°40'	3,19879	1580
"	740	3°54'	3°55'	3°46'		3°51',7	3,73845	5480
"	760	5°46'	5°48'	5°32'	5°44'	5°42',5	4,30106	20000
"	780	10°1'	9°3'	8°41'				
"	"			10°37'	9°4'	9°29',2	4,86876	73900
$10/6$	800	17°16'	17°37'	16°51'		17°14',7	5,41252	259000
"	820	36°53'	31°57'	38°20'	29°55'			
"	"				27°2'	32°49',4	5,99606	991000
"	(840)	69°47'	66°46'	62°45'	57°6'			
"	(")				61°27'	63°34',2	6,46647	(2930000)

¹ C. MALTÉZOS: Sur une espèce d'oscillation de la perception chromatique. Compt. rend. de l'acad. des sciences. Paris, tome 137, p. 43, 1903.

² In allen Tabellen werden die nachstehenden Bezeichnungen verwendet. E ist die Energie-Farbenschwelle bei makularem Gesichtsfeld, e die Energie-Lichtschwelle bei makularem Gesichtsfeld, ϵ die Energie-Farbenschwelle bei fovealem Gesichtsfeld, alle in interimistischen Energieeinheiten ausgedrückt.

Messungsreihe II.

Reagent: N. Tolagen.

Dirigent: G. Göthlin.

Brenner 1. Gesichtsfeld 3°. Die Schwellenbestimmungen wurden im Zustande totaler Dunkeladaptation ausgeführt. Die Ausgangslage des Polarisators war für die Lichter von der mittleren Wellenlänge 840 und 820 $\mu\mu$ = 90°, für alle übrigen Lichter = 0°.

Versuchsprotokoll:

13. 6. 1916. Die Dunkeladaptation begann um 12^h44'.

(840 $\mu\mu$.) Rotschwelle bei 61°10' um 2^h24'; bei 70°14' um 2^h54'; bei 52°33' um 3^h5'; bei 61°26' um 3^h12'; bei 66°30' um 3^h18'.

14. 6. 1916. Die Dunkeladaptation begann um 11^h12'.

820 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 32°17' um 12^h18'; bei 35°11' um 12^h25'; bei 31°25' um 12^h34'; bei 35°27' um 12^h42'; bei 34°28' um 12^h49'.

800 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 18°58' um 1^h18'; bei 19°9' um 1^h26'; bei 15°39' um 1^h48'; bei 17°28' um 1^h50'; bei 17°51' um 2^h23'.

Eine Einstellung um 1^h35' wurde wegen Dezentrierung des Auges kassiert.

780 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 9°55' um 2^h31'; bei 10°17' um 2^h40'; bei 10°44' um 2^h50'; bei 9°12' um 2^h56'.

15. 6. 1916. Die Dunkeladaptation begann um 11^h10'.

780 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 9°29' um 12^h17'.

760 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 5°53' um 12^h24'; bei 4°44' um 12^h29'; bei 6° 0' um 12^h38'; bei 6°6' um 12^h44'; bei 5°58' um 12^h51'.

740 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 3°47' um 1^h18'; bei 4°4' um 1^h24'; bei 4°14' um 1^h31'; bei 3°30' um 1^h36'; bei 4°12' um 1^h43'.

720 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 1°57' um 2^h10'; bei 1°55' um 2^h16'; bei 1°30' um 2^h23'; bei 1°44' um 2^h31'; bei 1°55' um 2^h37'.

700 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 1°1' um 3^h4'; bei 1°10' um 3^h8'; bei 52' um 3^h15'.

16. 6. 1916. Die Dunkeladaptation begann um 11^h9'.

700 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 51' um 12^h27'; bei 1°7' um 12^h32'.

680 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 39' um 12^h37'; bei 40' um 12^h43'; bei 46' um 12^h55' bei 40' um 1^h21'; bei 39' um 1^h27'.

- 660 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 25' um 1^h35'; bei 19' um 1^h41'; bei 22' um 1^h46'; bei 23' um 1^h51'; bei 22' um 1^h59'.
- 650 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 21' um 2^h28'; bei 17' um 2^h35'; bei 20' um 2^h40'; bei 19' um 2^h46'; bei 21' um 2^h53'.
- Bisher ist von dem Reagenten kein farbloses Intervall für die geprüften Lichter wahrgenommen worden.
17. 6. 1916. Die Dunkeladaptation begann um 11^h7'.
- Der Reagent gibt an, dass bei diesem Licht eine Schwelle für Lichtempfindung und eine für Rotempfindung unterscheidbar ist.
- 640 $\mu\mu$. Lichtschwelle bei 15' um 12^h24'; Rotschwelle bei 21' um 12^h26';
 » » 13' » 12^h34'; » » 23' » 12^h35';
 » » 13' » 12^h49'; » » 21' » 12^h52';
 » » 15' » 1^h20'; » » 26' » 1^h23';
 Rotschwelle » 25' » 1^h33'; Lichtschwelle » 15' » 1^h36'.
- Reagent erklärt, es sei schwerer, die Rotschwelle vor der Lichtschwelle zu bestimmen, als umgekehrt.
- 630 $\mu\mu$. Lichtschwelle bei 10' um 1^h43'; Rotschwelle bei 21' um 1^h46';
 » » 12' » 1^h53'; » » 16' » 1^h54';
 » » 10' » 2^h25'; » » 20' » 2^h27';
 » » 13' » 2^h36'; » » 21' » 2^h38';
 Rotschwelle » 16' » 2^h45'; Lichtschwelle » 11' » 2^h47'.
- 620 $\mu\mu$. Vor Erreichung der Rotschwelle wird das Licht vom Reagenten als unbestimmt gefärbt, jedoch nicht rot empfunden.
- Lichtschwelle bei 8' um 2^h52'; Rotschwelle bei 18' um 2^h55';
 » » 11' » 3^h23'; » » 18' » 3^h25';
 » » 9' » 3^h31'; » » 19' » 3^h33';
 » » 9' » 3^h38'; » » 17' » 3^h40';
 » » 8' » 3^h46'; » » 17' » 3^h49'.
- 600 $\mu\mu$. Das Licht wird vom Reagenten bei keiner Intensität als rot empfunden; »ist gelb«.
19. 6. 1916. Die Dunkeladaptation begann um 11^h11'.
- Einstellungen der Rotschwelle ohne vorhergehende Einstellung der Lichtschwelle.
- 640 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 18' um 12^h15'; bei 23' um 12^h20'; bei 19' um 12^h25'; bei 21' um 12^h30'; bei 20' um 12^h36'.
- 630 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 22' um 12^h43'; bei 21' um 12^h49'; bei 21' um 1^h17'; bei 17' um 1^h24'; bei 23' um 1^h32'.

620 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 24' um 1^h48'; bei 24' um 2^h15'; bei 22' um 2^h29'; bei 21' um 2^h37'; bei 22' um 2^h43'.

Eine Einstellung um 2^h22' wurde wegen verlorener Zentrierung des Auges kassiert.

Übersichtstabelle zur Messungsreihe II.

1916	$\mu\mu$	Einzeleinstellungen					Mittelwert	log E	E
13/6	(840)	61°10'	70°14'	52°33'	61°26'	66°30'	62°23'	6,45724	(2870000)
14/6	820	32°17'	35°11'	31°25'	35°27'	34°28'	33°46'	6,01668	1040000
,	800	18°58'	19°9'	15°39'	17°28'	17°51'	17°49'	5,43994	275000
,	780	9°55'	10°17'	10°44'	9°12'				
15/6	»	9°29'					9°55',4	4,90748	80800
,	760	5°53'	4°44'	6°0'	6°6'	5°58'	5°44',2	4,30535	20200
,	740	3°47'	4°4'	4°14'	3°30'	4°12'	3°57',4	3,75954	5750
»	720	1°57'	1°55'	1°30'	1°44'	1°55'	1°48',2	3,26723	1850
»	700	1°1'	1°10'	52'					
16/6	»				51'	1°7'	1°0',2	2,66943	470
»	680	39'	40'	46'	40'	39'	40',8	2,12579	130
,	660	25'	19'	22'	23'	22'	22',2	1,56050	36
»	650	21'	17'	20'	19'	21'	19',6	1,39892	(25)
17/6	640	21'	23'	21'	26'	25'	23',2	1,48484	30,5
»	630	21'	16'	20'	21'	16'	18',8	1,24233	(17,5)
»	620	18'	18'	19'	17'	17'	17',8	1,12550	13,5

Messungsreihe III.

Reagent: N. Tolagen.

Dirigent: G. Göthlin.

Brenner I. Gesichtsfeld 3°.

Entsprechend den zentralen Teilen der Netzhaut wurde durch die auf S. 27 beschriebene Vorrichtung das Sehorgan im Zustand der Adaptation für 48 Lux gehalten. Nur während der Zeit der Einstellung, welche für jeden Einzelversuch unten angegeben ist, herrscht völlige Dunkelheit.

20. 6. 1916. Die Adaptation für 48 Lux begann um 12^h20'.

620 $\mu\mu$ (Ausgangslage 2°).

- 1) Rotschwelle bei 58' nach 8'' um 12^h37';
- 2) » » 53' » 9'' » 12^h42';
- 3) » » 56' » 8'' » 12^h47';
- 4) » » 51' » 7'' » 12^h57'.

630 $\mu\mu$ (Ausgangslage 2°).

- 1) Rotschwelle bei $1^\circ 1'$ nach $8''$ um $1^h 2'$;
- 2) » » $1^\circ 2'$ » $7''$ » $1^h 7'$;
- 3) » » $1^\circ 1'$ » $11''$ » $1^h 17'$;
- 4) » » $1^\circ 2'$ » $8''$ » $1^h 22'$.

Eine um $1^h 12'$ ausgeführte Einstellung wurde wegen Dezentrierung des Auges verworfen.

640 $\mu\mu$ (Ausgangslage 2°).

- 1) Rotschwelle bei $1^\circ 20'$ nach $9''$ um $1^h 27'$;
(Ausgangslage in 3° geändert)
- 2) Rotschwelle bei $1^\circ 22'$ nach $8''$ um $1^h 32'$;
- 3) » » $1^\circ 12'$ » $12''$ » $1^h 37'$;
- 4) » » $1^\circ 31'$ » $7''$ » $1^h 42'$.

650 $\mu\mu$ (Ausgangslage 3°).

- 1) Rotschwelle bei $1^\circ 47'$ nach $13''$ um $1^h 47'$;
- 2) » » $2^\circ 11'$ » $11''$ » $1^h 52'$;
- 3) » » $1^\circ 52'$ » $12''$ » $1^h 57'$;
- 4) » » $1^\circ 42'$ » $11''$ » $2^h 2'$.

21. 6. 1916. Die Adaptation für 48 Lux begann um $3^h 40'$.

660 $\mu\mu$ (Ausgangslage $3^\circ 30'$).

- 1) Rotschwelle bei $2^\circ 9'$ nach $14''$ um $4^h 37'$;
- 2) » » $1^\circ 55'$ » $10''$ » $4^h 42'$;
- 3) » » $2^\circ 8'$ » $10''$ » $4^h 47'$;
- 4) » » $2^\circ 12'$ » $9''$ » $4^h 52'$.

680 $\mu\mu$ (Ausgangslage $5^\circ 30'$).

- 1) Rotschwelle bei $3^\circ 22'$ nach $12''$ um $5^h 17'$;
- 2) » » $3^\circ 38'$ » $13''$ » $5^h 22'$;
- 3) » » $3^\circ 52'$ » $13''$ » $5^h 27'$;
- 4) » » $3^\circ 49'$ » $15''$ » $5^h 32'$.

700 $\mu\mu$ (Ausgangslage 9°).

- 1) Rotschwelle bei $5^\circ 34'$ nach $13''$ um $5^h 37'$;
- 2) » » $5^\circ 45'$ » $12''$ » $5^h 47'$;
- 4) » » $5^\circ 16'$ » $15''$ » $5^h 52'$;
- 4) » » $5^\circ 22'$ » $20''$ » $5^h 57'$.

Eine Einstellung um $5^h 42'$ kassiert; die Zentrierung des Auges war gestört worden.

22. 6. 1916. Die Adaptation für 48 Lux begann um $1^h 10'$.

720 $\mu\mu$ (Ausgangslage 15°).

- 1) Rotschwelle bei $10^\circ 12'$ nach $10''$ um $1^h 42'$;
- 2) » » $9^\circ 7'$ » $13''$ » $1^h 47'$;
(von jetzt ab Ausgangslage 18°)
- 3) Rotschwelle bei $10^\circ 3'$ nach $11''$ um $1^h 52'$;
- 4) » » $10^\circ 52'$ » $17''$ » $1^h 57'$.

740 $\mu\mu$ (Ausgangslage 30°).

1) Rotschwelle bei $25^\circ 37'$ nach $17''$ um $2^h 2'$;

(Ausgangslage 35°)

2) Rotschwelle bei $28^\circ 40'$ nach $20''$ um $2^h 7'$;

3) » » $24^\circ 10'$ » $15''$ » $2^h 17'$;

(Ausgangslage 45° , weil das leuchtende Feld vorher schwer zu finden war)

4) Rotschwelle bei $26^\circ 33'$ nach $13''$ um $2^h 22'$.

760 $\mu\mu$ (Ausgangslage 90°).

1) Rotschwelle bei $41^\circ 59'$ nach $16''$ um $2^h 30'$;

2) » » $48^\circ 53'$ » $23''$ » $2^h 42'$.

Letzte Einstellung ausgeführt, trotzdem einmal die Zentrierung des Auges verloren gegangen.

3) Rotschwelle bei $40^\circ 0'$ nach $17''$ um $2^h 47'$;

4) » » $41^\circ 1'$ » $27''$ » $2^h 52'$.

780 $\mu\mu$ (Ausgangslage 90°).

1) War nahezu unmittelbar beim Hineinschauen in den Tubus sichtbar.

Rotschwelle bei 77° nach $29''$ um $3^h 2'$.

2) Nach 5 Sek. sichtbar. Rotschwelle bei $84^\circ 33'$ nach $14''$ um $3^h 7'$.

3) Nach 4,5 Sek. sichtbar. Rotschwelle bei $68^\circ 32'$ nach $35''$ um $3^h 12'$.

4) Nach 5 Sek. sichtbar. Rotschwelle bei $71^\circ 31'$ nach $36''$ um $3^h 17'$.

800 $\mu\mu$ (Ausgangslage 90°).

Noch nach $60''$ sah der Reagent überhaupt keinen Schein $3^h 22'$;

» » » » » » » » » $3^h 27'$.

Übersichtstabelle zur Messungsreihe III.

1916	$\mu\mu$	Einzelleinstellungen				Mittelwert	log E	E
$20/6$	620	$58'$	$53'$	$56'$	$51'$	$54',5$	2,09762	125
»	630	$1^\circ 1'$	$1^\circ 2'$	$1^\circ 1'$	$1^\circ 2'$	$1^\circ 1',5$	2,27189	(187)
»	640	$1^\circ 20'$	$1^\circ 22'$	$1^\circ 12'$	$1^\circ 31'$	$1^\circ 21',2$	2,57302	374
»	650	$1^\circ 47'$	$2^\circ 11'$	$1^\circ 52'$	$1^\circ 42'$	$1^\circ 53'$	2,92069	(833)
$21/6$	660	$2^\circ 9'$	$1^\circ 55'$	$2^\circ 8'$	$2^\circ 12'$	$2^\circ 6'$	3,06848	1170
»	680	$3^\circ 22'$	$3^\circ 38'$	$3^\circ 52'$	$3^\circ 49'$	$3^\circ 40',2$	3,58957	3890
»	700	$5^\circ 34'$	$5^\circ 45'$	$5^\circ 16'$	$5^\circ 22'$	$5^\circ 29',2$	4,14388	13900
$22/6$	720	$10^\circ 12'$	$9^\circ 7'$	$10^\circ 3'$	$10^\circ 52'$	$10^\circ 3',5$	4,75581	57000
»	740	$25^\circ 37'$	$28^\circ 40'$	$24^\circ 10'$	$26^\circ 33'$	$26^\circ 15'$	5,37323	236000
»	760	$41^\circ 59'$	$48^\circ 53'$	$40^\circ 0'$	$41^\circ 1'$	$42^\circ 58',2$	5,97280	939000
»	780	77°	$84^\circ 33'$	$68^\circ 32'$	$71^\circ 31'$	$75^\circ 24'$	6,40624	2550000

Messungsreihe IV.

Reagent: G. Göthlin.

Dirigent: N. Tolagen.

Gesichtsfeld 3°. Brenner 1.

Unter Verwendung der auf S. 27 beschriebenen Beleuchtungsanordnung wurde das Auge vor jeder Schwellenbestimmung für eine artifizielle Beleuchtung von 48 Lux adaptiert.

*Versuchsprotokoll:*20. 6. 1916. Die Helladaptation begann um 5^h35'.620 $\mu\mu$ (Ausgangslage 2°).

- | | | | | | | | | |
|----|-------------|-----|-------|------|------|----|--------------------|---|
| 1) | Rotschwelle | bei | 1°28' | nach | 12'' | um | 6 ^h 5' | ; |
| 2) | » | » | 1°16' | » | 13'' | » | 6 ^h 10' | ; |
| 3) | » | » | 1°6' | » | 13'' | » | 6 ^h 15' | ; |
| 4) | » | » | 1°1' | » | 12'' | » | 6 ^h 20' | ; |
| 5) | » | » | 1°20' | » | 16'' | » | 6 ^h 25' | ; |
| 6) | » | » | 1°2' | » | 16'' | » | 6 ^h 30' | ; |

Gleichwie in den Untersuchungen mit dunkeladaptiertem Auge (Messungsreihe I) liegt hier die Rotschwelle höher als die Lichtschwelle. Es ist somit ein photochromatisches Intervall wahrnehmbar.

630 $\mu\mu$ (Ausgangslage 2°).

- | | | | | | | | | |
|----|-------------|-----|-------|------|------|----|--------------------|---|
| 1) | Rotschwelle | bei | 1°19' | nach | 20'' | um | 6 ^h 40' | ; |
| 2) | » | » | 1°24' | » | 14'' | » | 6 ^h 45' | ; |
| 3) | » | » | 1°23' | » | 14'' | » | 6 ^h 50' | ; |

640 $\mu\mu$ (Ausgangslage 3°).

- | | | | | | | | | |
|----|-------------|-----|-------|------|------|----|--------------------|---|
| 1) | Rotschwelle | bei | 1°33' | nach | 18'' | um | 7 ^h | ; |
| 2) | » | » | 1°14' | » | 18'' | » | 7 ^h 5' | ; |
| 3) | » | » | 1°6' | » | 16'' | » | 7 ^h 10' | ; |
| 4) | » | » | 1°18' | » | 13'' | » | 7 ^h 15' | ; |
| 5) | » | » | 1°14' | » | 15'' | » | 7 ^h 20' | ; |

650 $\mu\mu$ (Ausgangslage 3°).

- | | | | | | | | | |
|----|-------------|-----|-------|------|------|----|--------------------|---|
| 1) | Rotschwelle | bei | 1°34' | nach | 12'' | um | 7 ^h 26' | ; |
| 2) | » | » | 1°49' | » | 10'' | » | 7 ^h 31' | ; |
| 3) | » | » | 1°35' | » | 15'' | » | 7 ^h 41' | ; |
| 4) | » | » | 1°51' | » | 12'' | » | 7 ^h 51' | ; |

Zwei Einstellungen für dieses Licht (2°25' um 7^h36' sowie 2°40' um 7^h46') wurden bei der Nachprüfung vom Reagenten verworfen, weil sie beträchtlich über der Schwelle lagen. Wahrscheinlich lag bei diesen Einstellungen eine unbewusste Dezentrierung des Auges vor.

21. 6. 1916. Die Helladaptation begann um 11^h40'.

620 $\mu\mu$ (Ausgangslage 2°).

- 1) Rotschwelle bei 1°23' nach 12'' um 12^h50';
- 2) » » 1°14' » 10'' » 12^h55'.

630 $\mu\mu$ (Ausgangslage 2°).

- 1) Rotschwelle bei 1°11' nach 13'' um 1^h10';
- 2) » » 1°23' » 16'' » 1^h20';
- 3) » » 1°28' » 16'' » 1^h25';
- 4) » » 1°20' » 15'' » 1^h32'.

640 $\mu\mu$ (Ausgangslage 3°).

Rotschwelle bei 1°14' nach 14'' um 1^h40'.

660 $\mu\mu$ (Ausgangslage 3°30').

- 1) Rotschwelle bei 2°7' nach 22'' um 2^h ;
- 2) » » 2°5' » 12'' » 2^h5';
- 3) » » 1°56' » 19'' » 2^h15';
- 4) » » 2°5' » 22'' » 2^h20'.

22. 6. 1916. Die Helladaptation begann um 10^h10'.

680 $\mu\mu$ (Ausgangslage 5°30').

- 1) Rotschwelle bei 3°12' nach 12'' um 10^h40';
- 2) » » 3°28' » 13'' » 10^h45';
- 3) » » 3°57' » 15'' » 10^h50';
- 4) » » 3°51' » 19'' » 11^h .

Ein photochromatisches Intervall ist immer noch vorhanden.

700 $\mu\mu$ (Ausgangslage 9°).

- 1) Rotschwelle bei 5°14' nach 18'' um 11^h5' ;

(Ausgangslage 8°)

- 2) Rotschwelle bei 4°51' nach 17'' um 11^h10'.

Wegen zu langer Einstellungszeit wurden zwei Einzelversuche zwischen 2) und 3) kassiert.

- 3) Rotschwelle bei 5°23' nach 17'' um 11^h25';
- 4) » » 5°20' » 15'' » 11^h40'.

Fortsetzung am Nachmittag desselben Tages.

Die Helladaptation begann um 5^h30'.

780 $\mu\mu$ (Ausgangslage 90°).

- 1) Das Licht wurde nach wenigen Sekunden sichtbar, hörte aber auf, rot zu sein, sobald der Polarisator von der Ausgangslage gedreht wurde, um 6^h .
- 2) Der Schein wurde nach $13''$ sichtbar und bei $17''$ rot um $6^h5'$.
- 3) Nach $10''$ wurde das Licht sichtbar und wurde bei $17''$ rot um $6^h10'$.

760 $\mu\mu$ (Ausgangslage 90°).

- 1) Rotschwelle bei $52^\circ22'$ nach $15''$ um $6^h20'$;
- 2) » » $56^\circ23'$ » $18''$ » $6^h25'$;
- 3) » » $55^\circ28'$ » $22''$ » $6^h30'$;
- 4) » » $51^\circ16'$ » $22''$ » $6^h35'$.

740 $\mu\mu$ (Ausgangslage 50°).

Infolge mangelnder Zentrierung des Auges wurden die ersten zwei Einstellungen für dieses Licht vom Reagenten kassiert.

- 1) Rotschwelle bei $31^\circ50'$ nach $18''$ um $6^h55'$;
- 2) » » $31^\circ20'$ » $17''$ » 7^h ;
- 3) » » $34^\circ45'$ » $19''$ » $7^h5'$;
- 4) » » $30^\circ18'$ » $17''$ » $7^h10'$.

Noch bei Licht von dieser Wellenlänge ist ein photochromatisches Intervall mit Sicherheit zu konstatieren.

780 $\mu\mu$ (Ausgangslage 90°).

Das Licht war nach $10''$ sichtbar und von Anfang an rot.

- 1) Rotschwelle bei $87^\circ22'$ nach $20''$ um $7^h20'$.
- 2) Der Schein war nach $14''$ sichtbar und wurde bei $21''$ rot um $7^h25'$.

720 $\mu\mu$ (Ausgangslage 18°).

- 1) Rotschwelle bei $12^\circ38'$ nach $12''$ um $7^h30'$;
- 2) » » $11^\circ22'$ » $15''$ » $7^h35'$;
- 3) » » $10^\circ55'$ » $14''$ » $7^h40'$;
- 4) » » $11^\circ40'$ » $15''$ » $7^h45'$.

800 $\mu\mu$ (Ausgangslage 90°).

Trotz Beobachtung während einer Minute war ein Licht weder im direkten noch im indirekten Sehen sichtbar um $7^h50'$.

Übersichtstabelle zur Messungsreihe IV.

1916	u.u.	Einzeleinstellungen					Mittelwert	log E	E
²⁰ / ₆	620	1°28'	1°16'	1°6'	1°1'	1°20'			
»	»	1°2'							
²¹ / ₆	»	1°23'	1°14'				1°13',75	2,36034	229
²⁰ / ₆	630	1°19'	1°24'	1°23'					
²¹ / ₆	»	1°11'	1°23'	1°28'	1°20'		1°21',1	2,51218	(325)
²⁰ / ₆	640	1°33'	1°14'	1°6'	1°18'	1°14'			
²¹ / ₆	»					1°14'	1°16',5	2,52122	332
²⁰ / ₆	650	1°34'	1°49'	1°35'	1°51'		1°42',2	2,83346	(681)
²¹ / ₆	660		2°7'	2°5'	1°56'	2°5'	2°3',2	3,04897	1120
²² / ₆	680	3°12'	3°28'	3°57'	3°51'		3°37'	3,57688	3770
»	700	5°14'	4°51'	5°23'	5°20'		5°12'	4,09740	12500
»	720	12°38'	11°22'	10°55'	11°40'		11°38',7	4,88151	76100
»	740	31°50'	31°20'	34°45'	30°18'		32°3',2	5,53153	340000
»	760	52°22'	56°23'	55°28'	51°16'		53°52',2	6,12020	1320000

Messungsreihe V.

Reagent: G. Göthlin.

Dirigent: U. Göthlin.

Brenner 2. Gesichtsfeld 3°.

Diese Serie wurde in der Absicht vorgenommen, die Energieschwelle für eine das ganze makulare Gesichtsfeld ausfüllende Empfindung von Rot bei maximaler, noch innerhalb physiologischer Grenzen liegender Helladaptation des Sehorganes zu bestimmen.

Die Adaptation fand statt für Himmelslicht zu der Jahreszeit, da die Sonne am höchsten steht, und zu einer Zeit des Tages, da sie nahezu im Zenith stand. Ein günstiger Zufall fügte es so, dass sowohl der 24. als auch der 25. Juni 1916 wolkenlose Tage waren. Am ersten Tage wurde die Beleuchtung photometrisch auf einer Milchglasplatte bestimmt, welche sich auf demselben Platz befand, den das Auge bei den Hauptversuchen einzunehmen hat, und auf denselben Punkt am Himmel eingestellt war, welchen das Auge bei den Hauptversuchen fixieren sollte. Am zweiten Tage, als der Hauptversuch angestellt wurde, konnten photometrische Bestimmungen nur kurz vor Beginn der Messungsreihe und kurz nach Schluss derselben ausgeführt werden. Es stand nämlich kein mit solchen Messungen vertrauter Assistent zu meiner Verfügung. Deshalb musste ich diese selbst ausführen. Photometrische Ablesungen zwischen den Hauptversuchen konnten aber auf diese nachteilig einwirken und mussten deshalb vermieden werden. Da der Himmel an beiden Tagen

vollständig klar war und der Zeitpunkt so nahe dem Sommersolstitium lag, dürfte indessen die Differenz in der Beleuchtungsintensität zu den entsprechenden Zeiten des ersten und zweiten Tages ganz unbedeutend gewesen sein.

Der Hauptversuch war folgendermassen angeordnet. Das Liminospektroskop war auf einem Tisch unmittelbar vor einem nach Nordnordwest liegenden Fenster aufgestellt, von welchem aus der Reagent freien Himmel in bedeutender Ausdehnung übersehen konnte, wenn er vor dem Instrumente sitzend den Blick durch den oberen Teil des Fensters richtete. Eine kreuzförmig am Fensterglase angebrachte Ritze diente als Fixationsmarke. Wenn der Reagent in einer bestimmten Stellung sitzend diese Marke fixierte, war sein Blick auf einen Punkt des Himmels gerichtet, der sich 24° oberhalb des Horizontes befand. Der Abstand vom Auge bis zu der Marke betrug 134 cm. Der untere Teil des Fensters war bis zu einer Höhe von 70 cm durch einen undurchsichtigen Schirm aus Pappe verdeckt. Die rektanguläre Fensterfläche, durch welche das Himmelslicht das Auge direkt beleuchten konnte, besass eine Breite von 89 cm und eine Höhe von 96 cm. Die Kreuzmarke befand sich an der Mitte dieser Höhe.

Um falsches Licht vom Liminospektroskop fernzuhalten, war das Instrument mit einem Gehäuse aus schwarzer, undurchsichtiger Pappe umgeben. Das Auge wurde bei den Einstellungen gegen von aussen kommendes Licht durch einen grossen, mattschwarzen Pappschirm geschützt. Da nun die Einstellungen hinter diesem Schirm vorgenommen wurden, war jeglicher Zutritt von direktem Licht vom Fenster zum Auge verhindert. Um den Zutritt von diffusem Licht zu verhindern, waren folgende Vorsichtsmassregeln getroffen. Die übrigen Fenster des Zimmers waren durch undurchsichtige schwarze Vorhänge geschlossen. Dicht hinter dem Rücken des Reagenten war ein grosses, schwarzes Sammettuch aufgehängt. Vor dem Gesicht trug der Reagent eine schwarze Maske, auf dem Kopfe eine schwarze Mütze; Hals und Oberkörper waren in schwarzes Tuch eingehüllt. Die Maske war bis auf eine Öffnung für das linke Auge, mit welchem die Untersuchung ausgeführt wurde, für Licht undurchlässig.

Die Helladaptation wurde in der Weise bewirkt, dass vor der Einstellung der Farbenschwelle für Licht von einer gewissen Wellenlänge 10 Minuten auf dem direkt von der Sonne beleuchteten Teil des sandbedeckten Hofes des Instituts zugebracht wurden. Hierbei war der Kopf mit einem Strohhut mit einer 8 cm breiten Krempe bedeckt; der Blick war ununterbrochen auf den sonnenbeleuchteten Plan des Hofes gerichtet. Wenn die 10 Minuten vorüber waren, eilte ich nach dem im oberen Stockwerk belegenen Untersuchungszimmer, legte schleunigst die Maske, Mütze und das schwarze Tuch an und setzte die Lichtadaptation noch 3 Minuten fort, indem ich unablässig den Himmel in der Richtung der Fixationsmarke betrachtete. Nach Ablauf der 3 Minuten wurde auf ein Zeichen des Dirigenten, der die Zeiten mit einer Stoppuhr kontrollierte, die Farbenschwelleinstellung gemacht. Nachdem das Auge noch einmal, ohne andere Unterbrechungen, als wie sie die erste Einstellung erforderte, 3 Minuten lang für Himmelslicht adaptiert worden, wurde eine zweite und in zwei Fällen eine dritte Einstellung für dieselbe Wellenlänge vorgenommen.

Da das Himmelslicht ins Grünblaue spielt, musste durch besondere Kontrollversuche erforscht werden, ob rotgefärbte Nachbilder zu illusorischen Bestimmungen Anlass geben könnten. Zu diesem Zweck wurden am folgenden Tag Kontrollversuche mit Adaptation in derselben Weise wie beim Hauptversuch angestellt. Das Auge blickte auch hier unmittelbar nach der Adaptation in den Fernrohrtubus des Liminospektroskopes, aber ein Licht wurde dort nicht gezeigt. Bei der Analyse des Gesichtsfeldes unter solchen Verhältnissen wurden in drei verschiedenen Versuchen folgende Beobachtungen gemacht, welche hier wortgetreu nach dem Protokoll wiedergegeben werden.

Versuch 1: Nach einigen Sekunden kommt in dem dunklen Gesichtsfeld ein grüner Nachbildschleier von ungefähr fovealer Ausdehnung zum Vorschein. Nachdem dieser eine Weile an Farbenstärke zugenommen, dann nach und nach bis zum Verschwinden abgenommen, tritt bei 1'14" ein dunkel purpurgefärbtes Nachbild auf, das den grössten Teil des vorher mit direktem Himmelslicht beleuchteten Gebietes einnimmt.

Versuch 2: Bei 7" tritt ein Nachbildschleier auf, der anfangs blaugrün ist, dann aber in ein mehr reines Grün übergeht. Bei 57" ist der grüne Schleier im Verschwinden begriffen, wird aber noch einmal schwach sichtbar und verschwindet dann endgültig. Bei 1'25" beginnt ein purpurgefärbtes Nachbild im zentralen Sehen hervorzutreten.

Versuch 3: Bei 5" wird ein Nachbildschleier beobachtet, zuerst mehr unbestimmt gefärbt, dann blaugrün, zuletzt grün, der an Intensität wechselt und, sobald er deutlich gefärbt ist, einen fovealen dunkleren Fleck aufweist. Bei 1'5" ist die grüne Farbe verschwunden; bei 1'12" beginnt der Schleier sich zentral purpurn zu färben.

Die Kontrollversuche stimmen also darin überein, dass während der ersten Minute, nachdem das Auge in oben angegebener Weise und unter den bei den Experimenten herrschenden Beleuchtungsverhältnissen für Himmelslicht adaptiert ist, grünblau bis grün gefärbte Nachbilder, nicht aber rote, in dem verdunkelten Gesichtsfelde vorkommen. Von einer Verwechslung mit roten Nachbildern kann demnach in den Experimenten, wo die längste Einstellungszeit 30 Sekunden betrug, keine Rede sein.

Bevor die Protokolle über den Hauptversuch angeführt werden, soll hier über die *photometrischen Messungen* berichtet werden. Bei diesen wurde mit einem Photometer von WEBER die Beleuchtungsintensität auf einer Milchglasplatte bestimmt, welche die Stelle des Auges einnahm, während der Photometertubus auf denselben Punkt am Himmel wie das Auge beim Hauptversuch eingestellt war. Die Bestimmungen wurden teils ohne Filter, teils auch nach Einlage eines zu dem Apparate gehörigen Rot- resp. Grünfilters, nach einander ausgeführt. Für jeden einzelnen Fall wurden 4—10 Ablesungen gemacht. Das Auge war vor Beginn der Ablesungen 4—5 Minuten für Dunkel adaptiert. Die Beleuchtungsintensität wurde nach dem Mittel der Einstellungen in den Serien ohne Filter berechnet. Bei allen Ablesungen waren die Platten p, 3, 5, 6, 7 und 8 eingelegt. Die entsprechende Konstante wurde für Messungen ohne Filter zu 11,94 bestimmt.

24. 6. 1916.

$$11^h7'—11^h21'.$$

- 1) Ohne Filter: 95,5; 94,5; 94,5 93,5; 95; 93; 95; 96 mm. Mittel: 94,54 mm.
Berechn. Beleuchtungsintensität 1336 Lux.
- 2) Mit Grünfilter: 76,5; 75,5; 76; 74,5; 75; 76; 76; 75 mm. Mittel: (ϱ) 75,56 mm.
- 3) Mit Rotfilter: 247; 248; 249 mm. Mittel: (R) 248 mm. $\frac{\varrho^2}{R^2} = 0,093$.

$$11^h57'—12^h11'.$$

- 1) Ohne Filter: 92; 92; 92,5; 94; 94; 94; 95; 94; 95 mm. Mittel 93,65 mm.
Berechn. Beleuchtungsintensität 1362 Lux.
- 2) Mit Grünfilter: 76,5; 75; 76; 73; 74; 73,5; 75; 75; 75; 75 mm. Mittel: (ϱ) 74,8 mm.
- 3) Mit Rotfilter: 246,5; 243; 247; 241,5 mm. Mittel: (R) 244,5 mm. $\frac{\varrho^2}{R^2} = 0,094$.

$$12^h58'—1^h10'.$$

- 1) Ohne Filter: 95; 96; 95,5; 96; 97; 96; 94; 96; 95 mm. Mittel: 95,61 mm.
Berechn. Beleuchtungsintensität 1307 Lux.
- 2) Mit Grünfilter: 76; 75,5; 75,5; 76; 76,5; 76,5; 75,5; 76 mm. Mittel: (ϱ) 75,94 mm.
- 3) Mit Rotfilter: 247,5; 244,5; 244 mm. Mittel: (R) 245,3 mm. $\frac{\varrho^2}{R^2} = 0,096$.

$$2^h—2^h11'.$$

- 1) Ohne Filter: 93; 93; 94; 94,5; 96; 97; 94,5; 97; 96; 94,5 mm. Mittel: 94,95 mm.
Berechn. Beleuchtungsintensität 1325 Lux.
- 2) Mit Grünfilter: 75; 74; 73,5; 74,5; 73,5; 74; 76; 74; 74; 74 mm. Mittel: (ϱ) 74,25 mm.
- 3) Mit Rotfilter: 254,5; 255; 252; 248 mm. Mittel: (R) 252,4 mm. $\frac{\varrho^2}{R^2} = 0,087$.

25. 6. 1916.

$$9^h2'—9^h16'.$$

- 1) Ohne Filter: 86,5; 90; 84,5; 88,5; 90; 88; 87,5; 89; 88,5; 88 mm. Mittel: 88,05 mm.
Berechn. Beleuchtungsintensität 1541 Lux.
- 2) Mit Grünfilter: 74,5; 73; 72; 71,5; 71,5; 74; 73; 72,5 mm. Mittel: (ϱ) 72,75 mm.
- 3) Mit Rotfilter: 229,5; 235; 228,5; 229 mm. Mittel: (R) 230,5 mm. $\frac{\varrho^2}{R^2} = 0,100$.

$$3^h44'—3^h51'.$$

- 1) Ohne Filter: 76; 72,5; 76,5; 80; 73,5; 79; 76; 79,5 mm. Mittel: 76,63 mm.
Berechn. Beleuchtungsintensität 2034 Lux.

Kurz vor der letzten photometrischen Ablesungsserie war die Sonne so weit nach Westen gelangt, dass sie einen schmalen Streifen des einen Fensterrahmens in dem Fenster beleuchtete, an welchem das Experiment ausgeführt wurde. Die Beleuchtungsintensität wurde dadurch erheblich erhöht und kann also im Hauptversuch nicht den Wert erreicht haben, den der Endversuch angab, nämlich 2034 Lux, sondern muss niedriger gewesen

sein. Andererseits kann er bei keiner Gelegenheit nennenswert niedriger gewesen sein als der Tags zuvor gefundene Minimalwert 1307 Lux. Sehr wahrscheinlich ist es, dass die Beleuchtungsintensität an dem Platz des Auges während der Zeit von 12^h-2^h zwischen 1300 und 1500 Lux betragen und sich während der Zeit von $2^h-3^h30'$ über die letztgenannte Ziffer erhöht hat; doch hat sie keinesfalls 2000 Lux überstiegen.

Da das Rotfilter Rot + Orange und das Grünfilter Gelb + Grün + Blau durchlässt, hat man in den Veränderungen, welche der Quotient $\frac{Q^3}{R^2}$ aufweist, einen annähernden Ausdruck für die Veränderungen im Verhältnis zwischen langwelligem Licht (Rot + Orange) einerseits und mittel- und kurzwelligem Licht (Gelb + Grün + Blau) andererseits, die bei der Beleuchtung vorgekommen sind, für welche das Auge adaptiert wurde. Dass sich dieses Verhältnis innerhalb so weiter Grenzen wie 0,100—0,087 bewegte, dürfte dem Umstande zugeschrieben werden müssen, dass vom Platze des Auges nicht ausschliesslich freier Himmel, sondern auch Teile zweier in einiger Entfernung belegener hoher Gebäude aus Fassadenziegel zu sehen waren, die je nach dem Stand der Sonne das Licht verschieden stark in der Richtung gegen die Fensteröffnung reflektiert haben dürften.

In den Hauptversuchen wurde konstatiert, dass das maximal helladaptierte Auge bei makularem Gesichtsfeld gegenüber Lichtern von allen geprüften Wellenlängen ein photochromatisches Intervall aufwies. Wenn das ungefärbt oder in ganz unbestimmbarer Farbe gesehene Reagenzlicht allmählich verstärkt wurde, trat die Farbenempfindung früher als anderswo im Fixationspunkt und dessen unmittelbarer Umgebung in einer Ausdehnung auf, welche dem fovealen Sehen zu entsprechen schien. Bei weiterer Steigerung der Intensität des Lichtes breitete sich die Farbenempfindung allmählich in peripherer Richtung aus. Die in den Protokollen angegebenen Winkellagen des Polarisators entsprechen der niedrigsten Intensität des Lichtes, bei welcher das 3° betragende Gesichtsfeld *ganz und gar* rotgefärbt erschien. Ich habe, um die Sache kurz auszudrücken, die entsprechende Intensität als »integrale Rotschwelle« bezeichnet. Die Ablesungen in dieser Serie sind nur bis auf $5'$ gemacht worden.

Die rote Farbe, welche sich dem maximal helladaptierten Auge darbot, war ganz verschieden von der, welche man bei niedrigeren Graden der Helladaptation wahrnimmt. Noch bei $720 \mu\mu$ war sie so blass und farbenschwach, dass sie eher der Empfindung eines Orange von etwas kürzerer Wellenlänge als $620 \mu\mu$ bei dunkeladaptiertem Auge glich. Die Schwierigkeit, gerade dort einzustellen, wo die Farbenempfindung zur Not das vorhandene Gesichtsfeld ausfüllte, war gross, weshalb die Fehlergrenzen in dieser Serie grösser sind, als früher (S. 36) für mein Auge angegeben ist. Die Experimente waren auch so anstrengend und die meteorologischen Bedingungen für ihre Ausführbarkeit so selten, dass die Zahl der Beobachtungen sehr beschränkt werden musste.

Protokoll über den Hauptversuch.

25. 6. 1916.

$740 \mu\mu$ (Ausgangslage 90°).

- 1) Noch nach $12''$ erschien das Gesichtsfeld ungefärbt, oder richtiger, es schien eine ganz unbestimmbare Farbe zu haben. Bei $20''$ kam im fovealen Sehen Rot zum Vorschein. Bei $26''$ ist das ganze Feld rot, $12^h20'$.
- 2) Das Feld ohne bestimmbare Farbe, bis es bei $27''$ foveal rot und bei $35''$ ganz und gar rot wird, $12^h25'$.

700 $\mu\mu$ (Ausgangslage 50°).

- 1) Integrale Rotschwelle nach $18''$ bei $44^\circ 20'$ um $1^h 12'$;
- 2) » » » $15,5''$ » $44^\circ 30'$ » $1^h 20'$.

Zwischen beiden eine unvollendete Einstellung.

680 $\mu\mu$ (Ausgangslage 60°).

- 1) Integrale Rotschwelle nach $11''$ bei $35^\circ 30'$ um $1^h 46'$;
- 2) » » » $12,5''$ » $39^\circ 10'$ » $1^h 50'$.

660 $\mu\mu$ (Ausgangslage 60°).

- 1) Integrale Rotschwelle nach $14''$ bei $24^\circ 30'$ um $2^h 10'$;
(Ausgangslage 50°)
- 2) Integrale Rotschwelle nach $9,5''$ bei $24^\circ 50'$ um $2^h 14'$.

640 $\mu\mu$ (Ausgangslage 50°).

- 1) Integrale Rotschwelle nach $9,5''$ bei $16^\circ 40'$ um $2^h 33'$;
- 2) » » » $13''$ » $22^\circ 0'$ » $2^h 37'$;
- 3) » » » $12''$ » $18^\circ 15'$ » $2^h 41'$.

620 $\mu\mu$ (Ausgangslage 40°).

- 1) Integrale Rotschwelle nach $10,5''$ bei $17^\circ 0'$ um $2^h 59'$;
- 2) » » » $9''$ » $16^\circ 10'$ » $3^h 3'$.

720 $\mu\mu$ (Ausgangslage 90°).

- 1) Integrale Rotschwelle nach $25''$ bei $51^\circ 0'$ um $3^h 23'$;
- 2) » » » $22,5''$ » $78^\circ 30'$ » $3^h 28'$;
- 3) » » » $30''$ » $62^\circ 30'$ » $3^h 32'$.

Übersichtstabelle zur Messungsreihe V.

1916	Wellenlänge	Einzelleinstellungen			Mittelwert	$\log E$	E
$\frac{25}{6}$	720	51°	$78^\circ 30'$	$62^\circ 30'$	64°	5,40136	250000
	700	$44^\circ 20'$	$44^\circ 30'$		$44^\circ 25'$	4,98537	97000
	680	$35^\circ 30'$	$39^\circ 10'$		$37^\circ 20'$	4,71069	51000
	660	$24^\circ 30'$	$24^\circ 50'$		$24^\circ 40'$	4,29988	20000
	640	$16^\circ 40'$	22°	$18^\circ 15'$	$18^\circ 58'$	3,91189	8200
	620	17°	$16^\circ 10'$		$16^\circ 35'$	3,55203	3600

Messungsreihe VI.

Reagent: H. Avalder.

Dirigent: G. Göthlin.

Brenner 4. Die Serie wurde bei total dunkeladaptiertem Auge ausgeführt. Gesichtsfeld 3° .

Versuchsprotokoll:

19. 12. 1916. Die Dunkeladaptation begann um $5^h21'$.

800 $\mu\mu$ (Ausgangslage 40°).

Rotschwelle bei $14^\circ15'$ um $6^h46'$; bei $13^\circ27'$ um $6^h53'$; bei $13^\circ8'$ um $7^h7'$.

Zwei Einstellungen um 7^h und $7^h14'$ wurden bei der Nachprüfung vom Reagenten verworfen.

820 $\mu\mu$ (Ausgangslage 90°).

Rotschwelle bei $31^\circ28'$ um $7^h41'$;

(Ausgangslage geändert in 60°)

Rotschwelle bei $29^\circ40'$ um $7^h48'$.

Ein entoptischer Schleier machte hier eine Verlängerung der Pause notwendig.

Rotschwelle bei $26^\circ53'$ um 8^h ; bei $31^\circ9'$ um $8^h7'$.

840 $\mu\mu$ (Ausgangslage 90°).

Rotschwelle bei $60^\circ19'$ um $8^h14'$; bei $55^\circ4'$ um $8^h21'$; bei $62^\circ5'$ um $8^h27'$.

21. 12. 1916. Die Dunkeladaptation begann um $11^h35'$.

780 $\mu\mu$ (Ausgangslage 30°).

Rotschwelle bei $9^\circ48'$ um $12^h53'$;

(Ausgangslage geändert in 20°)

Rotschwelle bei $9^\circ59'$ um $1^h6'$; bei $9^\circ30'$ um $1^h13'$; bei $8^\circ1'$ um $1^h20'$.

840 $\mu\mu$ (Ausgangslage 90°).

Rotschwelle bei $63^\circ16'$ um $1^h28'$.

800 $\mu\mu$ (Ausgangslage 40°).

Rotschwelle bei $14^\circ43'$ um $1^h36'$;

(Ausgangslage geändert in 30°)

Rotschwelle bei $14^\circ17'$ um $1^h43'$; bei $15^\circ21'$ um $1^h50'$; bei $12^\circ40'$ um $2^h4'$.

760 $\mu\mu$ (Ausgangslage 0°).

Rotschwelle bei $5^\circ6'$ um $2^h21'$; bei $4^\circ57'$ um $2^h30'$.

Fortsetzung am Nachmittag desselben Tages.

Die Dunkeladaptation begann um 4^h33'.

760 $\mu\mu$ (Ausgangslage 0°).

Rotschwelle bei 5°14' um 5^h48'; bei 4°26' um 5^h54'.

Bei allen folgenden Einstellungen ist die Ausgangslage für den Polarisator 0°.

740 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 3°15' um 6^h2'; bei 3°3' um 6^h9'; bei 3°12' um 6^h17'.

720 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 1°33' um 6^h33'; bei 1°32' um 6^h39'; bei 1°20' um 6^h46'.

700 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 49' um 6^h52'; bei 42' um 6^h59'; bei 47' um 7^h14'.

680 $\mu\mu$. Rotschwelle bei 26' um 7^h20'; bei 27' um 7^h39'; bei 28' um 7^h50'.

Übersichtstabelle zur Messungsreihe VI.

1916	$\mu\mu$	Einzeleinstellungen			Mittelwert	log E	E
¹⁹ / ₁₂	(840)	60°19'	55°4'	62°5'			
²¹ / ₁₂	(»)				63°16'	60°11'	6,50117 (3200000)
¹⁹ / ₁₂	820	31°28'	29°40'	26°53'	31°9'	29°47',5	5,97899 950000
»	800	14°15'	13°27'	13°8'			
²¹ / ₁₂	»	14°43'	14°17'	15°21'	12°40'	13°58',7	5,31145 200000
»	780	9°48'	9°59'	9°30'	8°1'	9°19',5	4,90906 81000
»	760	5°6'	4°57'	5°14'	4°26'	4°55',7	4,24539 18000
»	740	3°15'	3°3'	3°12'		3°10'	3,61580 4100
»	720	1°33'	1°32'	1°20'		1°28',3	3,15175 1400
»	700	49'	42'	47'		46'	2,48774 310
»	680	26'	27'	28'		27'	1,83908 69

Messungsreihe VII.

Ist an einem *protanomalen* Auge bei völliger Dunkeladaptation ausgeführt worden. Gesichtsfeld 3°. Brenner 3.

Reagent: B. Jacobowsky.

Dirigent: G. Göthlin.

In dieser Reihe zeigte es sich, dass für alle die untersuchten Lichter ein photochromatisches Intervall existierte. Aus diesem Grunde wurde überall nebst der Schwelle für Rotempfindung auch die Lichtschwelle bestimmt. Die Technik bei der Bestimmung der Farbschwelle ist die, dass der Reagent zuerst mit der Schraube die Intensität des Lichtes vermehrt, bis dieses unzweifelhaft rot ist, danach zurückschraubt, bis Rot nicht mehr unterscheidbar ist, und schliesslich unter Änderung der Schraubrichtung unter besonders vorsichtigem Drehen die Schwelle für Farbenempfindung bei zunehmender Intensität des Lichtes bestimmt.

Versuchsprotokoll:

23. 10. 1916. Die Dunkeladaptation begann um 4^h19'.

680 $\mu\mu$ (Ausgangslage 0°).

Rotschwelle bei 2°38' um 5^h50'; bei 2°28' um 5^h57'; bei 3°19' um 6^h4'; bei 3°20' um 6^h12'.

Lichtschwelle bei 42' um 6^h21'; bei 31' um 6^h27'. Hier eine Pause wegen störenden Eigenlichts in dem Gesichtsfelde. Bei 36' Lichtschwelle um 6^h47'.

700 $\mu\mu$ (Ausgangslage 0°).

Rotschwelle bei 5°19' um 7^h4'; bei 5°1' um 7^h11',₅; bei 4°39' um 7^h20'; bei 5°23' um 7^h26'.

Der Reagent beobachtet während der Einstellung der Farbenschwelle, dass bei, soweit er selbst beurteilen kann, unveränderter Fixation die Rotempfindung bisweilen verschwindet und dann wieder zum Vorschein kommt.

Lichtschwelle bei 1°25' um 7^h34'; bei 1°22' um 7^h41'; bei 1°28' um 7^h47'.

26. 10. 1916. Die Dunkeladaptation begann um 12^h23'.

720 $\mu\mu$ (Ausgangslage 0°).

Rotschwelle bei 9°0' um 1^h41'; bei 6°49' um 1^h48'; bei 9°16' um 1^h55'; bei 8°29' um 2^h3'.

Lichtschwelle bei 2°26' um 2^h28'; bei 1°58' um 2^h35'; bei 2°7' um 2^h43'.

740 $\mu\mu$ (Ausgangslage 0°).

Rotschwelle bei 18°13' um 2^h53'; bei 20°33' um 3^h1'.

Hier wurde die Ausgangslage in 10° geändert.

Rotschwelle bei 17°32' um 3^h8'; bei 18°15' um 3^h15'.

Lichtschwelle bei 5°20' um 3^h21'; bei 4°7' um 3^h27'; bei 5°14' um 3^h33'.

9. 11. 1916. Die Dunkeladaptation begann um 5^h50'.

760 $\mu\mu$ (Ausgangslage 15°).

Rotschwelle bei 24°53' um 6^h15'; bei 30°15' um 6^h22'; bei 24°51' um 6^h30'; bei 28°2' um 6^h38'.

Lichtschwelle (Ausgangslage 5°) bei 7°36' um 6^h47'; bei 6°33' um 6^h53'; bei 5°57' um 7^h1'.

780 $\mu\mu$ (Ausgangslage 25°).

Rotschwelle bei 50°13' um 7^h16'; bei 48°33' um 7^h23'; bei 50°27' um 7^h29'; bei 46°2' um 7^h44'.

Reagent erklärt, dass er nun viel schärfer als bei den vorher gezeigten Lichtern fixieren müsse, um die rote Farbe sehen zu können. Er meint auch, dass das gefärbte Feld nun *kleiner* sei als vorher (das objektive Feld hat unveränderte Grösse).

800 $\mu\mu$ (Ausgangslage 90°).

Reagent sieht im Blendenfeld keine rote Farbe $7^h54'$; auch nicht um $7^h58'$ und nicht um 8^h .

11. 11. 1916. Die Dunkeladaptation begann um $4^h28'$.

780 $\mu\mu$ (Ausgangslage 4°).

Lichtschwelle bei $9^\circ58'$ um $5^h33'$; bei $9^\circ21'$ um $5^h41'$; bei $10^\circ17'$ um $5^h55'$.

800 $\mu\mu$ (Ausgangslage 14°).

Lichtschwelle bei $18^\circ24'$ um $6^h3'$; bei $17^\circ43'$ um $6^h8'$; bei $16^\circ22'$ um $6^h15'$.

820 $\mu\mu$ (Ausgangslage 20°).

Lichtschwelle bei $33^\circ36'$ um $6^h29'$; bei $34^\circ13'$ um $6^h36'$; bei $36^\circ7'$ um $6^h45'$.

(840 $\mu\mu$) (Ausgangslage 40°).

Lichtschwelle bei $54^\circ54'$ um $6^h51'$; bei $59^\circ34'$ um $6^h57'$; bei $51^\circ20'$ um $7^h3'$.

24. 11. 1916. Die Dunkeladaptation begann um $4^h40'$.

(840 $\mu\mu$) (Ausgangslage 40°).

Lichtschwelle bei $56^\circ12'$ um $5^h52'$; bei $56^\circ18'$ um $6^h20'$.

660 $\mu\mu$ (Ausgangslage 0°).

Rotschwelle bei $1^\circ2'$ um $7^h4'$; bei $1^\circ5'$ um $7^h12'$; bei $1^\circ7'$ um $7^h25'$; bei $50'$ um $7^h32'$.

640 $\mu\mu$ (Ausgangslage 0°).

Rotschwelle bei $43'$ um $7^h41'$; bei $37'$ um $7^h48'$; bei $34'$ um $7^h56'$; bei $33'$ um $8^h3'$.

620 $\mu\mu$ (Ausgangslage 0°).

Rotschwelle bei $39'$ um $8^h11'$.

9. 12. 1916. Die Dunkeladaptation begann um $4^h25'$.

620 $\mu\mu$ (Ausgangslage 0°).

Rotschwelle bei $44'$ um $5^h42'$; bei $45'$ um $5^h49'$; bei $36'$ um $5^h56'$; bei $43'$ um $6^h3'$; bei $34'$ um $6^h11'$; bei $44'$ um $6^h20'$.

620 $\mu\mu$ (Ausgangslage 0°).

Lichtschwelle bei $6'$ um $6^h58'$; bei $6'$ um $7^h5'$; bei $6'$ um $7^h11'$.

640 $\mu\mu$ (Ausgangslage 0°).

Lichtschwelle bei $10'$ um $7^h17'$; bei $10'$ um $7^h22'$; bei $9'$ um $7^h26'$.

660 $\mu\mu$ (Ausgangslage 0°).

Lichtschwelle bei $16'$ um $7^h32'$; bei $16'$ um $7^h37'$; bei $14'$ um $7^h44'$.

Übersichtstabelle zur Messungsreihe VII.

1916	$\mu\mu$	Lichtschwelle Einzelleinstellungen			Mittel- wert	$\log e$	e	Farbenschwelle Einzelleinstellungen				Mittel- wert	$\log E$	E	
$^{24}/_{11}$ o. $^9/_{12}$	620	6'	6'	6'	6'	0,32213	2,1	39'	44'	45'	36'				
»	»	»							43'	34'	44'	40',7	1,98493	97	
»	»	640	10'	10'	9'	9',7	0,85215	7,1	43'	37'	34'	33'	36',8	2,01123	100
»	»	660	16'	16'	14'	15',3	1,35414	23	1°2'	1°5'	1°7'	50'	1°1'	2,55575	360
$^{23}/_{10}$	680	42'	31'	36'	36',3	2,08013	120	2°38'	2°28'	3°19'	3°20'	2°56',2	3,45203	2800	
»	700	1°25'	1°22'	1°28'	1°25'	3,01532	1040	5°19'	5°1'	4°39'	5°23'	5°5',5	4,12545	13000	
$^{26}/_{10}$	720	2°26'	1°58'	2°7'	2°10',3	3,49776	3150	9°0'	6°49'	9°16'	8°29'	8°23',5	4,66897	47000	
»	740	5°20'	4°7'	5°14'	4°53',7	3,99419	9870	18°13'	20°33'	17°32'	18°15'	18°38',2	5,14112	140000	
$^8/_{11}$	760	7°36'	6°33'	5°57'	6°42'	4,52614	33600	24°53'	30°15'	24°51'	28°2'	27°	5,70631	510000	
$^9/_{11}$ — $^{11}/_{11}$	780	9°58'	9°21'	10°17'	9°52'	4,99495	98800	50°13'	48°33'	50°27'	46°2'	48°49'	6,28029	1900000	
$^{11}/_{11}$	800	18°24'	17°43'	16°22'	17°29',7	5,55180	356000								
»	820	33°36'	34°13'	36°7'	34°38',7	6,15406	1430000								
»	(840)	54°54'	59°34'	51°20'											
$^{24}/_{11}$	(»)		56°12'	56°18'	55°39',6	6,49434	(3120000)								

Messungsreihe VIII.

Reagent: G. Göthlin.

Dirigent: H. Avalder.

Brenner 4. Totale Dunkeladaptation. Gesichtsfeld 45'.

*Versuchsprotokoll:*14. 12. 1916. Die Dunkeladaptation begann um 5^h30'.

Während der Zeit 6^h31'—7^h19' wurden 8 Einstellungen der Farbenschwelle für Licht von der Wellenlänge 680 $\mu\mu$ zur Berechnung des Reduktionsfaktors für den Brenner 4 ausgeführt.

620 $\mu\mu$ (Ausgangslage 0°).

Rotschwelle bei 13' um 7^h39'; bei 13' um 8^h3'; bei 13' um 8^h9'; bei 14' um 8^h13'.

Zwischen 7^h39' und 8^h wegen eines entoptischen Lichtschleiers eine Beobachtungspause.

18. 12. 1916. Die Dunkeladaptation begann um 4^h52'.620 $\mu\mu$ (Ausgangslage 0°).

Rotschwelle bei 12' um 5^h53'; bei 13' um 6^h.

640 $\mu\mu$ (Ausgangslage 0°).

Rotschwelle bei 18' um 6^h7'; bei 18' um 6^h13'; bei 15' um 6^h18'; bei 15' um 6^h32'.

660 $\mu\mu$. (Ausgangslage 0°).

Rotschwelle bei $26'$ um $6^h40'$; bei $22'$ um $6^h46'$; bei $26'$ um $6^h52'$; bei $25'$ um $6^h59'$.

680 $\mu\mu$. (Ausgangslage 0°).

Rotschwelle bei $45'$ um $7^h16'$.

Das auf die Schwelle eingestellte Feld ist nun nicht mehr im peripheren Sehen sichtbar.

Rotschwelle bei $45'$ um $7^h23'$; bei $41'$ um $7^h29'$; bei $45'$ um $7^h37'$.

700 $\mu\mu$. (Ausgangslage 0°).

Rotschwelle bei $1^\circ10'$ um $7^h45'$; bei $1^\circ6'$ um 8^h ; bei $1^\circ12'$ um $8^h6'$ bei 1° um $8^h13'$.

Zwischen $7^h45'$ und $7^h59'$ wurde wegen eines entoptischen Lichtschleiers der Versuch unterbrochen.

720 $\mu\mu$. (Ausgangslage 0°).

Rotschwelle bei 2° um $8^h22'$.

19. 12. 1916. Die Dunkeladaptation begann um $11^h10'$.

720 $\mu\mu$. (Ausgangslage $2^\circ30'$).

Rotschwelle bei $2^\circ19'$ um $12^h13'$; bei $2^\circ20'$ um $12^h20'$;

(die Ausgangslage wird in 3° geändert)

Rotschwelle bei $2^\circ10'$ um $12^h28'$.

740 $\mu\mu$. (Ausgangslage 9°).

Rotschwelle bei $6^\circ15'$ um $12^h46'$; bei $5^\circ37'$ um $12^h53'$; bei $6^\circ30'$ um $1^h12'$.

Das MALTÉZOS'sche Phänomen trat bei der zuletzt angeführten Einstellung auf.

Rotschwelle bei $6^\circ6'$ um $1^h18'$.

760 $\mu\mu$. (Ausgangslage 13°).

Rotschwelle bei $7^\circ44'$ um $1^h30'$; bei $8^\circ58'$ um $1^h37'$; bei $8^\circ14'$ um $1^h44'$; bei $8^\circ36'$ um $1^h53'$.

20. 12. 1916. Die Dunkeladaptation begann um $4^h36'$.

780 $\mu\mu$. (Ausgangslage 20°).

Rotschwelle bei $11^\circ30'$ um $5^h38'$;

(Ausgangslage geändert in 25°)

Rotschwelle bei $14^\circ39'$ um $5^h46'$.

Bei der Schwelle ist das Licht diesmal nicht kontinuierlich sichtbar, sondern verschwindet periodisch während einer Zeit von 3—4 Sekunden.

(Ausgangslage geändert in 30°)

Rotschwelle bei $14^\circ28'$ um $6^h6'$; bei $12^\circ40'$ um $6^h14'$.

800 $\mu\mu$ (Ausgangslage 60°).

Rotschwelle bei $23^\circ 33'$ um $6^h 31'$; bei $19^\circ 42'$ um $6^h 38'$; bei $23^\circ 51'$ um $6^h 47'$; bei $20^\circ 57'$ um $6^h 53'$.

820 $\mu\mu$ (Ausgangslage 90°).

Rotschwelle bei $41^\circ 11'$ um 7^h ; bei $36^\circ 1'$ um $7^h 8'$; bei $37^\circ 28'$ um $7^h 15'$; bei $40^\circ 24'$ um $7^h 24'$.

Bei einer Einstellung für dieses Licht wurde das Feld im indirekten Sehen ungefärbt beobachtet. Die Intensität des Lichtes lag aber bei dieser Gelegenheit oberhalb der fovealen Schwelle.

(840 $\mu\mu$) (Ausgangslage 90°).

Wenn Licht von der mittleren Wellenlänge 840 $\mu\mu$ eingestellt war, konnte der Reagent trotz langwierigen Suchens keinen Schein wahrnehmen. Es wurden dann die schon S. 19 erwähnten Beobachtungen ausgeführt, um die Perzeptionsgrenze des Auges für Rot bei fovealem Gesichtsfelde im Instrument festzustellen. An der Mikrometerskala des Prismas wurde diese Grenze bei folgenden Lagen gefunden:

- 1) bei Teilstrich 6185,5 um $7^h 37'$;
- 2) » » 6186 » $7^h 59'$;
- 3) » » 6184,8 » $8^h 7'$.

Übersichtstabelle zur Messungsreihe VIII.

1916	λ	Einzelleinstellungen				Mittelwert	$\log \varepsilon$	ε
$14/12$	620	13'	13'	13'	14'			
$18/12$	»	12'	13'			13'	0,77015-1	0,6
»	640	18'	18'	15'	15'	16',5	0,09540	1,2
»	660	26'	22'	26'	25'	24',7	0,54833	3,5
	680	45'	45'	41'	45'	44'	1,05900	11
»	700	$1^\circ 10'$	$1^\circ 6'$	$1^\circ 12'$	1°	$1^\circ 7'$	1,61010	41
»	720	2°						
$19/12$	»	$2^\circ 19'$	$2^\circ 20'$	$2^\circ 10'$		$2^\circ 12',2$	2,29794	200
»	740	$6^\circ 15'$	$5^\circ 37'$	$6^\circ 30'$	$6^\circ 6'$	$6^\circ 7'$	2,98219	960
»	760	$7^\circ 44'$	$8^\circ 58'$	$8^\circ 14'$	$8^\circ 36'$	$8^\circ 23'$	3,50055	3200
$20/12$	780	$11^\circ 30'$	$14^\circ 39'$	$14^\circ 28'$	$12^\circ 40'$	$13^\circ 19',2$	4,01055	10000
»	800	$23^\circ 33'$	$19^\circ 42'$	$23^\circ 51'$	$20^\circ 57'$	$22^\circ 0',7$	4,48875	31000
»	820	$41^\circ 11'$	$36^\circ 1'$	$37^\circ 28'$	$40^\circ 24'$	$38^\circ 46'$	4,97567	95000

Messungsreihe IX.

Reagent: G. Göthlin. Dirigent: H. Avalder.

Gesichtsfeld 45'. Brenner 4.

Die Messungen wurden bei für Tageslichtbeleuchtung adaptiertem Auge ausgeführt. Es war von Anfang an die Absicht des Verfassers, die Beleuchtung am Platze des Auges bei den Versuchen, wenn möglich, auf 48 Lux wie bei den Experimenten im makularen Sehen einzuhalten. Infolge der Unbeständigkeit des Tageslichts konnte jedoch diese Absicht nur annähernd verwirklicht werden.

Die Anordnungen für die Adaptation des Auges waren folgende. Mitten vor einem nach Nordnordwest gelegenen Fenster, parallel zu diesem und in einer Entfernung von 216 cm von demselben, befand sich auf einer Staffelei das bereits erwähnte, in einen Rahmen gespannte und mit Magnesiumoxyd überzogene Tuch. Dieses war in seiner ganzen Breite (115 cm) und bis zu einer Höhe von 70 cm unverhüllt. Die Beleuchtung auf dem Tuche konnte, falls erforderlich, durch Herablassen eines am Fenster angebrachten schwarzen Vorhanges auf geeignete Stärke gebracht werden. Zwischen Tuch und Fenster war das Liminospektroskop so auf einem Tische aufgestellt, dass der Fernrohrtrubus der Mitte der horizontalen Ausdehnung des Tuches entsprach.

Die übrigen Fenster des Zimmers waren durch schwarze Gardinen verhängt. Durch ein schwarzes, undurchsichtiges Gehäuse aus Pappe wurde das Tageslicht daran gehindert, in das Instrument einzudringen. Die Versuchsperson sass mit dem Rücken gegen das Fenster gewendet, und wenn sie den Kopf gegen eine auf dem Stuhle angebrachte Nackenstütze neigte und mit dem Blicke die Fläche des Tuches innerhalb eines auf demselben befestigten schmalen Ringes aus weissem Karton fixierte, dessen innerer Durchmesser etwas grösser war als die Projektion des fovealen Gesichtsfeldes, betrug die Entfernung zwischen Auge und Fixationsmarke 100 cm. Der Reagent trug auf dem Kopfe und um den Hals dieselbe schwarze Bekleidung, wie sie in der Serie V beschrieben wurde. Die ursprüngliche Öffnung für das rechte Auge in der Gesichtsmaske war auch jetzt lichtdicht verschlossen. Die Lichtadaptation galt also nur dem linken Auge, mit welchem auch die Einstellungen gemacht wurden. Im Schutze von schwarzen Pappschirmen, die sich an den Fernrohrtrubus des Instrumentes anlehnten, konnte der Reagent, wenn er sich niederbeugte, die Schwelleneinstellung ausführen, ohne durch diffuses Licht gestört zu werden.

Die Pupillenweite wurde bei einigen Gelegenheiten während der Adaptation beobachtet und stimmte da am besten mit 4 mm an der Pupillenskala HAAB's überein.

Da der Versuch während des Hochwinters stattfand, konnte die gewünschte Beleuchtungsintensität nur während der Mittagsstunden erreicht werden. Unmittelbar vor und nach den Schwellenmessungen wurde an jedem Tag mit dem Photometer von WEBER die Beleuchtungsintensität auf einer Milchglasplatte bestimmt, welche den Platz des Auges einnahm, während der Photometertubus auf die Fixationsmarke

auf dem Tuche eingestellt war. Bei allen Beleuchtungsmessungen waren die Platten μ , 6 und 7 in den Tubus eingesteckt. Die dazugehörige Photometerkonstante C'' ($\mu + 6 + 7$) war auf 2,2683 bestimmt.

Ein Bericht über die Beleuchtungsmessungen sei hier dem Protokoll für die Hauptversuche vorausgeschickt.

10. 1. 1917.¹

$10^h38' - 10^h42'$ vorm. Ablesungen von r: 25,2; 25,35; 25,1; 25,25 cm. Mittel: 25,22. *Berechnete Beleuchtung: 36 Lux.*

$2^h53' - 2^h57'$ nachm. Ablesungen von r: 24,0; 25,15; 24,3; 25,7. Mittel: 24,8. *Berechnete Beleuchtung: 37 Lux.*

11. 1. 1917.

$10^h53' - 10^h57'$ vorm. Ablesungen von r: 19,7; 19,9; 20,0; 21,0; 19,9. Mittel: 20,1. *Berechnete Beleuchtung: 56 Lux.*

$1^h10' - 1^h14'$ nachm. Ablesungen von r: 21,0; 21,3; 21,3; 21,15; 20,7. Mittel: 21,1. *Berechnete Beleuchtung: 51 Lux.*

12. 1. 1917.

$10^h53' - 10^h57'$ vorm. Ablesungen von r: 20,8; 21,7; 21,1; 21,45; 21,4; 20,8. Mittel: 21,21. *Berechnete Beleuchtung: 50 Lux.*

$1^h14' - 1^h18'$ nachm. Ablesungen von r: 21,8; 22,0; 20,9; 20,5. Mittel: 21,3. *Berechnete Beleuchtung: 50 Lux.*

14. 1. 1917.

$10^h54' - 10^h57'$ vorm. Ablesungen von r: 20,6; 20,9; 21,0; 20,35; 20,8; 21,0; 21,1; 20,9. Mittel: 20,83. *Berechnete Beleuchtung: 52 Lux.*

Versuchsprotokoll über die Hauptversuche.

10. 1. 1917. Die Helladaptation begann um $10^h46'$.

820 $\mu\mu$ (Ausgangslage 90°).

- 1) Erst nach $1'30''$ eine schwache Empfindung von Rot, die aber nicht kontinuierlich sichtbar bleibt, $11^h8'$.

780 $\mu\mu$ (Ausgangslage 40°).

- 1) Nach $30''$ Rotschwelle bei $26^\circ58'$ um $11^h16'$;
- 2) » $31''$ » » $24^\circ25'$ » $11^h22'$;
- 3) » $34''$ » » 22° » $11^h28'$;
- 4) » $25''$ » » $28^\circ38'$ » $11^h34'$;
- 5) » $37''$ » » $24^\circ8'$ » $11^h40'$.

760 $\mu\mu$ (Ausgangslage 30°).

- 1) Nach $16''$ Rotschwelle bei $13^\circ50'$ um $11^h49'$;
- 2) » $32''$ » » 14° » $11^h55'$;
- 3) » $20''$ » » $15^\circ17'$ » $12^h1'$;
- 4) » $18''$ » » $13^\circ30'$ » $12^h14'$.

¹ An diesem Tag musste der Vorhang am Fenster vollständig hochgezogen werden, die Beleuchtung erreichte aber trotzdem nicht ganz die gewünschte Intensität.

740 $\mu\mu$. (Ausgangslage 15°).

- 1) Nach $30''$ Rotschwelle bei $10^\circ 5'$ um $12^h 27'$;
- 2) » $27''$ » » $9^\circ 36'$ » $12^h 32'$.

Ein Einstellungsversuch um $12^h 38'$ misslang infolge Dezentrierung des Auges.

- 4) Nach $40''$ Rotschwelle bei $8^\circ 30'$ um $12^h 44'$.

11. 1. 1917. Die Helladaptation begann um 11^h .

740 $\mu\mu$. (Ausgangslage 20°).

- 1) Nach $35''$ Rotschwelle bei $9^\circ 36'$ um $11^h 27'$.

720 $\mu\mu$. (Ausgangslage 15°).

- 1) Nach $23''$ Rotschwelle bei $4^\circ 40'$ um $11^h 38'$;
(Ausgangslage in 10° geändert)
- 2) Nach $27''$ Rotschwelle bei $4^\circ 22'$ um $11^h 44'$;
- 3) » $25''$ » » $4^\circ 46'$ » $11^h 50'$;
- 4) » $28''$ » » $4^\circ 5'$ » $12^h 2'$.

700 $\mu\mu$. (Ausgangslage 5°).

- 1) Nach $20''$ Rotschwelle bei $2^\circ 44'$ um $12^h 17'$;
- 2) » $22''$ » » $2^\circ 25'$ » $12^h 22'$.

Ein Einstellungsversuch um $12^h 28'$ konnte wegen eingetretener Dezentrierung des Auges nicht zu Ende geführt werden.

- 3) Nach $22''$ Rotschwelle bei $2^\circ 46'$ um $12^h 34'$;
- 4) » $21''$ » » $2^\circ 34'$ » $12^h 39'$.

680 $\mu\mu$. (Ausgangslage 3°).

- 1) Nach $33''$ Rotschwelle bei $1^\circ 49'$ um $12^h 48'$;
- 2) » $17''$ » » $1^\circ 46'$ » $12^h 53'$;
- 3) » $25''$ » » $1^\circ 35'$ » $12^h 59'$.

Vom Beginn der Messungsreihe an ist kein photochromatisches Intervall beobachtet worden.

12. 1. 1917. Die Helladaptation begann um 11^h .

680 $\mu\mu$. (Ausgangslage 3°)

- 4) Nach $32''$ Rotschwelle bei $1^\circ 18'$ um $11^h 21'$.

660 $\mu\mu$. (Ausgangslage 2°)

- 1) Nach $13''$ Rotschwelle bei $52'$ um $11^h 31'$;
(Ausgangslage $1^\circ 30'$).
- 2) Nach $26''$ Rotschwelle bei $44'$ um $11^h 36'$;
- 3) » $19''$ » » $51'$ » $11^h 42'$;
- 4) » $21''$ » » $47'$ » $11^h 48'$.

Noch ist in dieser Messungsreihe kein farbloses Intervall beobachtet worden.

640 $\mu\mu$ (Ausgangslage 1°).

- 1) Nach $21''$ Rotschwelle bei $38'$ um $11^h55'$;
- 2) » $22''$ » » $37'$ » $12^h1'$;
- 3) » $21''$ » » $30'$ » $12^h6'$.

Ein Einstellungsversuch um $12^h12'$ konnte infolge Dezentrierung des Auges nicht beendet werden.

- 4) Nach $18''$ Rotschwelle bei $38'$ um $12^h18'$;
- 5) » $25''$ » » $37'$ » $12^h24'$.

620 $\mu\mu$ (Ausgangslage $45'$).

- 1) Nach $20''$ Rotschwelle bei $31'$ um $12^h31'$;
- 2) » $22''$ » » $30'$ » $12^h36'$;
- 3) » $24''$ » » $28'$ » $12^h42'$;
- 4) » $20''$ » » $26'$ » $12^h48'$.

Auch bei Licht von dieser Wellenlänge trat die Empfindung farbig über die Schwelle.

14. 1. 1917. Die Helladaptation begann um $11^h9'$.

800 $\mu\mu$ (Ausgangslage 90°).

- 1) Nach $31''$ Rotschwelle bei $42^\circ20'$ um $11^h36'$;
- 2) » $26''$ » » $46^\circ58'$ » $11^h41'$;
- 3) » $30''$ » » $45^\circ2'$ » $11^h46'$;
- 4) » $37''$ » » $46^\circ2'$ » $11^h51'$.

Übersichtstabelle zur Messungsreihe IX.

1917	λ	Einzeleinstellungen				Mittelwert	$\log \varepsilon$	ε
$14/1$	800	$42^\circ20'$	$46^\circ58'$	$45^\circ2'$	$46^\circ2'$	$45^\circ5',5$	5,04154	110000
$10/1$	780	$26^\circ58'$	$24^\circ25'$	22°	$28^\circ38'$			
»	»	$24^\circ8'$				$25^\circ13',8$	4,54495	35000
»	760	$13^\circ50'$	14°	$15^\circ17'$	$13^\circ30'$	$14^\circ9,2$	3,94969	8900
»	740	$10^\circ5'$	$9^\circ36'$	$8^\circ30'$				
$11/1$	»				$9^\circ36'$	$9^\circ26',7$	3,35727	2300
»	720	$4^\circ40'$	$4^\circ22'$	$4^\circ46'$	$4^\circ5'$	$4^\circ28',2$	2,91173	820
»	700	$2^\circ44'$	$2^\circ25'$	$2^\circ46'$	$2^\circ34'$	$2^\circ37',2$	2,35061	220
»	680	$1^\circ49'$	$1^\circ46'$	$1^\circ35'$				
$12/1$	»				$1^\circ18'$	$1^\circ37'$	1,74555	56
»	660	$52'$	$44'$	$51'$	$47'$	$48',5$	1,13451	14
»	640	$38'$	$37'$	$30'$				
»	»			$38'$	$37'$	$36'$	0,77343	5,9
»	620	$31'$	$30'$	$28'$	$26'$	$28',7$	0,45790	2,9

X. Supplementäre Beobachtungen am protanomalen Sehorgan.

Reagent: B. Jacobowsky.

Dirigent: G. Göthlin.

Zuerst wurden nach dem bereits auf S. 19 beschriebenen Verfahren Experimente zur Erforschung der Perzeptionsgrenze des Auges für Rot im Instrument angestellt.

Versuchsprotokoll:

24. 1. 1917 (Brenner 4).

Die Dunkeladaptation begann um 4^h20' nachm.

A. Gesichtsfeld 3°.

Ausgangslage beim Skalenteil 6198 auf der Mikrometerskala des Prismas. Hier erscheint das Feld um 5^h20' schwach leuchtend, aber nicht rot. Von dieser Ausgangslage aus schraubt der Dirigent auf kürzere Wellenlängen in langsamem Tempo zurück, wobei der Reagent, welcher währenddessen seiner Empfindung des Blendenfeldes mit gespannter Aufmerksamkeit folgt, erklärt, dass beim Skalenteil 6030 um 5^h26' das Feld »sehr deutlich rot« erscheint.

Beim Aufwärtsschrauben zeigt es sich, dass die Ausgangslage auf 6100 herabgesetzt werden kann, weil dort von einer Wahrnehmung von Rot noch keine Rede sein kann.

Von 6100 führt der Dirigent mehrmals das Zurückschrauben in bereits beschriebener Weise aus. Der Reagent gibt folgenden Bescheid:

- 1) Bei 6053,5 wird es sicher rot um 5^h30';
- 2) » 6053,0 » » » » » 5^h35';
- 3) » 6053,5 » » » » » 5^h41'.

B. Gesichtsfeld 45'.

Es zeigt sich, dass der Skalenteil 6080 eine geeignete Ausgangslage ist. Bei dieser Lage erscheint das Feld bei der Fixation erhellt, aber nicht rot.

Beim Zurückschrauben wurde beginnende Rotwahrnehmung bei folgenden Lagen angegeben:

- 1) Bei 6031 ist es sicher rot um 6^h ;
- 2) » 6033,5 » » » » » 6^h7' ;
- 3) » 6031 » » » » » 6^h13' ;
- 4) » 6033 » » » » » 6^h19'.

Im fovealen Sehen wurden mit einzelnen Wellenlängen folgende Prüfungen angestellt.

Versuchsprotokoll:

24. 11. 1916 (Brenner 3).

Die Dunkeladaptation begann um 5^h40' nachm.820 $\mu\mu$.

Bei parallelen Nicols in der Polarisationsanordnung gibt Reagent um 6^h40' an, dass das Licht, auch bei Fixation, ungefärbt erscheint, dass aber die Empfindung nicht kontinuierlich festgehalten werden kann. — Durch Anwendung des lautlos arbeitenden Verschlusses kann der Dirigent feststellen, dass die Lichtwahrnehmung nicht auf einem Trugbild beruhen kann. Bei Einstellung auf 840 $\mu\mu$ hingegen kann kein Licht wahrgenommen werden.

24. 1. 1917 (Brenner 4).

Die Dunkeladaptation begann um 4^h20' nachm.700 $\mu\mu$ (Ausgangslage 8°).

Bei der Ausgangslage erscheint das Licht ungefärbt.

1) Rotschwelle bei 11°49' um 6^h35';2) » » 10°30' » 6^h53'.

(Ausgangslage 2°).

Bei dieser neuen Ausgangslage wird kein Licht wahrgenommen.

1) Lichtschwelle bei 2°32' um 7^h7' ;2) » » 2°53' » 7^h22'.620 $\mu\mu$ (Ausgangslage 0°).1) Rotschwelle bei 1°22' um 7^h31';2) » » 1°22' » 7^h41'.1) Lichtschwelle bei 18' » 7^h55';2) » » 16' » 8^h1' .**V. Diskussion der Messungsergebnisse und Schlussfolgerungen.**

Bei allen in dieser Arbeit vorgelegten Messungen der Energieschwelle für die Empfindung Rot ist die Energie der Strahlung zu dem Werte berechnet, den sie unmittelbar vor dem Eintritt in das Auge repräsentiert. Es wäre zwar nicht ausgeschlossen, im Anschluss u. a. an die Messungen, die E. ASCHKINASS¹ über die Absorption roter und ultraroter Strahlen durch die Augenmedien ausgeführt hat, annähernd zu schätzen, welche relativen Energiewerte die untersuchten Strahlungen repräsentieren, wenn sie die vordere Grenze der Netzhaut erreicht haben. Damit

¹ E. ASCHKINASS: Über das Absorptionsspektrum des flüssigen Wassers und über die Durchlässigkeit der Augenmedien für rote und ultrarote Strahlen. Wiedem. Ann. d. Physik, N. F., Bd. 55, S. 401—431 (1895).

wäre aber in Wirklichkeit wenig gewonnen, da die weit wichtigere Frage, welche Energiemengen der verschiedenen Lichtarten bis an die reizbaren Endorgane herangelangen und von ihnen absorbiert werden, sich zurzeit jeder Beantwortung entzieht.

Der Hauptzweck der Untersuchung ist der gewesen, festzustellen, nach welchem Gesetz sich die Energieschwelle für die Farbenempfindung in dem roten Spektralgebiet mit der Wellenlänge ändert, oder wenigstens den Weg für eine derartige Feststellung zu bahnen. Seit lange ist es den Physikern bekannt, dass bei Wärmemessungen in einem mittelst Steinsalzprismas hervorgerufenen Spektrum, das beispielsweise von einer Leuchtgasflamme herrührt, die Wärme von der kurzwelligen nach

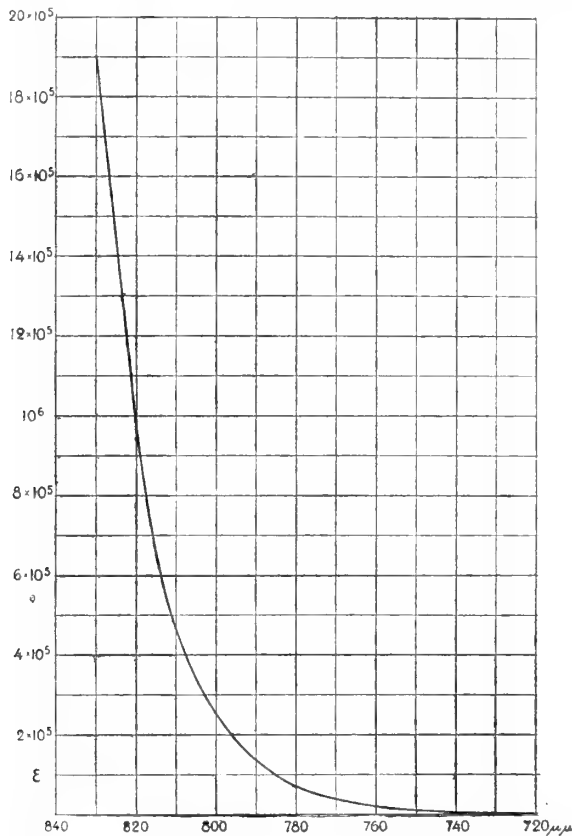


Fig. 3.

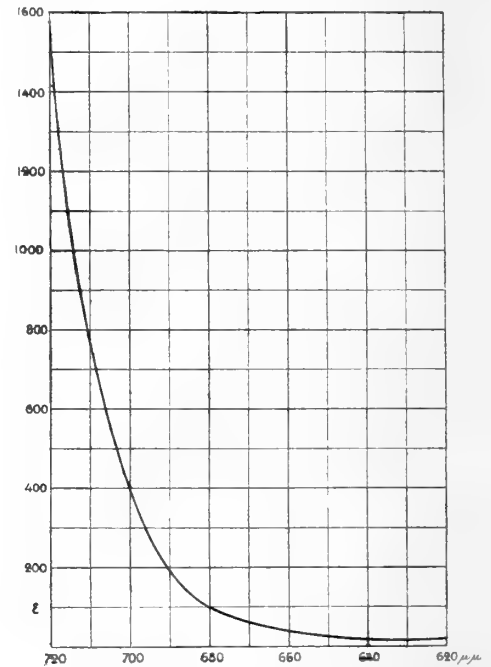


Fig. 4.

der langwelligen Grenze des roten Spektralgebiets hin zunimmt, während der Farbeindruck des Auges in derselben Richtung sich unaufhörlich und stark abschwächt, um schliesslich aufzuhören. Derartige Beobachtungen haben natürlich in das allgemeine Bewusstsein die Vorstellung von einem raschen Anstieg der Farbenenergieschwelle bei dieser Verschiebung eingebürgert. Was man bisher Exaktes hierüber gewusst hat, beschränkt sich aber auf die Ergebnisse der Messungen A. LANGLEY's für die Wellenlängen 650 und $750 \mu\mu$ sowie der Messungen A. PFLÜGER's für die Wellenlängen 671 und $717 \mu\mu$. Die ersteren zeigen, dass für das Intervall 650 — $750 \mu\mu$ die Energieschwelle ungefähr auf das 2000 -fache steigt. In den letzteren findet

man für das Intervall 671—717 $\mu\mu$ in einem Falle (Beobachter La) eine Zunahme der Farbenenergieschwelle auf das 8-fache, in einem anderen Falle (Beobachter Ha) eine Zunahme derselben auf das 7,6-fache.

Durch die unter konstanten Adaptationsverhältnissen bei dem Sehorgan mit gleichgrossen Intervallen vorgenommenen und auf das ganze rote Spektralgebiet ausgedehnten Messungen mit dem Liminospektroskop, über die in den vorhergehenden Kapiteln berichtet worden ist, hat sich die Möglichkeit zu einem Überblick über die Verhältnisse eröffnet.

Schon bei den ersten Messungsreihen frappierte es, dass die Farbenenergieschwelle innerhalb des grösseren Teiles des untersuchten Spektralgebiets mit der Wellenlänge gemäss einer Exponentialkurve wächst. Die Form der Kurve ist aus den Figuren 3 und 4 (S. 68) ersichtlich, die sich auf die Ergebnisse der Messungsreihe I gründen. Die Wellenlängen sind als Abszissen, die Schwellenenergiemengen als

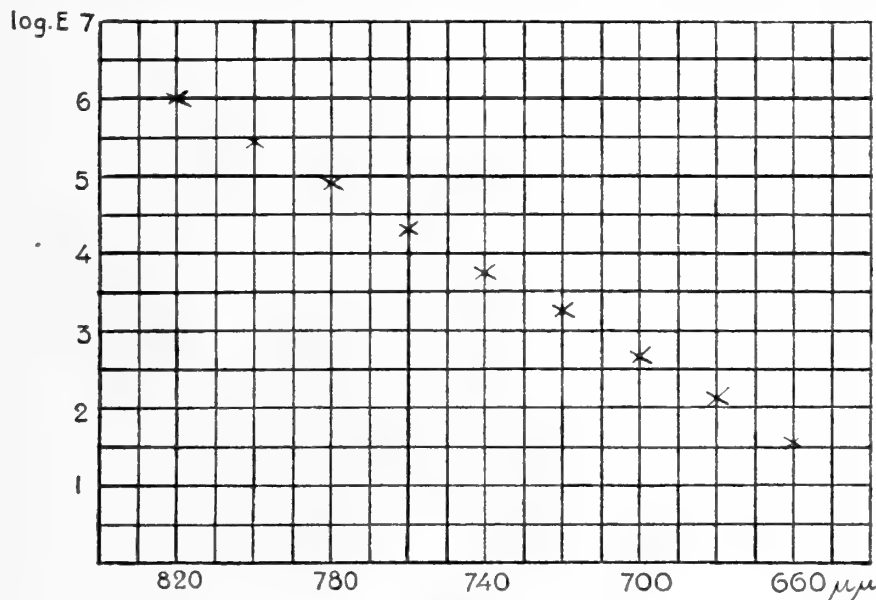


Fig. 5.

Ordinaten abgetragen worden. In Fig. 3 entspricht eine Längeneinheit der Ordinaten einer 1000 mal grösseren Energiemenge als in Fig. 4.

Wegen des raschen Anwachsens von E mit der Wellenlänge sind die Resultate leichter für grössere Teile des Messungsgebiets zu überblicken, wenn man in einem Koordinatensystem mit den Wellenlängen als Abszissen statt der Energiemengen selbst ihre Logarithmen als Ordinaten abträgt.

Bei solchem Verfahren zeigt es sich, dass in sämtlichen Reihen (I, II und VI) bei total dunkeladaptiertem Auge und makularem Gesichtsfeld alle $\log E$ für die Zone 680—820 $\mu\mu$ annähernd auf einer geraden Linie liegen. So lässt ein Blick auf Fig. 5, in welcher die Messungsergebnisse der Reihe II in der oben angegebenen Weise eingetragen sind, die Giltigkeit dieses Satzes für die fragliche Reihe erkennen. Der geradlinige Verlauf von $\log E$ erstreckt sich übrigens bei dieser Versuchsperson, wie aus der Figur hervorgeht, bis hinab zu 660 $\mu\mu$.

Die Gleichung, die innerhalb des Gebietes 680—820 $\mu\mu$ den Zusammenhang zwischen dem Energiewert (E) des Reizes an der Schwelle und der Wellenlänge des Lichtes (λ) wiedergibt, ist von dem Typus $E = e^{(A\lambda - B)}$. In dieser Gleichung ist e die Basis des natürlichen Logarithmensystems; A und B sind Konstanten. Wird die Gleichung zu Berechnungen angewandt, so gibt man ihr zweckmässigerer die Form $E = 10^{(a\lambda - b)}$.

Für eine jede der Reihen I, II und VI, die von verschiedenen Versuchspersonen ausgeführt worden sind, habe ich die zugehörigen Werte von a und b in der letzteren Gleichung berechnet. In den Reihen I und VI sind sie aus den Beobachtungen für 820 und 700 $\mu\mu$, in der Reihe II aus den Beobachtungen für 820 und 660 $\mu\mu$ berechnet worden.

Über den Grad der Übereinstimmung zwischen den berechneten und den bei den Messungen gefundenen Werten von $\log E$ geben die nachstehenden Übersichten Auskunft.

Messungsreihe I.

Gleichung: $\text{Log}_{10} E = 0,0283 \lambda - 17,206$

Wellenlänge ($\mu\mu$)	Beobachteter Wert ($\log E$)	Berechneter Wert ($\log E$)	Differenz
820	6,00	6,00	$\pm 0,00$
800	5,41	5,43	+ 0,02
780	4,87	4,87	$\pm 0,00$
760	4,30	4,30	$\pm 0,00$
740	3,74	3,74	$\pm 0,00$
720	3,20	3,17	- 0,03
700	2,60	2,60	$\pm 0,00$
680	2,00	2,04	+ 0,04

Messungsreihe II.

Gleichung: $\text{Log}_{10} E = 0,02788 \lambda - 16,8416$.

Wellenlänge ($\mu\mu$)	Beobachteter Wert ($\log E$)	Berechneter Wert ($\log E$)	Differenz
820	6,02	6,02	$\pm 0,00$
800	5,44	5,46	+ 0,02
780	4,91	4,90	- 0,01
760	4,31	4,35	+ 0,04
740	3,76	3,79	+ 0,03
720	3,27	3,23	- 0,04
700	2,67	2,67	$\pm 0,00$
680	2,13	2,12	- 0,01
660	1,56	1,56	$\pm 0,00$

Messungsreihe VI.

Gleichung: $\text{Log}_{10} E = 0,02911 \lambda - 17,8912.$

Wellenlänge ($\mu\mu$)	Beobachteter Wert ($\log E$)	Berechneter Wert ($\log E$)	Differenz
820	5,98	5,98	$\pm 0,00$
800	5,31	5,40	+ 0,09
780	4,91	4,81	- 0,10
760	4,25	4,23	- 0,02
740	3,62	3,65	+ 0,03
720	3,15	3,07	- 0,08
700	2,49	2,49	$\pm 0,00$
680	1,84	1,90	+ 0,06

Wenn man in den Reihen I und II die Differenz nicht für $\log E$, sondern für die Energiemenge E selbst berechnet, so findet man, dass der berechnete Wert der letzteren nirgends sich von dem beobachteten so weit entfernt, dass die Abweichung

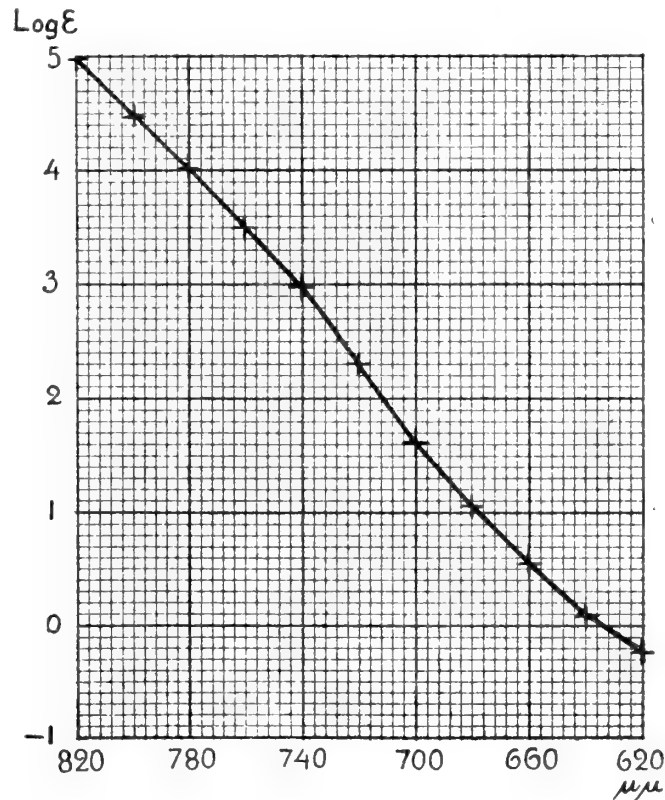


Fig. 6.

volle 10 % beträgt. Andererseits stellt 10 % für die betreffenden Versuchspersonen, Göthlin und Tolagen, den ungefähren Maximalfehler bei den Beobachtungsergebnissen dar (vgl. S. 35—36). Da also die Gleichung innerhalb der Grenzen der Versuchsfehler

die Resultate sämtlicher in den Reihen I und II ausgeführten Beobachtungen innerhalb des Gebietes 680—820 $\mu\mu$ wiedergibt, so erachte ich es für befugt, zu behaupten, dass für das total dunkeladaptierte normal trichromatische Sehorgan bei makularem Gesichtsfeld die Energieschwelle in dem langwelligen Rot sich mit der Wellenlänge gemäss einer Exponentialformel von dem angeführten Typus ändert.

In der Reihe VI stellt sich die Übereinstimmung zwischen Berechnung und Beobachtung ungünstiger. Die Erklärung hierfür liegt zum Teil darin, dass der Maximalfehler für die Resultate der Schwellenbestimmungen der Versuchsperson Avalder grösser ist als der oben für die Versuchspersonen Göthlin und Tolagen angegebene. Ferner waren während der Messungsreihe VI die Spannungsschwankungen im Elektrizitätsnetz von grösserem Umfang als bei den Messungsreihen I und II. Aus diesen Gründen kommt der Reihe VI verhältnismässig untergeordnete Beweiskraft bezüglich des soeben aufgestellten Satzes zu.

Bemerkenswert ist, dass in den beiden vollständigen Reihen (I und II) bei makularem Sehen die Logarithmen der *Lichtschwellen* bei den Wellenlängen 660 und 640 $\mu\mu$ annähernd auf derselben geraden Linie liegen wie die Logarithmen der *Farbenschwellen* bei den Wellenlängen 680—820 $\mu\mu$ (vgl. Fig. 9).

Wenn man in der Reihe VIII bei *fovealem* Sehen alle $\log \epsilon^1$ in einem ähnlichen Koordinatensystem abträgt, so findet man (Fig. 6, S. 71), dass die Verbindungslinie nur auf der Strecke 820—740 $\mu\mu$ annäherungsweise geradlinig ist, dass sie aber dann einen steileren Verlauf annimmt und allmählich in die nach oben zu konkave Inflexion übergeht, in welche die gerade Linie der Maculakurven direkt übergeht. Die dem fovealen Sehen entsprechende Gleichung, die die Abhängigkeit der Farbenenergieschwelle von der Wellenlänge in dem roten Spektralgebiet ausdrückt, ist also von einem etwas verwickelteren Typus als die für das makulare Sehen.

Die Kurven für die Abhängigkeit der Rotschwelle von der Wellenlänge bieten in ihrem charakteristischen Verlauf bei langwelligen Lichtern eine gewisse Ähnlichkeit mit den Kurven dar, die G. LEIMBACH² erhielt, als er in einem Koordinatensystem als Abszissen die Wellenlängen und als Ordinaten die Logarithmen derjenigen, Licht von verschiedenen Wellenlängen entsprechenden Energiemengen abtrug, welche nötig sind, um in einer photographischen Platte (Schleussnerplatte oder Lumières Σ -Platte) einen bestimmten Schwärzungsgrad zu erzielen. Bei dem typisch photochemischen Prozess, der sich in der Bromsilberplatte abspielt, ist der Schwärzungsgrad ein Ausdruck für die Menge des infolge der Einwirkung des Lichts ausgefällten Silbers. Auch für die Bromsilberplatte gibt es einen Schwellenwert der Schwärzung, dessen Feststellung allerdings mit technischen Schwierigkeiten verknüpft ist. Da es sich aber zeigt, dass für verschiedene Schwärzungsgrade gezeichnete Kurven einen der Hauptsache nach parallelen Verlauf haben (vgl. Fig. 7), so folgt dar-

¹ Die Bezeichnungen E , e und ϵ haben hier und späterhin dieselbe Bedeutung wie in den Übersichtstabellen zu den Messungsreihen (vgl. die Anm. S. 40).

² GOTTHELF LEIMBACH: Die absolute Strahlungsempfindlichkeit von Bromsilbergelatineplatten gegen Licht verschiedener Wellenlänge. Zeitschr. f. wissenschaftl. Photographie, Photophysik u. Photochemie, Bd. 7, S. 188—199 (1909).

aus mit grösster Wahrscheinlichkeit, dass, wenn man eine entsprechende Kurve für den Schwärzungsschwellenwert der Platte eruieren könnte, diese Kurve in der Hauptsache dieselbe Form wie die übrigen haben würde. Man sieht, dass die Kurven in Fig. 7, nachdem sie ein Höhenminimum bei der Wellenlänge, die am energischsten das Bromsilber reduziert, aufgewiesen haben, einen steilen Anstieg¹ zeigen und dann nach einem bogenförmigen Übergang zu weniger steilem Verlauf für das langwelligste Licht — ungefähr von 575 $\mu\mu$ an aufwärts — einen geradlinigen Verlauf annehmen.

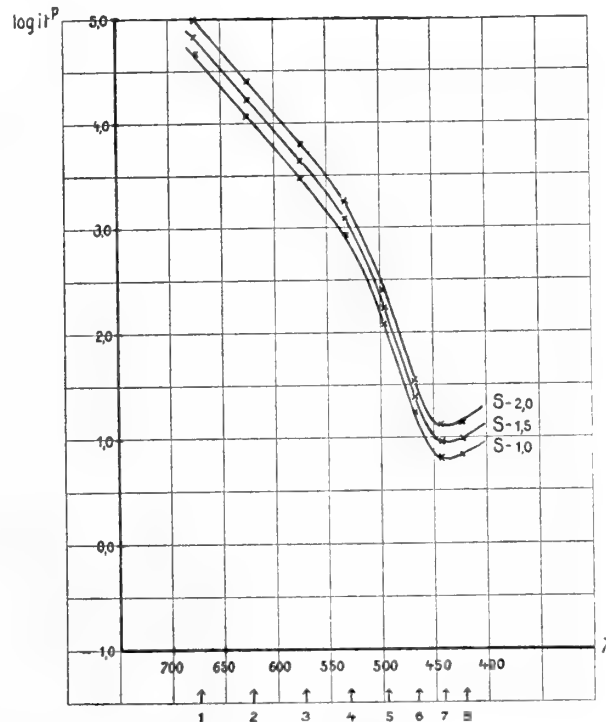


Fig. 7. (Nach LEIMBACH.)

Umstände, die ich nicht beherrschen konnte, haben bewirkt, dass meine Messungsergebnisse gegenwärtig sich nicht in absoluten Massen ausdrücken lassen. Ich hoffe jedoch in Zukunft die zu ihrer Umrechnung in absolute Masse erforderliche Messung ausführen zu können (vgl. S. 29—30).

Eine Vorstellung von der in Erg ausgedrückten Grössenordnung der interimistischen Einheit, die ich gewählt habe, um die Energiemengen anzugeben, liesse sich möglicherweise schon jetzt durch einen Vergleich mit LANGLEY'S absoluter Bestimmung der Energieschwelle für die Empfindung von Licht von der Wellenlänge 750 $\mu\mu$ gewinnen. Sie entsprach seinem Befunde nach bei der einen Versuchsperson $\frac{1}{390}$ Erg/Sek., während die Energieschwelle meines dunkeladaptierten Auges für Licht von derselben Wellenlänge bei fovealem Sehen durch Interpolation aus der Messungsreihe VIII sich zu 1743 interimistischen Energieeinheiten berechnet. Darf man annehmen,

¹ Eine Andeutung eines solchen findet sich an der Foveakurve, Fig. 6.

dass übereinstimmende Verhältnisse in LANGLEY's und meinen Versuchen herrschten, so würde also eine solche Einheit ungefähr $1,5 \times 10^{-6}$ Erg/Sek. entsprechen. In Bezug auf Dunkeladaptation dürfte der Unterschied zwischen den Versuchen nicht bedeutend sein, denn LANGLEY gibt an, dass seine Messung in absolut dunklem Zimmer nach einiger Zeit Weilens darin ausgeführt worden sei. Eine beträchtliche Unsicherheit haftet jedoch der Schätzung infolge des Umstandes an, dass das Feld, auf das reagiert wurde, in LANGLEY's Versuch sich unter bedeutend kleinerem Gesichtswinkel darbot als in meinen Foveaversuchen. LANGLEY verwendete nämlich ein quadratisches Feld von nur 1 mm Seitenlänge, das sich in einem Abstände von 1 Meter von dem Reagenten befand. Die Berechnung besteht daher nur unter der Voraussetzung zu Recht, dass der RICCÒ'sche Satz über die Konstanz des Produktes aus Lichtintensität und Reizfläche bei Schwellenreizen mit ungefärbtem Licht in der Fovea auch für die Farbschwellen gültig sei, was bisher jedenfalls nicht direkt bewiesen ist.

Bei den meisten meiner Experimente mit helladaptiertem Auge hat die Adaptation für eine Beleuchtung von etwas grösserer Intensität stattgefunden, als wie sie in der hygienischen Literatur für Lesesäle und Räume, in denen ähnliche Arbeit zur Ausführung kommt, empfohlen wird. Um eine hygienische Autorität anzuführen, so bezeichnet H. COHN¹ eine Beleuchtung *auf dem Papier* von 50 Meterkerzen als die wünschenswerte. In meinen Versuchen herrschte aber etwa dieselbe Beleuchtungsintensität *am Platz des Auges*.

Die Hauptschlussfolgerung, zu der man gelangt, wenn man Wellenlänge für Wellenlänge die gefundenen Schwellenwerte für helladaptiertes Auge (Reihen IV, III und IX) mit den entsprechenden Werten für total dunkeladaptiertes Auge (Reihen I, II und VIII) vergleicht, ist die, dass ausnahmslos, sowohl in dem makularen als in dem fovealen Sehen, die Helladaptation eine Steigerung der zur Erreichung einer gerade unterscheidbaren Rotempfindung erforderlichen Energiemenge veranlasst. Eine graduelle und recht bedeutende Verschiedenheit besteht indessen zwischen der Steigerung bei makularem und bei fovealem Gesichtsfeld.

Die nachfolgende tabellarische Zusammenstellung bildet eine Bearbeitung der Messungsergebnisse in den Reihen I—IV und enthält das Beweismaterial für den eben ausgesprochenen Satz, soweit er sich auf die Rotschwelle bei makularem Gesichtsfeld bezieht. Gleichzeitig ersieht man aus den Zahlen, dass individuelle Verschiedenheiten bezüglich des Einflusses der Helladaptation auf die Rotschwelle vorkommen. In der Tabelle bezeichnet E_0 die Energieschwelle für die Empfindung Rot bei total dunkeladaptiertem Auge und E_1 die entsprechende Energieschwelle in demselben Auge nach Adaptation für 48 Lux. Unter der Rubrik $\frac{E_1}{E_0}$ ist berechnet, welches Vielfache die letztere Energieschwelle von der ersteren für Licht von jeder untersuchten Wellenlänge ausmacht.

¹ H. COHN: Lehrbuch der Hygiene des Auges, Leipzig 1892, S. 367.

Wellenlänge	Versuchsperson Göthlin		Versuchsperson Tolagen	
	$\log E_1 - \log E_0$	$\frac{E_1}{E_0}$	$\log E_1 - \log E_0$	$\frac{E_1}{E_0}$
780			1,52335	33,4
760	1,81914	65,9	1,69546	48,5
740	1,79308	62,1	1,61369	41,1
720	1,68272	48,2	1,48858	30,8
700	1,49390	31,2	1,47445	29,8
680	1,57688	37,8	1,46378	29,1
660	1,42063	26,4	1,50798	32,2
640	1,20432	16,0	1,08818	12,3
620	1,17310	14,9	0,97212	9,4

Bei makularem Gesichtsfeld ist also nach Adaptation für 48 Lux der Energiewert für die Rotschwelle mindestens 9 mal so gross gewesen wie der entsprechende Wert bei total dunkeladaptiertem Auge. Für mich selbst fällt die Steigerung, besonders für Licht von den Wellenlängen 620 sowie 720—760 $\mu\mu$, grösser aus als bei meinem Assistenten. Der höchste Wert von $\frac{E_1}{E_0}$ in meiner Parallelreihe — d. h. 65,9 — ist rund 35 % grösser als der höchste Wert — 48,5 — in der cand. Tolagens.

Enorm ist die Höhe, zu welcher der Schwellenenergiewert anwächst, wenn, wie in der Reihe V, die Schwelle gemessen wird, bei welcher *das ganze makulare Gesichtsfeld* in einem für Sonnen- und Himmelslicht adaptierten Auge von einer Rotempfindung ausgefüllt wird. Das Himmelslicht versetzt das Auge in einen angestregten Zustand, der allerdings als innerhalb physiologischer Grenzen liegend angesehen werden muss. In einer sicherlich gleich hochgradigen Helladaptation wie der meinen bei der Ausführung der Reihe V befindet sich, um eine Situation aus dem Leben zu wählen, ein Schiffskapitän, der auf offenem Meere von seiner Kommandobrücke aus das Fahrwasser zur Mittagszeit an einem sonnigen Hochsommertag überblicken soll. Die Messungsergebnisse dieser Reihe haben also nicht ausschliesslich theoretisches Interesse.

Der besseren Übersicht wegen habe ich auch für diese Reihe die Energiewerte (E_2) für die Rotschwelle bei Adaptation für Himmelslicht mit den entsprechenden Werten (E_0) für das total dunkeladaptierte Auge zusammengestellt. In der Tabelle wird in der Spalte $\frac{E_2}{E_0}$ angegeben, wieviel mal höher die Energieschwelle im ersteren Falle liegt als im letzteren.

Wellenlänge $\mu\mu$	$\log E_2 - \log E_0$	$\frac{E_2}{E_0}$
720	2,20257	159
700	2,38187	241
680	2,71069	514
660	2,67154	469
640	2,63327	430
620	2,27059	186

Infolge der Art und Weise, wie die Versuchsreihe ausgeführt worden ist, gelten die angeführten Werte von $\frac{E_2}{E_0}$ nur für den peripheren Teil der Macula. In der Fovea wurde die Schwelle für Rot mit einer bedeutend niedrigeren Energiemenge erreicht. In Versuch V ist es auch kaum zulässig, die ganze eingetretene Steigerung

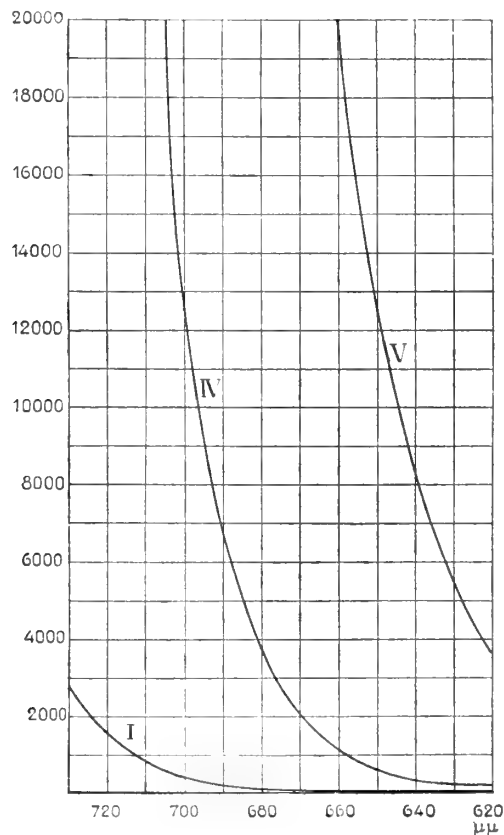


Fig. 8.

des Schwellenwerts als eine Folge der Helladaptation gelten zu lassen. Einen beträchtlichen Anteil an der Steigerung hat zweifellos die Anwesenheit eines bei der Schwelleneinstellung allerdings latenten positiven Nachbildes, das von der unmittelbar vorhergehenden Fixation des in Grünblau spielenden Himmelsgewölbes herrührt

(vgl. Kontrollversuche S. 51). Zum besseren Überblick über den Einfluss des Adaptationszustandes auf die Schwellenenergie sind in Fig. 8 die Änderungen der Rotschwelle mit der Wellenlänge in den Messungsreihen I, IV und V an demselben Auge für die Zone 620—720 $\mu\mu$. in graphischer Form zusammengestellt.

Dass auch bei fovealem Sehen die Rotschwelle durch die Helladaptation eine Erhöhung erfährt, geht aus einem Vergleich der Messungsergebnisse in den Reihen VIII und IX hervor. In der Reihe VIII ist die foveale Energieschwelle (ε_0) bei total dunkeladaptiertem Auge, in der Reihe IX die entsprechende Energieschwelle (ε_1) bei Adaptation für Tageslichtbeleuchtungen (B), zwischen 32 und 56 Lux liegend, bestimmt worden. In der unten wiedergegebenen Übersicht findet man die Werte des Quotienten $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_0}$ für die betreffenden Wellenlängen sowie zum Vergleich den entsprechenden Quotienten $\frac{E_1}{E_0}$ für das makulare Sehen nach den Reihen I und IV für dasselbe Auge. Die Beleuchtung in der Reihe IV betrug indessen regelmässig 48 Lux und rührte von einer elektrischen Metallfadenlampe her.

Wellenlänge $\mu\mu$	$\frac{E_1}{E_0}$	$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_0}$	B
800		3,6	32 Lux
780	36,8	3,4	36 »
760	65,9	2,8	36 à 37 »
740	62,1	2,4	37 »
720	48,2	4,1	56 »
700	31,2	5,5	56 à 51 »
680	37,8	4,9	51 »
660	26,4	3,9	50 »
640	16,0	4,8	50 »
620	14,9	4,9	50 »

Wenn das Auge, nachdem es für die Beleuchtungsintensität 0 adaptiert gewesen ist, zur Adaptation für ca. 50 Lux übergeht, veranlasst dies also, dass die foveale Energieschwelle für Rot in dem Spektralbereich 620—720 $\mu\mu$. auf das 4- bis 5-fache wächst. Eine sehr nahe übereinstimmende Änderung der Adaptation führt dagegen in demselben Auge für Licht von denselben Wellenlängen zu einer mindestens 15-fachen Steigerung der makularen Schwelle.

Es scheint mir, dass dieses Verhalten zu der Annahme nötigt, dass die Gegenwart von Stäbchen in dem reagierenden Netzhautgebiet der Entstehung der Rotempfindung in den Fällen entgegenwirkt, wo auch die Stäbchen zu der Zeit, da die Rotempfindung ausgelöst werden soll, gereizt sind. Diese Rückwirkung der Stäbchen-

reizung auf das Ergebnis der Zäpfchenreizung dürfte so zu verstehen sein, dass eine Vermischung der Rotsensation mit einer durch die Stäbchen vermittelten ungefärbten Lichtsensation die Empfindung von Farbe ungesättigter macht, und dass infolgedessen der Farbeindruck erst bei einer höheren objektiven Intensität des Lichtes entsteht. In meinen Versuchen und bei meiner Versuchstechnik nehme ich also einen Reizzustand in den Stäbchen, welcher von der unmittelbar vorhergehenden Helladaptation her zurückbleibt, als Erklärungsgrund dafür an, dass die makulare Schwelle in stärkerer Proportion als die foveale gesteigert wird.

Die funktionelle Eigentümlichkeit selbst, die hinter dem hier erörterten Messungsergebnis liegt, lässt sich von einem anderen Gesichtspunkt aus dahin formulieren, dass die stäbchenfreie Fovea in Bezug auf die Empfindung Rot weniger ermüdbar ist als die mit Stäbchen ausgestatteten Netzhautbezirke ausserhalb der Fovea.

Eine störende Einwirkung auf die Rotperzeption durch vorhergehende und gleichzeitige Reizung der Stäbchen dürfte wohl auch eine Rolle als akzessorischer Erklärungsgrund dafür spielen, dass ich in der Reihe V, nachdem ich bei verhältnismässig niedriger Intensität des Reizlichtes Rot nur am Fixationspunkte beobachtet habe, bei weiter gesteigerter Intensität die Rotempfindung sich über mehr und mehr periphere Teile des makularen Gesichtsfeldes ausbreiten sehe (vgl. S. 53).

Denn wäre die Erklärung ausschliesslich die, dass die Zäpfchen zahlreicher und möglicherweise empfindlicher in der Fovea sind als in den extrafovealen Teilen der Macula centralis, so müsste dieselbe Erscheinung von Rotfärbung in der Fovea bei einer geringeren Intensität und der Ausbreitung der Farbe nach der Peripherie des makularen Gesichtsfeldes hin bei sukzessiv gesteigerter objektiver Lichtintensität auch in dem total dunkeladaptierten Auge für Licht von grösserer Wellenlänge als 680 $\mu\mu$ auftreten. In den entsprechenden Versuchen nahm ich indessen keine derartige topographische Verschiedenheit der Farbenschwelle wahr.

Es verdiente sicherlich untersucht zu werden, ob nicht der angezogene Erklärungsgrund, dass gleichzeitige Reizung der Stäbchen die Rotenergieschwelle erhöht, eine allgemeingiltige Bedeutung besitzt und demnach auch für das periphere Sehen gilt. Man könnte dies dadurch feststellen, dass man in gewählten Abständen vom Fixationspunkte die Energieschwelle für die Empfindung Rot entsprechend Wellenlängen oberhalb 680 $\mu\mu$ teils bei total dunkeladaptiertem Auge (Schwelle = E_0), teils bei Adaptation für eine konstante, nicht allzu geringe Beleuchtung (Schwelle dann = E_1) bestimmte und für die verschiedenen Abstände vom Zentrum den Quotienten $\frac{E_1}{E_0}$ berechnete. Zeigt es sich, dass dieser Quotient auch ausserhalb der Macula centralis in peripherer Richtung wächst, so scheint mir der Erklärungsgrund derselbe zu sein wie der, den ich für die Ergebnisse meiner Versuche in dem zentralen Sehen angeführt habe. Angenommen, die eben vorgeschlagenen Experimente

fielen positiv aus, so würde sich daraus der Schluss ziehen lassen, dass die Rotenergieschwelle in dem helladaptierten Auge nach der Peripherie zu nicht nur deshalb abnimmt, weil die Endorgane für den Rotprozess selbst an Zahl abnehmen, sondern auch deshalb, weil die einfach lichtperzipierenden Endorgane gleichzeitig an Zahl zunehmen.

Wenn gleichzeitige Stäbchenreizung die Energieschwelle für Rot erhöht und zwar um so mehr, je stärker die Beleuchtung und je grösser das numeräre Übergewicht der Stäbchen über die Zapfen an der untersuchten Stelle ist, so muss in dem helladaptierten Auge die Empfindlichkeit für Rot nach der Peripherie zu in stärkerer Progression abnehmen, als es der Verminderung der Anzahl der betreffenden Endorgane pro Flächeneinheit entspricht.

Gegen meine Deutung der Resultate bei Übergang von Dunkel- zu Helladaptation im zentralen Sehen spricht eine Angabe von A. CHARPENTIER,¹ dass für Rot, wie man es zuvor schon für Blau wusste, das Maximum der Farbenempfindlichkeit nicht in der Fovea, sondern am Rande der Macula liegt. Bei für 48 Lux adaptiertem Auge habe ich in einer noch nicht veröffentlichten Untersuchung betreffs Blau (Licht von der Wellenlänge 477 $\mu\mu$) bestätigen können, dass die Farbenschwelle gleich ausserhalb der Fovea niedriger liegt als in der Fovea selbst. In Bezug auf Rot aber deutet alles, was ich bisher beobachtet habe, auf ein entgegengesetztes Verhältnis. In dieser Hinsicht stimmen meine Erfahrungen mit den Ergebnissen der Untersuchung EUGEN FICK's² überein. Zugegeben sei jedoch, dass meine Anordnung wegen des Mangels eines leuchtenden Fixationspunktes sich nicht völlig zu einem direkten Vergleich zwischen fovealem und adfovealem Lichtreiz eignet.

Aus meinen Messungsergebnissen kann ferner berechnet werden, welche relativen Energiemengen *pro Flächeneinheit* notwendig sind, um in demselben Auge mit demselben Licht eine Schwellenempfindung von Rot das eine Mal bei fovealem, das andere Mal bei makularem Gesichtsfeld hervorzurufen. In der nachstehenden Übersicht ist die Berechnung auf einen Vergleich zwischen den Reihen I und VIII gegründet. Die Energieschwelle pro Flächeneinheit bei *fovealem* Gesichtsfeld ist = 1 angenommen; η_m ist der unter dieser Voraussetzung berechnete Energiewert der Schwelle pro Flächeneinheit bei *makularem* Gesichtsfeld. Es mag in der Fortsetzung der Wert η_m der makulofoveale Schwellenquotient genannt werden. In der Übersicht wird auch unter der Rubrik $\frac{E_0}{\epsilon_0}$ angegeben, eine wievielmals grössere Energiemenge erforderlich ist, um in der ganzen Macula eine gerade noch wahrnehmbare Rotempfindung hervorzurufen, als um denselben Effekt bei blosser Reizung der Fovea zu erzielen.

¹ A. CHARPENTIER: Nouvelles recherches analytiques sur les fonction visuelles. Arch. d'ophtalmol., tome 4, p. 298—299 (1884).

² EUGEN FICK: Studien über Licht- und Farbenempfindung. Pflüg. Arch., Bd. 43, S. 484 (1888).

Wellenlänge $\mu\mu$	$\frac{E_0}{\varepsilon_0}$	$\log \gamma_m$	γ_m
620	32	0,30705	2,0
640	15	0,97898—1	1,0
660	12	0,87577—1	0,8
680	8,7	0,73676—1	0,5
700	9,8	0,78916—1	0,6
720	8,0	0,69661—1	0,5
740	5,7	0,55202—1	0,4
760	6,3	0,59627—1	0,4
780	7,2	0,73722—1	0,5
800	8,4	0,71953—1	0,5
820	10,5	0,81615—1	0,7

Für die meisten Lichter (680—820 $\mu\mu$) gilt nach Obigem, dass bei makularem Sehen eine ungefähr 8 mal so grosse Energiemenge als bei fovealem Sehen erforderlich ist, um das Gesichtsfeld bei dunkeladaptiertem Auge mit einer gerade noch wahrnehmbaren Rotempfindung auszufüllen. Unter denselben Verhältnissen und für dasselbe Licht ist die pro Flächeneinheit erforderliche Energiemenge ungefähr halb so gross bei makularem wie bei fovealem Gesichtsfeld. Die Ursache dafür, dass andere Verhältnisse für Licht von den Wellenlängen 620—660 $\mu\mu$ gelten, wird später diskutiert werden.

Die zahlreichen Schwellenbestimmungen für die Empfindung Rot, die in der vorliegenden Arbeit mit spektralen Lichtern verschiedener Wellenlängen bei verschiedenen Adaptationszuständen des Auges ausgeführt worden sind, dürften zu einigen Äusserungen über das Vorkommen oder die Abwesenheit eines photochromatischen Intervalls in dem roten Spektralgebiet berechtigen. Meine Auffassung des Begriffs photochromatisches Intervall ist folgende. Ich erachte ein solches für vorliegend, wenn es sich bei Reizung mit einem seiner Zusammensetzung nach unveränderlichen Lichte zeigt, dass zwischen der Lichtschwelle eines gewissen Netzhautgebiets und dessen Schwelle für Perzeption einer in psychologischer Hinsicht einfachen Farbe eine Reihe von Lichtstärken vorkommt, die Empfindungen auslösen, welche an sich selbst — d. h. ohne Vergleichslicht — nicht gefärbten Charakter in dem Grade haben, dass ihre Farbe angegeben werden kann.

In fovealem Sehen (Gesichtsfeld von 45') habe ich weder bei total dunkeladaptiertem Auge noch bei für 32—56 Lux adaptiertem Auge von 620 $\mu\mu$ an bis zur langwelligen Grenze des Spektrums hin irgendwo ein photochromatisches Intervall beobachten können.

Bei makularem Gesichtsfeld (3°) und total dunkeladaptiertem Auge ist kein photochromatisches Intervall zwischen der langwelligen Grenze des Spektrums und 680 $\mu\mu$ beobachtet worden. Dagegen ist auf der Strecke 660—620 $\mu\mu$ ein in kurzwelliger Richtung zunehmendes Intervall konstatiert worden. In dem peripheren Teil der Netzhaut, wo ich keine systematischen Untersuchungen ausgeführt habe,

habe ich gelegentlich bei den Messungen mit dem total dunkeladaptierten Auge un-gefärbte Empfindungen auch von Licht beobachtet, dessen Wellenlänge grösser als 680 $\mu\mu$ gewesen ist. Bei makularem Gesichtsfeld und für 48 Lux adaptiertem Auge kam ein farbloses Intervall regelmässig wenigstens für Licht hinauf bis zur Wellenlänge 740 $\mu\mu$ und gewöhnlich, aber nicht ausnahmslos, auch für Licht von höheren Wellenlängen vor.

In dem für Himmelslicht adaptierten Auge kam in dem ganzen untersuchten Spektralgebiet (620—720 $\mu\mu$) und sogar in der Fovea ein photochromatisches Intervall vor. Hierbei muss jedoch in Erwägung gezogen werden, ob nicht das Intervall in der Fovea auf einem latenten positiven Nachbild des durch Überschuss grüner und blauer Strahlen an und für sich gefärbten Himmelslichtes beruhte.

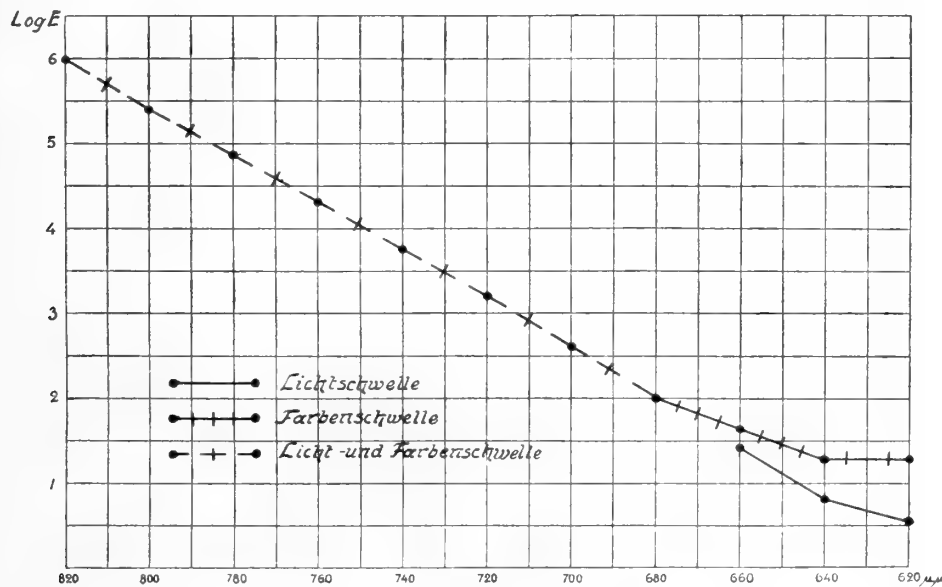


Fig. 9.

Das photochromatische Intervall, das ich in makularem Sehen bei total dunkeladaptiertem Auge bei 620—660 $\mu\mu$ beobachtete, wurde von meinem Assistenten N. Tolagen für 620—640 $\mu\mu$ bestätigt, fand sich aber bei ihm nicht bei 660 $\mu\mu$. Da kein photochromatisches Intervall für dieselben Wellenlängen in denselben Augen bei fovealem Gesichtsfeld beobachtet wurde, beweist dessen Gegenwart bei makularem Gesichtsfeld, dass die Reizschwelle für die in der Macula vorkommenden einfach lichtperzipierenden Organe hier niedriger liegt als die Reizschwelle für die Organe, durch welche der Rotprozess ausgelöst wird. Die Schwellen für die beiden Arten von Organen schneiden also einander bei dem normal trichromatischen total dunkeladaptierten Sehorgan in der Nähe von 660 $\mu\mu$. Auf der kurzwelligen Seite vom Schnittpunkt aus verläuft für das von mir untersuchte Spektralgebiet die Schwellenkurve der Stäbchen unterhalb der der Zapfen; auf der langwelligen Seite vom Schnittpunkt aus liegt die Schwellenkurve der Stäbchen entweder ebenso hoch oder höher als die der Zapfen (Fig. 9).

Dieses Schneiden der Schwellenkurven liefert meines Erachtens die Erklärung für die aus der Zusammenstellung S. 80 ersichtliche Tatsache, dass eine Zunahme des makulofovealen Schwellenquotienten eintritt, wenn die Wellenlänge des Lichts unter 680 $\mu\mu$ herabgeht. Die Zunahme steigt nach dem kurzwelligen Ende der roten Spektralzone hin, gleichwie auch das farblose Intervall, so dass trotz der 16 mal so grossen Ausdehnung des makularen Gesichtsfeldes die Energieschwelle pro Flächeneinheit für makulares Sehen bei 620 $\mu\mu$ doppelt so hoch ausgefallen ist wie für foveales Sehen.

In dieser Tatsache erblicke ich also eine Bestätigung meiner in einem früheren Zusammenhange gezogenen Schlussfolgerung, dass, wenn auch Stäbchen in einem Teil der Netzhaut, wo ein Rotprozess ausgelöst wird, vorkommen, eine Reizung der Stäbchen gleichzeitig mit der Reizung der Elemente, an die der Rotprozess gebunden ist, in einer Erhöhung der Energieschwelle für die Empfindung Rot resultiert.

Da bereits bei dunkeladaptiertem Auge die Rotschwelle in makularem Sehen für die kurzwelligsten Lichter infolge der eben angeführten Umstände eine Erhöhung erfahren hat, so liegt ferner darin die Erklärung dafür einbegriffen, dass in meinem Auge für Licht von den Wellenlängen 620—660 $\mu\mu$ sowie in cand. Tolagens Auge für Licht von den Wellenlängen 620—640 $\mu\mu$ der Quotient $\frac{E_1}{E_0}$ kleiner ist als für Licht von höheren Wellenlängen (vgl. die Zusammenstellung S. 75).

Aus mehreren Gründen hat die Messungsreihe VII, die an einem protanomalen Sehorgan ausgeführt worden ist, einen Platz in dieser Arbeit erhalten, welche sonst hauptsächlich Messungen an dem normalen Sehorgan gewidmet ist. Durch die Einreihung der ebengenannten Messungsreihe unter die übrigen habe ich in erster Linie zeigen wollen, dass eine systematische Durcharbeitung der anomalen Farbensinne innerhalb eines bestimmten Spektralgebiets nach der von mir befolgten Methode zu Resultaten führen kann, die einen Einblick in und in gewissen Fällen eine Erklärung für die Eigenart dieser Farbensinne gewähren. Dass die Wahl auf ein protanomales Sehorgan fiel, beruhte darauf, dass ich schon im voraus vermuten konnte, dass dessen hauptsächlichste Anomalien eben innerhalb des Spektralgebiets, das hier bearbeitet worden, zum Vorschein kommen würden.

In drei wichtigen Beziehungen hat es sich bei den Messungen gezeigt, dass das protanomale Sehorgan von dem normal trichromatischen abweicht. Wie zu erwarten war, bedarf es, um in dem protanomalen Auge eine gerade noch wahrnehmbare Empfindung von Rot auszulösen, eines Lichtes, das eine beträchtlich grössere Energiemenge repräsentiert, als wie sie der Rotschwelle in einem normalen Sehorgan entspricht. Welches Vielfache die der Rotschwelle bei totaler Dunkeladaptation in makularem Sehen entsprechende Energiemenge (E_p) für ein protanomales Auge meinen Messungen gemäss von der entsprechenden Energiemenge (E_n) für ein normal trichromatisches Auge (Reihe I) ausmacht, ist aus der nachfolgenden Tabelle für die einzelnen Wellenlängen unter der Rubrik $\frac{E_p}{E_n}$ zu entnehmen.

Wellenlänge μμ	$\log E_p - \log E_n$	$\frac{E_p}{E_n}$
620	0,70349	5,1
640	0,73261	5,4
660	0,92741	8,5
680	1,45203	28
700	1,52195	33
720	1,47018	30
740	1,40267	25
760	1,40525	25

Es zeigt sich demnach, dass die Herabsetzung des Vermögens, Rot zu perzipieren, bei dem Protanomalen bereits für Licht von der mittleren Wellenlänge 620 μμ nachweisbar ist, dass sie anfangs mit steigender Wellenlänge zunimmt, dass sie aber für Licht von der Wellenlänge 680 μμ an bis hinauf zu 760 μμ nur kleine Variationen zeigt. Innerhalb der letztgenannten Zone besitzt das untersuchte Auge durchschnittlich $\frac{1}{28}$ des Vermögens, Rot zu perzipieren, das einem normalen Auge zukommt.

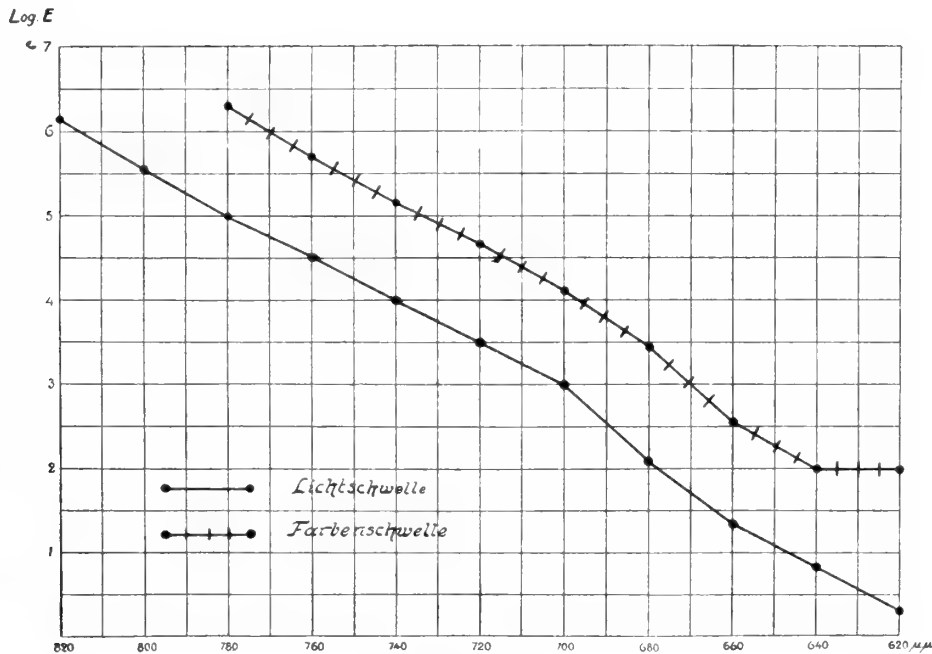


Fig. 10.

Die andere Eigentümlichkeit bei dem protanomalen Sehorgan besteht darin, dass für das ganze untersuchte Spektralgebiet, sowohl bei fovealem als bei makularem Gesichtsfeld, ein bedeutendes photochromatisches Intervall vorhanden ist. Für das makuläre Gesichtsfeld wird dieses Verhalten bei Betrachtung der Figur 10 ersichtlich, in der die Resultate der entsprechenden Schwellenmessungen graphisch wiedergegeben sind.

Vergleicht man die Messungsergebnisse der Reihe VII mit denen der Reihe I, so findet man, dass die Lichtschwelle des protanomalen Auges für die Wellenlängen 620—660 $\mu\mu$ nicht höher liegt als meine eigene, für 620 $\mu\mu$ sogar niedriger, wie aus folgenden Zahlen hervorgeht:

Wellenlänge in $\mu\mu$	Lichtschwelle (Göthlin)	Lichtschwelle (Jacobowsky)
620	3,6	2,1
640	6,5	7,1
660	27	23

Vergleicht man für höhere Wellenlängen die Lichtschwelle in dem protanomalen Auge mit der Farbenschwelle in meinem Auge, so zeigt sich ein so bedeutender Unterschied in den Messungsergebnissen, dass auch unter Berücksichtigung der Unsicherheit, die dadurch bedingt ist, dass die beiden Versuchsreihen mit verschiedenen Brennern ausgeführt worden sind, die Behauptung berechtigt erscheint, dass die Lichtschwelle des protanomalen Auges von 700 $\mu\mu$ an aufwärts mindestens ebenso hoch liegt wie die Farbenschwelle des normal trichromatischen Sehorgans (vgl. Fig. 10 mit Fig. 9).

Das Verhältnis zwischen der Energieschwelle des protanomalen Auges für Rotempfindung (Rot- E) und seiner Energieschwelle für Lichtempfindung (Licht- E) geht aus der nachstehenden Übersicht hervor:

Wellenlänge $\mu\mu$	$\log \text{Rot-}E \div \log \text{Licht-}E$	$\frac{\text{Rot-}E}{\text{Licht-}E}$
620	1,66280	46
640	1,15908	14
660	1,20161	16
680	1,37190	24
700	1,11013	13
720	1,17121	15
740	1,14693	14
760	1,18017	15

Innerhalb der Strecke 640—760 $\mu\mu$ liegt also für das protanomale Sehorgan Cand. Jacobowskys die Rotenergieschwelle bei makularem Sehen rund 16 mal so hoch wie die Lichtenergieschwelle.

Ein höchst bemerkenswerter Umstand ist es, dass für das protanomale Auge ein photochromatisches Intervall im Rot auch in fovealem Sehen und im Zustande totaler Dunkeladaptation vorhanden ist. Eine vollständige Messungsreihe bei fovealem Gesichtsfeld ist zwar nicht an dem fraglichen Sehorgan ausgeführt worden, wohl

aber Prüfungen mit 3 Lichtern, belegen in den äussersten Teilen und in der Mitte des untersuchten Spektralgebiets (vgl. S. 67). Die bezüglich der Gegenwart eines photochromatischen Intervalls übereinstimmenden Resultate dieser Prüfungen sind unten zusammengestellt, wobei die foveale Lichtschwelle mit Licht- ϵ und die foveale Rotschwelle mit Rot- ϵ bezeichnet ist.

Wellenlänge in $\mu\mu$	Licht- ϵ	Rot- ϵ
620	1	23
700	240	4000
800	120000	mit dem Liminospektroskop nicht erreichbar.

Die Berechnungen zeigen also, dass der Quotient $\frac{\text{Rot-}\epsilon}{\text{Licht-}\epsilon}$ für 620 $\mu\mu$ etwas kleiner zu sein scheint als der entsprechende makulare Quotient, dass aber der foveale Quotient für 700 $\mu\mu$ von völlig derselben Grössenordnung ist wie bei makularem Gesichtsfeld.

Da die Messungen ferner, wie man sieht, das Resultat ergeben haben, dass die Lichtschwelle des dunkeladaptierten protanomalen Auges in fovealem Sehen für 620 $\mu\mu$ eine interimistische Energieeinheit beträgt, während die entsprechende Schwelle meines eigenen Auges $\frac{6}{10}$ dieser Einheit beträgt, so kann ihnen keine Stütze für die Annahme entnommen werden, dass die Fovea des protanomalen Auges Stäbchen enthielte, durch deren Gegenwart das photochromatische Intervall erklärt werden könnte. Es liegt also die bemerkenswerte Tatsache vor, dass in dem protanomalen Auge die generelle Reizbarkeit der Zapfen für rotes Licht nur in geringerem Grade herabgesetzt ist, dass aber andererseits erst bei einer bedeutenden Intensität der Lichtreizung die Zapfen die zugehörige spezifische Empfindung von Rot vermitteln können. Einen Anhaltspunkt dafür, zu entscheiden, ob die Ursache hierzu in den retinalen Endorganen, in den Neuronen der Sehbahn oder in den Ganglienzellen der Sehrinde liegt, liefern die ausgeführten Messungen nicht.

Die dritte Eigentümlichkeit, die bei dem protanomalen Sehorgan beobachtet worden ist und wohl eng mit der eben beschriebenen zusammenhängt, ist die, dass für dasselbe eine farblose Zone im sichtbaren Spektrum ausserhalb des Rots besteht.

Dieser Umstand trat besonders deutlich hervor, als die langwellige Grenze des protanomalen Auges für die Perzeption von Rot im Liminospektroskop bestimmt werden sollte. Hierbei wurde (vgl. S. 66) in den zutreffenden Teilen auf ganz dieselbe Weise verfahren wie bei der entsprechenden Prüfung des Sehorgans des Verf.'s, wie sie (S. 19) ausführlich beschrieben worden ist.

Wenn man für das protanomale Auge von einem unzweifelhaft roten Licht ausgehend immer langwelligere Lichter in das Blendenfeld einführte, so zeigte es sich, dass die Empfindung bei einer bestimmten Grenze ihre Eigenschaft, rot zu sein, verlor, aber als farblos bis in die Nähe der Wellenlänge bestehen blieb, bei welcher mein eigenes Auge aufhörte, Rot zu unterscheiden.

Die langwelligste Einstellung, bei welcher Rot sicher von Cand. Jacobowskys Auge unterschieden wurde, lag in makularem Sehen (3°) beim Skalenteil 6053 und in fovealem Sehen ($45'$) beim Skalenteil 6033.

Berechnet man nach der oben (S. 14) angegebenen Formel die den ebenerwähnten Skalenteilen entsprechenden mittleren Wellenlängen der Lichter, so erhält man 780,7 bzw. 773,5 $\mu\mu$. Berücksichtigt man nun ferner, dass die Anwendung der Formel zur Berechnung der mittleren Wellenlänge in diesem Teil des Spektrums zu einem Resultat führt, das auf 1 $\mu\mu$ unsicher ist (vgl. S. 15), und dass ferner die Unreinheit ($d\lambda$) des Lichts in dem fraglichen Spektralgebiet = 16,4 $\mu\mu$ befunden worden ist (vgl. S. 17), so zeigt das Experiment, dass das protanomale Auge im Linienspektroskop noch eine Empfindung von Rot von der Wellenlänge 772 $\mu\mu$ in makularem und von der Wellenlänge 764 $\mu\mu$ in fovealem Sehen erhalten hat. Aber auch bei Prüfung mit höheren Wellenlängen kann das Spektrum von dem untersuchten Protanomalen, obwohl ungefärbt, ein gutes Stück oberhalb 800 $\mu\mu$ wahrgenommen werden.

Es braucht wohl kaum hinzugefügt zu werden, dass die letzterwähnte Prüfung, bei welcher das oben beschriebene Woodfilter angewandt wurde, unter Beobachtung aller Vorsichtsmassregeln gegen das Auftreten falschen Lichts und bei vollständiger Abwesenheit anderer Lichtquellen als des glühenden Nernststäbchens im Lampengehäuse stattfand. Der grösseren Sicherheit halber wurde der geräuschlos arbeitende Verschluss benutzt, um das Licht abwechselnd in das Blendenfeld einzulassen und davon abzusperren, wobei der Reagent sich über dessen Wahrnehmbarkeit äussern musste. Durch dieses Verfahren wurde jeder Gedanke daran, dass die Lichtempfindung möglicherweise auf Suggestion beruhen könnte, ausgeschlossen.

Bisher veröffentlichte Untersuchungen¹ über das Verhalten protanomaler Farbensysteme dem Spektrum gegenüber sind, soweit mir bekannt ist, im zentralen Sehen ausschliesslich nach der Methode der Farbmischungen ausgeführt worden. Hierin dürfte die Erklärung dafür liegen, dass das Vorkommen eines grossen farblosen Intervalls in der roten Spektralzone sowie einer farblosen langwelligigen Endstrecke des Spektrums bei dem protanomalen Sehorgan nicht früher entdeckt worden ist.

Im Laufe unserer Arbeiten in dem roten Spektralgebiet haben ich und meine Assistenten wiederholt Gelegenheit gehabt, eine eigentümliche Erscheinung zu beobachten, die, soweit ich habe finden können, zuerst gelegentlich von F. D. SHERMAN² bemerkt und dann ausführlicher von C. MALTÉZOS³ beschrieben worden ist. SHERMAN erwähnt, dass er bei äusserster Abschwächung eines roten Lichtes — der Angabe nach 676—714 $\mu\mu$ — bei einem Gesichtsfeld von 2° »ein intermittierendes Auftauchen und Verschwinden« der Lichtempfindung beobachtete. MALTÉZOS beschreibt die

¹ Vgl. MAX LEVY: Über einen zweiten Typus des anomalen trichromatischen Farbensystems. Dissert., Freiburg 1903. — K. KOFFKA: Untersuchungen an einem protanomalen System. Zeitschr. f. Sinnesphysiol., Bd. 43, S. 123—145 (1909).

² F. D. SHERMAN: Über das Purkinje'sche Phänomen im Centrum der Netzhaut. Wundts Philosophische Studien, Bd. 13, S. 444 u. 440 (1898).

³ C. MALTÉZOS: Sur une espèce d'oscillation de la perception chromatique. Compt. rend. de l'acad. des sciences, Paris, tome 137, p. 43 (1903).

Erscheinung folgendermassen: »J'ai d'abord examiné dans le spectroscopie un faible spectre de bandes; je tournais la lunette de façon à observer une bande rouge seule. Celle-ci, si son intensité est assez faible, oscille et s'efface complètement après avoir subi une faible diffusion par le contour; puis la perception de la couleur revient, la lumière s'efface de nouveau et ainsi de suite, sans que cette bande paraisse incolore.»

Zu MALTÉZOS' Beschreibung kann ich hinzufügen, dass ich die Erscheinung nur beobachtet habe, wenn das Licht den Intensitätsgrad hatte, dass es an oder in unmittelbarer Nähe der Empfindungsgrenze lag, dass mir ferner die Erscheinung am deutlichsten bei den langwelligsten Lichtern (740—820 $\mu\mu$) hervortreten schien, und dass sie sowohl bei makularem als bei fovealem Sehen beobachtet wurde. Durch Taktieren habe ich die Zeitdauer des empfindungslosen Intervalls zu bestimmen versucht und wenigstens bei einer Gelegenheit es sicher auf 3—4 Sekunden feststellen können. Allerdings habe ich auch längere Intervalle beobachtet. Ein günstiger Umstand für die Messungen ist es gewesen, dass die Erscheinung im grossen und ganzen selten im Laufe der kurzen Zeit hat hervortreten können, die zu einer Schweleneinstellung erforderlich ist.

Eine Entsprechung scheint das Phänomen bei dem protanomalen Sehorgan teils darin zu haben, dass an der Rotschwelle die Empfindung bisweilen zwischen Rot und Farblos oszilliert, teils in dem Umstande, den ich wiederholt von dem protanomalen Reagenten habe betonen hören, dass in der farblosen Endstrecke seines sichtbaren Spektrums die Lichtempfindung nur mit Schwierigkeit kontinuierlich festgehalten werden kann und oft Oszillationen mit empfindungslosen Intervallen aufweist.

Die Erklärung des MALTÉZOS'schen Phänomens ist äusserst unsicher. Zunächst richtete ich meine Aufmerksamkeit auf die von HJ. ÖHRVALL¹ beschriebenen Elementarfixationen, die das Auge beim Fixieren eines Gegenstandes ausführt. Gegen eine Erklärung der Diskontinuität der Empfindung durch die Gegenwart von Blickbewegungen sprach aber teils die in günstigen Fällen zu beobachtende verhältnismässig regelmässige Periodik im Auftauchen und Verschwinden der Empfindung, teils der sehr weiche Übergang zwischen diesen beiden Phasen, teils endlich das Vorkommen des Phänomens auch bei so grossem Gesichtsfeld wie 3°. Ich bin daher geneigt, das Phänomen zentralen Ursachen zuzuschreiben, möglicherweise solchen, die mit wechselnder Sauerstoffzufuhr zur Hirnrinde zusammenhängen.

Die Herren NILS TOLAGEN, BERNHARD JACOBOWSKY und HUGO AVALDER, die als Mitarbeiter bei der Ausführung dieser Untersuchung alle in interessierter und für die erreichten Resultate bedeutsamer Weise mitgewirkt haben, bitte ich schliesslich meinen aufrichtigen Dank für geleisteten Beistand entgegenzunehmen.

¹ HJ. ÖHRVALL: Ögats rörelser under fixering. Upsala Läkareför. Förhandl., N. F., Bd. 17, S. 193—214 (1912). Vgl. auch: E. MARX u. W. TRENDELENBURG: Über die Genauigkeit der Einstellung des Auges beim Fixieren. Zeitschr. f. Sinnesphys., Bd. 45, S. 87—102 (1911).

Zusammenfassung der Hauptergebnisse.

1. In dem für die Messungen neukonstruierten Spezialinstrument, dem Liminospektroskop, wird in dem Spektrum des Nernstlichtes von dem völlig dunkeladaptierten, normal trichromatischen Sehorgan des Verfassers bei einem Gesichtsfeld von 3° noch Licht von der Wellenlänge $834 \mu\mu$ und bei einem Gesichtsfeld von $45'$ noch Licht von der Wellenlänge $822 \mu\mu$ als Rot aufgefasst.

2. Die Abhängigkeit der Energieschwelle (E) für die Empfindung Rot von der Wellenlänge (λ) des Lichtes lässt sich bei makularem Gesichtsfeld (3°) und totaler Dunkeladaptation in der Spektralzone 680 — $820 \mu\mu$ für das normal trichromatische Sehorgan durch die Formel $E = e^{(A\lambda - B)}$ ausdrücken. In dieser Formel sind A und B Konstanten, deren Grösse von Auge zu Auge etwas, wenn auch nur wenig, variiert.

Bei fovealem Gesichtsfelde scheint in der Gleichung, welche von 680 bis $820 \mu\mu$ den Zusammenhang zwischen der Energieschwelle der Rotempfindung und der Wellenlänge des Lichtes wiedergibt, der Exponent von etwas komplizierterer Form zu sein.

3. In dem für circa 50 Lux adaptierten Auge lag die Energieschwelle für die Empfindung Rot bei fovealem Gesichtsfeld ($45'$) 4 bis 5 mal so hoch und bei makularem Gesichtsfeld (3°) je nach der Wellenlänge des Lichtes 9 bis etwa 50 mal so hoch wie im völlig dunkeladaptierten Auge.

4. Nach der Ansicht des Verfassers nötigen mehrere im Verlaufe der Messungen gemachte Beobachtungen zu der Annahme, dass die Energieschwelle für die Empfindung Rot, wenigstens in der Macula, erhöht wird, sobald in dem reagierenden Netzhautbezirk nicht nur Zapfen, sondern auch Stäbchen gleichzeitig gereizt sind oder gereizt werden.

5. Durch Adaptation für Himmelslicht zur Zeit des Sommersolstitiums während 3 Minuten erlitt die Energieschwelle für die Empfindung Rot in den peripheren Teilen der Macula je nach der Wellenlänge des Lichtes eine 150 - bis 500 -fache Erhöhung.

6. In dem total dunkeladaptierten normal trichromatischen Auge schneiden sich an einem bei verschiedenen Augen nicht ganz übereinstimmenden Spektralorte in der Nähe von $660 \mu\mu$ die Schwellenkurve der Stäbchen und die Schwellenkurve der Zapfen. Bei Lichtern von kürzerer Wellenlänge, als sie dieser Schneidungsstelle entspricht, liegt die Energieschwelle der Stäbchen unterhalb derjenigen der Zapfen. Bei Lichtern von grösserer Wellenlänge liegt die Energieschwelle der Stäbchen höher oder wenigstens ebenso hoch wie diejenige der Zapfen.

7. Im fovealen Sehen existiert in der Spektralzone 620 — $820 \mu\mu$ für das Auge des Verfassers weder im Zustande totaler Dunkeladaptation noch bei Adaptation für circa 50 Lux ein photochromatisches Intervall. Bei Adaptation für Himmelslicht von mehr als 1000 Lux wurde jedoch ein photochromatisches Intervall sogar in der Fovea beobachtet. Über die Umstände, unter denen ein solches in dem makularen Sehen auftritt, wird des näheren auf S. 80 — 81 berichtet.

8. Zuweilen, bei makularem wie auch bei fovealem Gesichtsfeld, kommt es vor, dass die eben merkliche Rotempfindung einen oszillierenden Charakter annimmt.

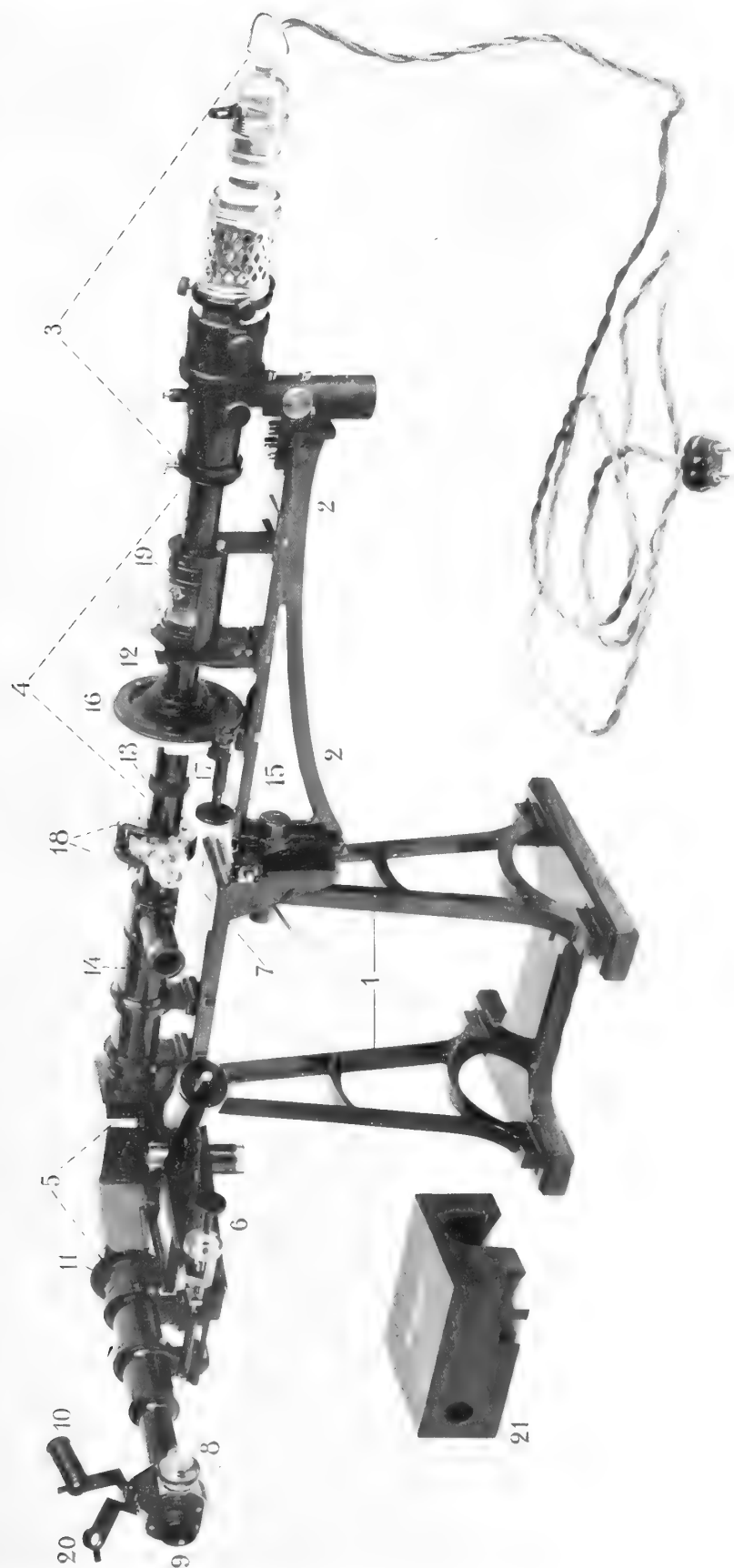
9. An einem protanomalen Sehorgan im Zustande der Dunkeladaptation wurden durch Schwellenbestimmungen in der roten Spektralzone charakteristische Abweichungen von den normalen Verhältnissen in dreifacher Hinsicht festgestellt.

1) Die Energieschwelle für die Empfindung Rot liegt bei dem untersuchten Protanomalen in dem Bereich 680—760 $\mu\mu$ durchschnittlich 28 mal so hoch wie bei einem normalen Trichromaten. 2) Für das untersuchte protanomale Auge gibt es von der kurzwelligen bis zur langwelligen Perzeptionsgrenze für Rot, im fovealen ebenso wie im makularen Sehen, ein sehr umfangreiches photochromatisches Intervall. In der Zone 640—760 $\mu\mu$ liegt die Farbenenergieschwelle durchschnittlich 16 mal so hoch wie die Lichtenergieschwelle. 3) Es gibt für den Protanomalen eine farblose langwellige Endstrecke des sichtbaren Spektrums. Bei fovealem Gesichtsfelde (45') fängt diese farblose Zone im Liminospektroskop bei cirka 764 $\mu\mu$ an und erstreckt sich bis über 800 $\mu\mu$ hinauf.

Durch die am protanomalen Sehorgan gewonnenen Resultate dürfte dargetan sein, dass sich die vom Verfasser ausgebildete Methode zur Bestimmung der Farbenenergieschwellen auch auf die Analyse der von der Norm abweichenden Farbensinne mit Erfolg anwenden lässt.



Tryckt den 31 maj 1917.



KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 58. N:o 2.

MAMMALS COLLECTED IN CENTRAL AFRICA BY CAPTAIN E. ARRHENIUS

BY

EINAR LÖNNBERG.

WITH 12 PLATES AND 11 FIGURES IN THE TEXT

READ APRIL 25TH 1917



STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1917

During a long sojourn in the easternmost parts of Belgian Congo Captain ELIAS ARRHENIUS has collected the extremely valuable material of mammals on which this memoir is based, and at his return home he most generously presented the same to the R. Swedish Natural History Museum. For this magnificent gift I beg to publicly express my great gratitude on behalf of the Museum.

The localities at which Captain ARRHENIUS has collected this material are the following:

Rutshuru: the station itself is situated a little to the east (perhaps about 12 km. to judge from a map) of Rutshuru River, about half way between Lake Albert Edward and Lake Kivu. There are partly open plains, but also forests on mountains. Such a mountain forest, in which Chimpanzees were collected, is situated about 5 hours march from Rutshuru station. Another forest is mentioned in the diary with the following words: »la Shasha-rivière — petit forêt». *Colobus occidentalis* was found there. Another forest, in which Duikers, Baboons and Leopards were obtained, is mentioned as »montagne et forêt Kabwe».

Kasindi near the northern end of Lake Albert Edward.

Beni: the station is situated about 60 km. north of the shore of Lake Albert Edward and surrounded by the great forest. Very many forest animals of different kinds were collected here, some of them at a distance of a couple of days march to the west of Beni.

The volcano Mikeno among the Virunga mountains about 30 km. north east from Kissenji which is situated at the northeastern shore of Lake Kivu. In the bamboo-forest of Mikeno Gorillas were collected.

Masisi: a station situated not far from Lake Kivu. At this place many forest-animals as Monkeys, Squirrels, Duikers etc. were collected.

All these localities are situated in the Central African Lake District, or on the frontier to the great West African Forest-region. In consequence of this it must be expected from a zoogeographical point of view that the greatest number of the mammals from these localities ought to belong to the West African fauna, or at least to be so to say of western type and have their nearest relatives in West-Africa. This is also the case. There are, however, as can be seen from the list below, also certain mammals representing species which are pretty evenly distributed over the greater part of the African continent, even if they have developed a greater or less number of subspecies. The presence of such mammals in a district does not give the fauna any certain zoogeographical stamp in the

same degree as some others. If they are represented by endemic subspecies they indicate, however, that the fauna has in consequence of certain natural conditions developed independently from that of neighbouring districts. The Central African Lake district has proved with regard to its bird life to form to some extent a zoogeographical province, although it has much in common with other parts of Africa. Although the present collection is not so complete that it can be regarded as fully representative — the small mammals are to great extent lacking — it gives, however, much good information about the composed nature of the mammalian fauna of these parts of Africa and also about the presence of many endemic forms, which partly have been described before, partly now are introduced into the scientific literature. These facts indicate that the district in question also with regard to its mammals, as well as with regard to its birds, forms a zoogeographical province.

The mammals of the present collection which show more affinities with the fauna of the great East-South-African subregion have mostly been collected at Rutshuru which, of course, depends upon the fact that the natural conditions there exhibit some likeness to those of East Africa with partly open plains and less thick forests. The Tumbili-monkey (*Cercopithecus pygerythrus centralis*) and the Baboon (*Papio tessellatus*) are good examples of such East African types, although as subspecies both appear to be endemic in the Lake district.

Characteristic animals for a more or less open country are also Lion, Serval, Cat (*Felis ocreata*), Jackal (*Canis adustus*), Warthog, Cape Buffalo (*B. caffer radcliffei*), Korrigum (*D. korrigum ugandæ*), Bushduiker (*Sylvicapra grimmia lutea*) etc. which also partly have developed endemic races in this district.

A direct affinity with the South African fauna is presented by *Pœcilogale albinocha doggetti*, but even in this case an endemic subspecies is met with.

The forest animals are mostly of western type, although some genera like *Colobus* and *Cercocebus* extend right across the tropical parts of the continent from west to east.

Many of these western animals are at, or near their eastern frontier in this district as for instance the Gorilla, the Chimpanzee, several forest Duikers etc.

A *Perodictius* has also been found some years ago on Mt. Elgon, but otherwise the new species of this genus described below appears to be the most eastern representative of this genus.

The find of an *Idiurus* in the Kivu district is also very remarkable as this genus formerly was known from Cameroon. This eastern *Idiurus* is not, however, quite identical with the formerly described species. In this respect analogies are also found among other forest animals f. i. among the Duikers which often to some degree differ from their westernmost relatives. It is also interesting to find that sometimes it is difficult or impossible to see any difference between mammals from the forests at Beni and Rutshuru and even at Masisi, but in other cases there has been developed separate races at one or both of the latter localities.

List of mammals collected by Captain E. Arrhenius.

<i>Gorilla beringei mikenensis</i> n. subsp.	Mikeno
<i>Anthropopithecus</i> cf. <i>cottoni</i> MATSCHIE	Rutshuru
<i>Colobus occidentalis</i> ROCHEBRUNE	Rutshuru, Beni
» <i>elliotti</i> DOLLMAN	Beni
<i>Cercopithecus schmidti enkamer</i> MATSCHIE	Beni, Rutshuru & Masisi
» <i>pygerythrus centralis</i> NEUMANN	Rutshuru
» <i>leucampyx schubotzi</i> MATSCHIE	Beni, Rutshuru
» <i>kandti</i> MATSCHIE	Kisenji
<i>Cercocebus albigena ituricus</i> MATSCHIE	Beni, Rutshuru
<i>Papio tessellatus</i> ELLIOT	Rutshuru
<i>Perodictius arrhenii</i> n. sp.	Masisi
<i>Hemigalago demidoffi medius</i> THOMAS	»
<i>Rousettus leachi</i> A. SMITH	»
<i>Hypsignathus monstrosus</i> H. ALLEN	?
<i>Micropterus pusillus</i> PETERS	?
<i>Potamogale velox argens</i> THOMAS	Masisi
<i>Felis leo bleyenberghi</i> LÖNNBERG	Kabare, Rutshuru, Beni
» <i>pardus centralis</i> n. subsp.	Rutshuru (& Kabare)
» <i>ocreata</i> GMELIN	Rutshuru
» <i>serval</i> ERXLEBEN	»
<i>Civettictis civetta</i> SCHREBER	Masisi
<i>Genetta servalina intensa</i> n. subsp.	Masisi & Beni
» <i>stuhmanni</i> MATSCHIE	Masisi, Rutshuru
<i>Nandinia binotata</i> GRAY	Masisi
<i>Mungos ichneumon centralis</i> n. subsp.	Beni
» <i>paludinosus</i> cf. <i>rubescens</i> HOLLISTER	Rutshuru
<i>Crossarchus zebroides</i> LÖNNBERG	Kasindi
<i>Poecilogale albinucha doggetti</i> THOMAS & SCHWANN	Rutshuru
<i>Canis adustus</i> SUNDEVALL	?
<i>Anomalurus jacksoni fortior</i> n. subsp.	Masisi, Beni
» <i>pusillus</i> THOMAS	Masisi
<i>Idiurus zenkeri kivuensis</i> n. subsp.	»
<i>Aethosciurus ruwenzorii vulcanicus</i> THOMAS	»
<i>Heliosciurus rufobrachiatus semlikii</i> THOMAS	Beni
» » <i>arrhenii</i> n. subsp.	Masisi
» » <i>pascha</i> SCHWANN	Rutshuru
<i>Protoxerus stangeri centricola</i> THOMAS	Beni, Masisi
<i>Paraxerus böhmi emini</i> MATSCHIE	Beni
» <i>alexandri</i> THOMAS & WROUGHTON	»
<i>Funisciurus carruthersi</i> THOMAS & WROUGHTON	Masisi
» <i>akka</i> DE WINTON	»

<i>Graphiurus soleatus</i> THOMAS & WROUGHTON	Masisi
<i>Oenomys bachante unyori</i> THOMAS	»
<i>Cricetomys gambianus emini</i> WROUGHTON	»
» » <i>kivuensis</i> n. subsp.	»
» » <i>proparator</i> WROUGHTON	Beni
» sp.	Masisi
» <i>microtis</i> n. sp.	»
<i>Thryonomys rutshuricus</i> n. sp.	Rutshuru
<i>Dendrohyrax dorsalis</i> FRASER	Beni
<i>Elephas africanus cottoni</i> LYDEKKER	Rutshuru
<i>Buffelus caffer radcliffei</i> THOMAS	»
<i>Damaliscus korrigum ugandæ</i> BLAINE	»
<i>Cephalophus weynsi</i> THOMAS	Beni
» » <i>rutshuricus</i> n. sp.	Rutshuru
» ? <i>johnstoni</i> THOMAS	Beni
» <i>claudi mixtus</i> n. subsp.	»
» <i>leucogaster</i> GRAY	»
» <i>castaneus arrhenii</i> n. subsp.	»
» <i>melanorheus æquatorialis</i> MATSCHIE	»
<i>Sylvicapra grimmia lutea</i> DOLLMAN	»
<i>Hylarnus harrisoni</i> THOMAS	Beni, Masisi
<i>Kobus defassa</i> forma <i>dianæ</i> MATSCHIE	Rutshuru
<i>Adenota kob thomasi</i> SCLATER	»
<i>Redunca arrundinum</i> BODDAERT	?
» <i>redunca wardi</i> THOMAS	Rutshuru
<i>Tragelaphus dianæ</i> forma <i>sassæ</i> MATSCHIE	»
<i>Okapia johnstoni</i> SCLATER	Beni
<i>Phacochærus africanus centralis</i> n. subsp.	Lake Albert Edward
<i>Potamochoerus intermedius arrhenii</i> n. subsp.	
<i>Manis tetradactyla</i> LIN.	Beni
» <i>tricuspis</i> RAFINESQUE	?

The collection contains as this list shows more than 70 different kinds of mammals. Out of this number not less than 16 appear to differ so much from their nearest relatives known from other localities that I have been obliged to distinguish them with new names. This is a further proof of the well known fact that the mammalian fauna of Africa is extremely rich, and that it has developed a remarkably great number of local, or geographical races. Although thus the mammals of a certain genus inhabiting a certain locality often very plainly differ from the corresponding ones of another locality, they do not, however, as a rule differ much inter se, nor vary very much at one and the same locality. Capt. ARRHENIUS has, however, by this very valuable collection in several instances brought to light a remarkably great individual variation among certain mammals, which is the better apparent, because he has been fortunate enough to obtain good series of

specimens, without which it would have been impossible to form any definite opinion in such a difficult matter. In some instances a similar variation has been reported upon before. For instance, LORENZ VON LIBURNAU has written about the colour variation among the red *Colobus*-monkeys which he has named *C. variabilis*, and which variation also is to be seen in this collection. It is also well known to every mammologist, who has worked with African mammals, that among certain kinds of mammals the colour, and to some extent even the pattern, may be subjected to a considerable variation, as for instance is the case among Genets and Bushbucks. But this is not a very common occurrence, and in most cases the skulls offer very good and fairly constant characteristics. In the following memoir I have been able to prove that the variation of the cranial dimensions and other characteristics among some mammals from the Central African Lake district is extraordinarily great. Such facts as are described below concerning the Chimpanzees, some of the Guenons, the Giant Rats (*Cricetomys*) etc. offer undoubtedly a valuable contribution to the knowledge about the individual variation among the mammals. It is among other things of interest to find that the cranial characteristics of some *Primates* are so very variable.

Of some of the species represented in the collection there are specimens of different age and sex so that a fairly good general view of the ratio of growth and development with increasing age can be obtained, and this is recorded by means of tables of measurements and descriptive notes. To a certain extent it is also illustrated by the accompanying plates.

The capacity of the brain cavity has also been measured, especially for the *Primates*, but also for some of the other species. Now and then morphological notes have been added. It would have been fortunate, if this part of the work could have been further extended, but as the author has been very heavily pressed with much labour of different kinds it has been connected with many difficulties to find time to get it ready even to its present form.

***Gorilla beringei mikenensis* n. subsp.**

N:o 164, 1 old male 14th of May 1914 in the bamboo-forest on the volcano Mikeno, Virunga mountains (Pl. I, fig. 1).

N:o 165, 1 semiadult male, last molar not quite fully developed, occipital and sagittal crests not developed, the same locality and date.

N:o 166, 1 young male with milk-dentition and the first molar, the same locality and date.

N:o 167, 1 adult female, the same locality and date.

N:o 168, 1 young female with milk-dentition and first molar, the same locality and date.

N:o 39, 1 young female, second molar just cutting the gum, in the bamboo-forest at the foot of the volcano Mikeno, 27th of Dec. 1913 (Pl. I, fig. 2).

N:o 40, 1 young male, second molar developed, the same locality and date as n:o 39 (Pl. I, fig. 2).

The naked parts of all are black. The scattered hairs of the upper lip of the old male are black. The hairs on the crown are black, but partly with subbasal paler rings,

or basal parts which give a brownish appearance, somewhat like burnt umber, when the fur is parted. On the sides of the face there are about $8\frac{1}{2}$ cm. long black whiskers, the hairs of which are basally greyish. These whiskers are directed downwards and forwards. The dense beard on the chin is about $5\frac{1}{2}$ cm., black but with a brownish tint to the basal parts of the hairs. The lower neck is sparingly haired and the chest to great extent naked. The arms are black with very long hairs, about 15—16 cm. near the shoulder, about 14 cm. at the elbow, about 9 cm. on the back of the carpus then gradually diminishing in length but still very thick to the base of the fingers. The upper back is black, but much grizzled by means of whitish tips and rings to the hair. Across the middle of the back a broad belt of silky greyish white on which area the hair is short, rather thin and adpressed. On the lower back the hair is somewhat longer again, but not more than about 4 cm., black and grizzled with white tips. On the hams the fur is longer, about $8\frac{1}{2}$ cm., shaggier, black, grizzled with whitish tips, which latter appear to be more numerous along the anterior part of the outer side of the tigh so that a light band is formed there. The lower part of the leg is much less grizzled. The belly is black.

The semiadult male (n:o 165) with the last molar not yet fully developed is entirely black, without any grizzling and without the slightest trace of greyish white belt across the back. This belt is thus a token of full maturity. The hair of the middle of the back is about $5\frac{1}{2}$ cm., further down a little longer, at the elbow about 14 cm.

The adult female is black with a slight brownish tint on the sides and lower back in some shades of light. On the upper neck some hairs have paler rings without that this influences the general colour. Around the ischiadic region and on the hams the fur looks at closer inspection finely ticked with greyish brown, but this is produced by the broken and partly split ends of the hairs, a result of wearing. There are no regular or distinct ischiadic callosities, but in the place of such there is a bare patch on either side, and the skin of these is, in counteraction to the rubbing and wearing, thickened and the horny layer has a tendency of peeling of in flakes. It may be said to be ischiadic callosities in being. In the old male there is no trace of such a bare place, but in the semiadult male the hair is worn off on two symmetrically situated small spots in the ischiadic region corresponding to these patches in the female. The young male and female (n:o 40 & 39) are also quite black, but as in the adult female the ischiadic region is finely ticked with brownish by means of broken and split hairs. It is of interest to note that the male has no worn ischiadic patch, but in the female there is a pair of such ones which are very conspicuous, although not quite bare.

The quite young animals (n:o 166 & 168) with milk-dentition and the first molar developed are also black, but tending to »reddish black» (DAUTHÉNAVY: Rep. de Coul. n:o 344, 1), or even »warm sepia» (l. c. n:o 305, 1) on the belly. Of very great interest is the fact that both these infant Gorillas are provided with a small patch of white hair around the anal opening, just like young Chimpanzees. This feature is thus of phylogenetic importance.

The length of the skin of the old male measures from the upper lip to the vent 132 cm.; the corresponding measurement for the adult female is 104 cm. The distance between the finger-tips of the old male when the skin is spread out is 237 cm.

The Mikeno Gorilla is thus somewhat smaller than *Gorilla graueri* MATSCHIE in which the length of the skin of the old male type measured as above is 142 cm.¹

	N:o 164 ♂ old	N:o 165 ♂ semiad.	N:o 167 ♀ ad.	N:o 40 ♂ juv.	N:o 39 ♀ juv.	N:o 168 ♀ pull.	N:o 166 ♂ pull.
Greatest length of skull	310,5mm. ²	260,4 mm	—	223 mm.	219,5 mm.	186 mm.	181,5 mm
Occipitonasal length	235,3 »	198,8 »	—	183 »	176 »	154 »	154 »
Occipital crest to front of superciliary ridge . .	187,5 »	174,3 »	165,5 mm.	156 »	156,5 »	139,5 »	139,4
Basal length	231 »	193 »	—	154 »	141,7 »	119 »	118,5
Condylbasal length	255 »	212 »	—	172 »	161,6 »	135 »	137 »
Zygomatic breadth	184,5 »	168,5 »	147,3 »	132,3 »	131,4 »	105 »	103,5 »
Least postorbital width	65 »	77,4 »	66,2 »	66,2 »	68,7 »	68,8 »	72
Breadth of brain case	110,5 »	119 »	107 »	102 »	106,7 »	105 »	105,3 »
Breadth of planum nuchale	165 »	148 »	134,5 »	118 »	121 »	—	—
Height of planum nuchale from <i>foramen magnum</i>	102,5 »	69 »	61 »	61,3 »	52 »	47,7 »	42,5
Breadth across middle of orbits	144 »	133 »	114 »	103,5 »	101,5 »	86 »	85,5
Inner height of orbit	40 »	36 »	38,8 »	37,2 »	35,5 »	36,2 »	32,3 »
» breadth of orbit	40,5 »	37,2 »	35,8 »	33,6 »	33,2 »	34,3 »	31,8
Least interorbital width	31,9 »	25,3 »	23,5 »	16,7 »	15,5 »	7,3 »	11,6 »
Median length of nasals	(70?) »	(25,4 »)	—	55 »	51,8 »	40 »	35,5 »
Breadth across alveoles of canines	79 »	72,5 »	—	55 »	54,3 »	44,4 »	48,5
Length of palate mesially	137 »	116,5 »	—	93 »	82,3 »	66,5 »	70 »
Distance from palatal arch to <i>foramen magnum</i> .	96 »	81,5 »	76,5 »	58,4 »	58,8 »	50 »	47 »
» » » » <i>occiput</i>	194 »	160 »	152 »	136,5 »	135 »	118 »	112
Breadth across <i>p</i> ¹	73,8 »	75,2 »	—	55 »	53,7 »	48,8 »	49,8 »
» inside <i>p</i> ¹	44,4 »	42,9 »	—	33,5 »	31 »	27 »	27
» » <i>m</i> ⁸	38,3 »	31,5 »	—	—	—	—	—
Length of upper molar series	72,5 »	71,6 »	67 »	—	—	—	—
» » <i>m</i> ¹	15 »	15 »	15 »	16 »	15,7 »	16,2 »	16 »
Breadth of <i>m</i> ¹	17 »	16 »	15,5 »	17 »	16,9 »	17,3 »	16,7
Length of <i>m</i> ²	17,2 »	17,8 »	15,5 »	17,7 »	—	—	—
Breadth of <i>m</i> ²	18,1 »	17,2 »	16,2 »	17,3 »	—	—	—
Length of <i>m</i> ³	17,2 »	17,5 »	15 »	—	—	—	—
Breadth of <i>m</i> ³	17,8 »	16,6 »	15,5 »	—	—	—	—
Length of lower molar series	83,3 »	79,9 »	75 »	—	—	—	—
Combined alveolar breadth of upper permanent incisors	45 »	42 »	—	—	—	—	—
Thickness of <i>arcus superciliaris</i> above middle of the orbit	17,3 l, 19,7 r.,	9,7 »	9,7 »	9,2 »	9,4 »	—	—
Length of condyli occipitales	23,2 »	—	18,5 »	—	—	—	—

The measurement in the above table give many interesting hints about the ratio of growth of the Gorilla skulls. A comparison between the skulls n:o 164 (Pl. II, figs 1 & 2, Pl. III, fig. 1) and n:o 156 (Pl. III, fig. 2, Pl. IV, fig. 1) reveal analogous facts as the skins of the same specimens viz. that the characters of maturity are late in their appearance,

¹ Sitz.ber. Ges. Naturf. Freunde Berlin, 1914, p. 324.

² Or, if the incisors are included, 318 mm.

but probably, when the time comes, develop rather suddenly. As pointed out above the skin of the semiadult male n:o 165 shows no sign of the particular colour of the adult male, although the animal is so old that the third molars of the lower jaw are fully developed, and in the upper jaw m^3 is up on the right side, but cutting the gum on the left. In a similar way the skull n:o 165 lacks many features of the adult. The eyebrow ridges (Pl. IV, fig. 1) are not thicker than those of the adult female, and the orbital walls generally are much less thick than in the old male. The crests, which are so very characteristic for the skull of the adult male Gorilla, are entirely lacking in the semiadult (Pl. III, fig. 2). The development of the musculature of the jaws has not reached further than that a broad median space on top of the skull is left free (Pl. IV, fig. 1). At *sutura coronalis* (which still is open) for instance the distance between the lines of insertion for *musculi temporales* is 23,5 mm. broad. The absence of the crests causes that the *planum nuchale* has not yet received its definite shape and size. *Laminae pterygoideae* are not yet developed as in the adult which also stands in correspondence with the juvenile stage of the musculature. For the same reason the breadth of *ramus adscendens* of the lower jaw is only 64 mm. against 80 mm. in the old male, and *ramus horizontalis* below m_1 is only 34 mm. in the former, against 43,5 mm. in the latter, and so on. Other differences in the dimensions are expressed in the table of measurements.

The brain-case of these Gorillas appears to attain its definite size, or at least its width at a comparatively early period as this measurement is almost as great in the young animals as in the old, especially if it is taken into account that the walls are thickened with age. The anterior portion of the skull grows more than the posterior, and the postorbital constriction becomes more pronounced with age, which stands in connection with the much increasing musculature of the jaws which needs more and more space. During this development the frontal grows forward. In the youngest male skull (n:o 166, Pl. IV, figs 2 & 3) the distance between *sutura coronalis* and the front of the eyebrow-ridge measures in the median line 67,5 mm., in the skull n:o 40 the same measurement is 75,5 mm., and in the semiadult (n:o 165) 88 mm. The above mentioned increase of the postorbital constriction with age in connection with the growth of the musculature of the jaws is quite analogous to the corresponding proceedings in the development of the skulls of f. i. baboons and carnivorous animals. The very long and narrow palate of these Gorillas, more than in other species, (Pl. II, fig. 2) also remind strongly about the same parts of Baboons, so that there might be spoken about a certain analogy in the development of the jaws of these animals. In a young Baboon¹ with milk-dentition the length of the palate is less than a third of the length of the skull, in a somewhat older animal with the first molar developed the length of the palate is contained $2\frac{3}{5}$ times in the length of the skull, and in the adult the same relation is $2\frac{2}{11}$ times. In the young Gorilla (n:o 166) with only first molar developed the length of the palate is contained about $2\frac{2}{5}$ times in the length of the skull, in the male with the second molar developed (n:o 40) about $2\frac{1}{5}$ times, and in the old one (n:o 164) not quite $2\frac{1}{5}$ times. These relations are thus pretty similar. If the length of the palate of these Gorillas is compared with the condylobasal length the former measurement is found to be 51 % of the

¹ *Papio tessellatus* cf. below.

latter in n:o 166, but amounts to 54% in n:o 40, and about the same, or 53,7% in the old male (n:o 164). The relation between these two dimensions is thus fairly constant, which means that there is about the same relative growth of the palate and the whole base of the skull.

Although the palate of these Gorillas with regard to length and narrowness — inside m^2 it is even narrower than in some Baboons — much reminds about the same organ of the Baboons, the Gorillas are by far not so prognathous or »dogfaced» as the Baboons. This depends upon the fact that in the latter the whole molar series is situated well in front of the anterior root of the zygoma, but in the Gorillas the posterior portion of the molar series with m^2 and m^3 , and in young animals even m^1 , is pushed back below and behind the root of the zygoma (Pl. III, fig. 1 & 2, Pl. IV fig. 2). By this and in consequence of the size of the molars and their roots the upper jaw and the palate become placed, not on a level with the base of the skull as in the Baboons, but at a considerably lower plane. A consequence of this is that *ramus adscendens* of the lower jaw must be much higher in the Gorillas to reach its place of articulation. In fact the vertical height of the lower jaw through the condyle is considerably longer than the length of the whole *ramus horizontalis* (Pl. III, fig. 1).

The interorbital space increases in thickness very considerably so that it is nearly three times as thick in the old male (Pl. II, fig. 1) as in the young male (n:o 166, Pl. IV, fig. 3) which has only the first molar developed. This increase is not, however, effected by enlargement of the nasals, but by the *processus nasales* of the maxillary. The nasals on the contrary are subjected to a relative diminution with age. In the youngest of the present specimens (Pl. IV, fig. 3) the nasals have at their anterior end, roughly speaking, the shape of a broad triangle which extends its base¹ along the upper margin of the nasal opening and at either corner meets the ends of the premaxillaries. The combined breadth of the nasals is here about 18 mm. This triangular portions tapers very quickly in the lower part of the interorbital region to a narrow shaft of a breadth hardly amounting to 2 mm. About the middle of the interorbital region the nasals are again enlarged to a rhomboidal piece without mesial suture and with a maximum breadth between the lateral angles of 6 mm. At the upper end this rhomboidal piece is again narrowed to a shaft, but this does not quite reach to the *arcus superciliaris*.

The condition of the nasals of the young female n:o 168 is similar.

In the specimens n:os 39 (♀) and 40 (♂) the general shape of the nasals is similar, only the size of the bones has increased, and the shaft-like process above the widened rhomboidal portion has been lengthened, so that it now extends through and reaches the upper frontal surface of *arcus superciliaris*. The mesial nasal suture is still partly open in the triangular lower portion and below the rhomboidal expansion. The greatest combined breadth of the nasals in the triangular portion is in n:o 40 about 26 mm., that of the shaft not quite 3 mm., that of the rhomboidal expansion 7,5 mm., and above the same 2,3 mm. The whole length from the mesial tip at the free margin to the posterior end is about 55 mm.

¹ This base is not a straight line, but has a projecting tip in the middle which, however, does not alter the general shape.

In the semiadult male n:o 165 the conditions (Pl. IV, fig. 1) have altered considerably. The triangular portion of the nasals is almost as before, but at either basal corner the nasals have pushed somewhat forward on top of the premaxillaries so that they more completely surround the upper end of the nasal opening. Their breadth there is nearly the same as in n:o 40 viz. 26,3, but about 24 mm. behind the free basal margin the nasals appear to end in a sharp point. The shaft-like process has thus dwindled away and is broken off. In the place where the rhomboidal expansion ought to have been and above the same to the eyebrow-ridge is a confusion of sutures. It is thus apparent that the posterior parts of the nasals have been encroached upon, partly by the interorbital parts of the maxillaries, and partly by the frontals so that they have been so to say partly broken up in small pieces, partly entirely suppressed.

The skull of the adult female has unfortunately been so badly damaged by the shot that almost the whole facial region has been torn away, but the interorbital region is left. There the part of the nasals which has been termed the shaft is well defined with sutures from the surrounding parts of the maxillaries which extend into the orbits, and this portion of the nasals form a prominent sharp ridge. At the narrowest place of this ridge the nasals measure only 4 mm. The portion which corresponds to the rhomboidal expansion in the young animals can still be discerned, and even above the same remains of the nasals can be followed to the eyebrow-ridge, although the sutures on the sides are irregular.

In the old male (Pl. II, fig. 1) there are no sutures to be seen in the nasal region. The extension of the nasals may thus only be conjectured. The anterior triangular portion is thickened and broadened and, although all sutures have disappeared, the combined anterior width may be estimated to about 40 mm. The triangular portion is continued backwards and upwards into a distinct nasal ridge, but this is broader (about 9,5 mm.) and more rounded off than in the female. In the place where the rhomboidal expansion of the nasals is found in the young, the nasal ridge merges into an irregular thickening of the bone which continues up to the eyebrow-ridge.

In the young Gorilla n:o 166 there is a small piece of bone 21 mm. long and 13 mm. broad intercalated between the supraoccipital and both parietals. In the young n:o 168 there is a similar piece of bone about 13×12 mm., but in this case at the anterior end of the parietal suture between the parietals and the already unified frontal. These are no doubt individual anomalies.

The dentition of the young male n:o 166 (Pl. IV, fig. 4) is as follows:

$$\frac{di^1, di^2, dc, dp^1, dp^2, m^1}{di_1, di_2, dc, dp_1, dp_2, m_1}$$

but inside the incisors and canines there are holes in the bone through which the permanent teeth are to come up. m^2 and m_2 are also partly formed and to be seen in their cavities in the bone. It is of interest to note the great length of the root of dc of the lower jaw, as it measures about 25 mm. in length and is open at the end.

The dentition of the young female n:o 168 is quite similar, but there is in the lower jaw also a hole in the bone inside of dp_1 .

In the young female n:o 39 i^1 are developed and in function. In the lower jaw i_1 have come up, but they are still obliquely crowded and may thus hardly have come into function. m^2 and i^2 are just cutting the gum. The same is the condition of the lower jaw, but the anterior end of m_2 has reached further than i_2 . The calcified germs of m_1 and m^3 are also to be seen in their resp. cavities through holes in the bone. There is also a hole in the bone inside dp_2 .

In the young male n:o 40 m^2 and m_2 are fully developed and in use. The same is also the case with regard to i^2 , but it appears to have been in function a somewhat longer time on the left, than on the right side. In the lower jaw i_2 is on the right side fully developed and functioning, but on the left it has not yet reached the level of the jaw bone. This stands evidently in connection with the narrowness of the jaw which has not space for the simultaneous development of both i_2 . In this jaw the interspace on the left side between i_1 and dc is not broader than between i_2 and dc on the right side, although di_2 on the left side has fully disappeared. There are rather large holes in the bone inside dc , dp_1 , and dp_2 in the lower jaw, but in the upper they are rather small except at the canines.

From these facts may be concluded that the canines probably come as number five of the permanent set, and that the permanent premolars in the lower jaw develop somewhat earlier than those of the upper.

In the semiadult male n:o 165 all teeth are in function except m^3 on the left side and the posterior part of its fellow. The third upper molars are thus the last of the whole set.

In the old male with worn teeth (Pl. II & Pl. III, fig. 1) the lower incisors and canines are more worn than the upper. The left upper canine has been broken off and the right lower, one is completely broken out and the jaw bone has healed so that the alveole has filled up. This mutilation has probably happened in some fight with a rival.

From the easternmost frontier of the geographical area of the Gorillas two different forms have been described, which both distinguish themselves from the western Gorillas by their great palatal length and their long black fur. These are *Gorilla beringei* MATSCHIE¹ from the volcano Kirunga ya Sabinyo north of Lake Kivu, German East-Africa, and *Gorilla graueri* MATSCHIE northwest from Boko at the western shore of Tanganyika.² As the first of these localities appears to be not so very far distant from the volcano Mikeno among the Virunga mountains, where the Gorillas of the present collection have been collected, it could almost be expected that they should belong to the species named *G. beringei*. Undoubtedly they are closely related to the same, but there are also important differences to be found, if for instance the dimensions of the old male skull of the collection are compared with the corresponding ones of the adult male *G. beringei*.

If this comparison had been confined to an examination of the present material and a comparison of its measurements with those recorded by ELLIOT in his »Review of the Primates» I would have been completely led astray. Fortunately I knew, however, that this work has to be handled with care, and that it is best not to rely too much on the

¹ Sitz.ber. Ges. Naturf. Freunde, Berlin 1903.

² Sitz.ber. Ges. Naturf. Freunde, Berlin 1914.

statements of the same. The author just quoted says (l. c. III, p. 222) concerning *Gorilla beringei*: »Skull: total length 320» (mm.). Everybody used to read zoological works would of course take this to mean that the distance from gnathion to occiput measured in a straight line is 320 mm. The dimension quoted appeared, however, compared with others to be rather great and thus to be suspected. I took therefore the liberty of writing to Professor MATSCHIE who very kindly gave the following very important information: »Der Typus von *beringei* ist allerdings 320 mm. lang, wenn man den Schädel von der Kaufläche der Incisivi mit dem Bandmasse über den Scheitel hinweg bis zur Protuberantia occipitalis externa misst (!); aber mit dem Taster erhält man einschliesslich der Incisivi 286 mm. vom Gnathion aus 280 mm. und zwar auf der linken Seite — — — bei der Protuberantia 276 mm.» By this method of measuring without informing the reader about the same ELLIOT's statement is extremely confusing.

Thus instead of being larger than the skull of the Mikeno Gorilla as could have expected that of *G. beringei* is considerably smaller as the following comparison proves.

	<i>Mikeno Gorilla</i> ♂ ad.	<i>G. beringei</i> ♂ ad.
Total length of skull	310,5 mm.	276 mm.
Basal length (Hensel)	231 »	196 ¹ »
Condylbasal length	255 »	217 ² »

This difference is thus very great and can hardly be explained by the fact that the type of *G. beringei* is a little younger. According to a communication in a letter from MATSCHIE it has the basal suture open but »das Gebiss ist vollständig im Gebrauch, auch füllen die Eckzähne ihre Alveolen aus». The length of the palate is in *G. beringei* (fide ELLIOT) 116 mm., but in the Mikeno Gorilla not less than 137 mm., and the latter appears thus to have the longest palate of all known Gorillas. In spite of this length of the palate in the latter, it has the distance from the palatal arch to the occiput 194 mm., while the same measurement (fide ELLIOT) in *G. beringei* is only 173 mm. The length of the upper molar series is in the latter 68 mm. (fide ELLIOT), but in the Mikeno Gorilla 72,5 mm.³ The nasals of *G. beringei* are at the broadest place narrower than the nasal opening, and in the original description MATSCHIE says: »die Nasalen sind breit und verjüngen sich ganz allmählich gegen den freien Rand hin». As can be seen from the description above the anterior end of the nasals occupy the whole upper margin of the nasal opening in the Mikeno Gorilla. They are thus not narrowed in front and considerably broader than in *G. beringei*. The eyebrow-ridge is much thicker, about twice as thick in the Mikeno Gorilla as in *G. beringei*. According to MATSCHIE the greatest breadth of the occiput of *G. beringei* is 145 mm. and *planum nuchale* is 32 mm. broader than high. As is to be seen from the above table of measurements the breadth of the *planum nuchale* of the Mikeno Gorilla is 165 and it is 62,5 mm. broader than high.

¹ Fide ELLIOT.

² Communicated by MATSCHIE.

³ In this connection it ought to be noted that ELLIOT has recorded the length of *m*¹ in *G. beringei* to 17 mm., but according to a communication from MATSCHIE it is only 15 mm.

Through correspondence with MATSCHIE I have also had the pleasure of receiving information concerning the shape of the *jugale* in *G. beringei*. In the latter is the posterior angle between the horizontal ramus of *jugale* and its *ramus frontalis* almost right, while it is much smaller in the adult Mikeno Gorilla. (Cf. the figure plate III.) As the same angle in the younger Mikeno Gorillas comes nearer to a right angle than in the old, *G. beringei* represents in this respect a more juvenile stage.

According to MATSCHIE there is an angular ridge between the inner surface of the lateral wall of the orbit and the facial or front surface of *ramus frontalis* of *jugale*, and these two surfaces stand in a right angle to each other.¹ In the Mikeno Gorillas (and in this respect young and old are alike) on the other hand the interior surface of the orbit is quite smoothly rounded off and passes gradually into the semicylindrical facial surface of *ramus frontalis* of *jugale* (Pl. II, fig. 1). *G. graueri* MATSCHIE appears to more nearly resemble the Mikeno Gorilla in this latter respect, but otherwise these two differ very much from each other as will be shown further below.

With regard to the colour of the fur the adult Mikeno Gorilla ♂ differs from *G. beringei* by the absence of »red» as well at the tips as at the bases of the hairs of the head, neck, and legs. From *G. graueri* the Mikeno Gorilla differs by its greater dimensions in many respects. Although the total length of the skull of the former is almost similar, or 312,5 mm, its condylobasal length is maximum 223 mm. against 255 mm in the Mikeno Gorilla, and in a similar way the basal length is resp. 201 to maximum 210, and 231 mm; the width of *planum nuchale* resp. 151, maximum 154, and 165, mm.; the palate length resp. 128 (maximum), and 137 mm., the distance from palatal arch to occipital crest resp. 187 and 194 mm.

I am indebted to Professor MATSCHIE for several of these measurements of *G. graueri*, which have not been published before. They are based on a material of three adult specimens. The same author has at the same time kindly communicated that in *G. graueri* »die Reihe der Schneidezähne im bleibenden Gebisse höchstens 4,2 cm. breit; die Gelenkhöcker am Hinterhaupte bei den ♂ 2,4 cm. bei den ♀ 2,1 cm. lang». In the Mikeno Gorilla the series of upper incisors has a length of 4,5 cm. basally, and the length of *Condylus occipitales* measures in ♂ 2,32 cm., and in ♀ 1,85 cm.

Considering the differences recorded above and the fact that the Gorillas are rather stationary and now live isolated in the upper parts of the mountain forests, chiefly in the bamboo region — at least this is the case with the Mikeno Gorilla — it appears probable that this isolation has brought about a certain differentiation between the different tribes. Therefore, I cannot identify this Gorilla with any of the known eastern forms, but regard it as a separate subspecies which may be called *Gorilla beringei mikenensis*.

The capacity of the brain-cavity of these Gorillas from Mikeno has been measured by means of hemp seed, since *fissura orbitalis* etc. has been closed with a little cotton, and the following results have been obtained:

The young female with milk-dentition (n:o 168)	417 cem.
The adult female (n:o 167)	435 »

¹ — — — »die Aussenwand der Orbita steht zur Fazialfläche des Ramus im rechten Winkel» (MATSCHIE).

The young male with milk-dentition (n:o 166)	470 ccm.
» » » » m^1 and m_1 (n:o 40)	465 »
The semiadult male (n:o 165)	597 »
The old male (n:o 164)	585 »

These measurements prove in the first rank that the female brain is much smaller than the male one which, of course, at least partly stands in direct relation to the difference in bodily size of the two sexes. Nevertheless it is of great interest to find that the young male in milk-dentition, which has not yet by far attained so great bulk as the adult female¹, already is her considerably superior with regard to the volume of the brain-cavity. It is also rather astonishing to find that the young female Gorilla still in milk-dentition² has a brain-cavity which is nearly as great as that of the adult female, or 94 % of the same, although the difference in size between the specimens is considerable. This fact appears to indicate that the brain of the female Gorilla grows to nearly its definite size pretty early, but then comes to a standstill.

The brain-cavity of the young male Gorilla in milk-dentition and that of the young male with the first molars developed³ is practically the same. That the latter even is a little smaller is no doubt a case of individual variation without importance. During the period of life in which the second and third molars come to full development the brain of the male Gorilla, unlike that of the female, appears to be subjected to vigorous increase in size, as may be concluded from the fact that the brain of the semiadult male is so very much larger than that of the younger specimens. The capacity of the brain-cavity of the younger males is only 79 %, or less of that of the semiadult. But in that semiadult stage the brain of the male Gorilla appears to have attained its full size. Whether it actually decreases again with age as the above measurements appear to indicate, or not, is difficult to decide, as the difference in this direction, expressed above, may be due only to individual variation. The growth of the Gorilla brain is, as it will appear, periodical.

The female Gorilla child n:o 168 and the male n:o 166 appear to be of almost the same age to judge from the development of the teeth and the skull, although the female skin is larger, and this specimen thus is older. The brain capacity of the female is, however, only about 88 % of that of the male, which fact thus proves that the superiority of the males in this respect is pronounced at a rather early period, and it is increased still more with age as is shown above.

SELENKA has in his valuable memoir »Menschenaffen (Anthropomorphæ), Studien über Entwicklung und Schädelbau»⁴ published measurements of the capacity of the brain-cavity of 48 female and 50 male Gorillas, all adult. In the females the capacity varies according to SELENKA between 380 and 530 ccm. with an average volume of 450 ccm. The female Mikenno Gorilla has thus a brain cavity which is somewhat below the average. According to the same author the capacity of the brain-cavity of the male Gorillas varies between 420 and 590 ccm. with an average of 510 ccm. The male Mikenno Gorillas reach

¹ The length of the skin from upper lip to vent is about 57 cm. in the former but 104 cm. in the latter.

² Length of the skin measured as above 67 cm.

³ Length of the skin about 86 cm.

⁴ Wiesbaden 1898 -1900.

thus in this respect to, or even above the maximum and stand high above the average.¹ A result of this is that the difference between the male and female brain-capacity, which in the Mikeno Gorillas is about 150—162 ccm., is very much greater in this race than the average which is put to only 60 ccm. by SELENKA.

According to Captain E. ARRHENIUS the Gorillas are rather numerous on the volcano Mikeno. At one opportunity he met with a band of about 30. They are, however, very shy and live in such localities where it is extremely difficult for a man to penetrate.



Fig. 1. The Volcano Mikeno, where the Gorillas live. The summit is covered with snow.

Capt. ARRHENIUS and his men had to crawl on all four in single file through the thickets of bamboo, and it was therefore difficult for him to get space enough to shoot when he struck the band of Gorillas. He saw once a large male who hurried away on his hind legs with a big pole in his hand. When disturbed the Gorillas are said to take their refuge higher up on the mountain in still more unaccessible places.

Captain ARRHENIUS wrote in a letter about the occasion when he surprised the band that they made a tremendous noise — »they barked, screamed and babbled».

Captain ARRHENIUS has further given the following information concerning the Gorillas of Mikeno, which are called »Ingagi» by the natives in the language »kiniaruanda». They live in bands consisting of 20—30 individuals, and do not remain more than about a month at the same place. When they have eaten up what they can find in one tract of

¹ The capacity of an old Gorilla skull from Cameroon in this Museum is 560 ccm.

the forest they leave for another. They feed on »ibizengozengo» and »ibitoke b'ingano». The latter means young shoots of bamboo. The Gorilla makes a kind of nest (»buriri») among the bamboo and puts on top of this slender twigs of bamboo (»ubusaza»).

The natives are more afraid of the Chimpanzee than of the Gorilla, because the former is apt to attack a man without offence, the latter not. If, however, the Gorilla has been attacked, it defends itself bravely and tries to tear its foe to pieces with its teeth. The natives hunt the Gorillas to obtain their skin which they use for wrapping up their copper thread etc., or for revenging some relative. Thus when a man from Sangana had been killed by a Gorilla his family killed five Gorillas in revenge. The natives hunt Gorillas with the aid of dogs. The dog bites the Gorilla and returns to his master who waits for the Gorilla with the spear ready. He throws the spear at the Gorilla and runs away. The dog repeats the manœuvre, until the animal is killed. The natives do not eat the meat of Gorillas, nor that of Chimpanzees.

Anthropopithecus cf. cottoni MATSCHIE.

The valuable material of Chimpanzees which Captain ARRHENIUS has brought home consists of the following specimens:

- N:o 70, 1 ♂, old. »Forêt dans le montagne près de Rutshuru (5 heures), fevrier 8, 1914. Il a fallu trois coups de mauser pour l'abattre; il a voulu attaquer. La femelle blessée s'est enfuite avec un jeune.»
- N:o 73, 1 ♂, young, with milk-dentition and first molar; »forêt dans le montagne près de Rutshuru le 2¹/₂ 1914». This is according to Capt. ARRHENIUS's mark in his list identical with the young animal observed together with the old male killed 8¹/₂ 1914.
- N:o 160, ♀ ad., skull, skeleton and foetus, Rutshuru, March 1914.
- N:o 161, ♀ ad., Rutshuru, 8 of April 1914.
- N:o 162, young female with milk-dentition, belonging to the adult female just mentioned and taken together with her.
- N:o 163, ♂ ad., Rutshuru, 9 of May 1914.
- N:o 178, ♀ ad., Rutshuru, 15th of July 1914.
- N:o 179, ♀ young, child of the foregoing, with milk-dentition.
- N:o 181, ♀ ad., Rutshuru, 1¹/₈ 1914.
- N:o 224, ♀ ad., »Rutshuru, voir (70), Dec. 12, 1914».

Thus the whole series is collected at Rutshuru probably at the same locality. Especially it appears probable that the last, n:o 224, is killed at the same place as the first because ARRHENIUS has written »voir (70)» in his list under that number, and this remark, I think, must be understood as referring to the locality, where n:o 70 had been shot. This is of interest, because among the adult animals these two are most dissimilar inter se, but on the whole the variation is very great as will be shown below.

The young ones have a completely black pelage, but the chin is greyish white and there is a white patch above and surrounding the anal opening. The colour of the naked

face is reddish brown, the colour of the dry skin somewhat resembling the palest shade of »brownish drab» (DAUTHÉNAY, Rep. de Coul. 302, 1), or in other places a light shade of »burnt umber» (l. c. 304, 1 & 2). The ears have also a similar tint. It is of course difficult to say whether this corresponds to the colour of the living animal, or not, but evidently it has had a light brownish face, perhaps with a russet tinge.

The old animals have the naked parts much darker, so that at the first look they appear to be quite black in the face. One of the specimens, n:o 224, is really quite black all over the face and on the ears. In two others, n:s 161 & 181, the face is quite black, but on the cheeks the colour might perhaps be termed »reddish black» (DAUTHÉNAY 344, 2). In n:s 178 & 163 the cheeks are still somewhat paler, some kind of russet brown, or a pale shade of »brownish drab» (302, 1) spotted with black. The brown is there also more or less found around the eyes. In the oldest male, n:o 70, the brown dominates, only the centre of the face being black, and the cheeks and the crown brown, mottled with black.

In the young animals only the face is naked, already the fore-head a little above the eyes being sparingly beset with black hairs. All the adult animals display baldness in various degrees and differ by this characteristic from *Anthropopithecus adolfi-friderici* MATSCHIE from the Bugoje-forest northeast of Lake Kivu about which MATSCHIE says:¹ »Eine Stirnglatze ist nicht vorhanden.» In the female 224 and the male 163 there is a triangular bald patch with the base at the eyebrows and extending with the point about 6 ½ cm. backwards from a line connecting the corner of the eyes. In the female 161 this patch is a little broader and more irregular, but does not extend further back. In the females 181 & 178 the bald patch is both broader and about 1 cm. longer so that it reaches to the level of the ears. In the male n:o 70 the bald area is still larger, extending broadly about 10 ½ cm. from the line through the corner of the eyes. The baldness increases evidently with age, n:o 178 being the oldest female and n:o 70 the oldest male.

In the young ones the black hairs surrounding the face are very long so that about 8—8 ½ cm. long whiskers are formed on the sides of the face, almost concealing the ears, behind which there are also equally long and broad tufts, standing out 8—9 cm. from the nape. On the crown the hair only grows to a length of about 2 ½ cm. and is not laid in any particular direction, nor erect. The whiskers begin at the sides of the forehead and cover from there the buccal region. They are standing out straight laterally in their upper parts, but become gradually more and more directed forwards and downwards and thus merge into the much thinner, black beard which is directed forward from behind the greyish white chin, the hair of which latter is short. The hairs on the neck below the ears are also very long and directed forward so as to support the whiskers from behind. The hair of the upper back is about 7—8, on the lower 5—6 cm. The white hair above the vent about 5 ½, below the same about 3 ½ cm. The fur is comparatively soft, but not at all woolly or silky.

In the adult specimens the same general arrangement of the hairs may be recognized, but it is by far not so conspicuous, because the hairs around the face are not at all elongate, or at least not in same degree as in the young ones. In the old male (70) the hairs of

¹ Ann. Soc. roy. Zool. et Malac. de Belgique, t. XLVII, 1912.

the nape, corresponding to the postauricular tufts of the young, are only about 6 cm., and in the other male (163) they are still shorter, about $4\frac{1}{2}$ cm. and do not reach beyond the margin of even the dry ear. The length of the hairs forming the side whiskers is only about 3 cm., and they are not standing out, but chiefly directed downwards. On the whole throat from below the ears, except on the grey chin, the $2\frac{1}{2}$ —3 cm. long hair is directed forwards forming a kind of stubby beard.

In two of the females (161 & 181) the hair behind the ears, and on the nape attains a length of about $6\frac{1}{2}$ —7 cm., in the others it is partly shorter. On the whole, however, the postauricular tufts, and the fur of the nape and the neck appear better developed in the females than in the male n:o 163. The side whiskers, although present and of the same general arrangement, are somewhat less pronounced in the females, but the forward directed hairs of the throat, which to a certain degree form a beard behind the chin, are present, but softer than in the males. The hair on the crown around the bald patch is shorter than elsewhere.

The length of the hair on the middle of the back is in the females n:s 161, 181 & 224 about 6—7 cm., in the oldest male (70) and female (178) about 5 cm., and in the male n:o 163 only about $3\frac{1}{2}$ cm., but the fur of the last one is perhaps more dense than in the others. The shortness of the fur of this male appears rather remarkable. It is possible that it depends upon the season, but it was shot in May and a female shot a month earlier had long fur, and the same was the case with another collected in July.

With increasing age the fur of some parts appears to become scantier than in the young animals not only on the head, but also on the throat. This is especially conspicuous on the old male in which also the hind neck is almost bare, only with scattered hairs.

The colour is also gradually changed with age, the adult not being quite black as the young. The female n:o 224 forms, however, an exception because, although it is by no means the youngest among the adult, it is practically black all over. Even among the sparingly scattered hairs on the chin there are at least as many black as whitish ones. On other parts of the body if a closer inspection should reveal brownish tips of some hairs it is as a rule the broken and faded ends of black hairs. Next in general blackness comes the female n:o 161. Its head has a decided brownish tint which approaches DAUTHÉNEY'S »warm sepia» without being quite identical with the same. The beard on the throat is paler and somewhat more greyish brown, the scattered hairs on the chin are whitish grey. The arms and hands are quite black, but the back is overlaid with a brownish tint produced by brown tips to some hairs, the hind legs are similar, though with less brownish. A great number of these brownish hair-tips, but not all, belong to old, broken and faded hairs.

The female n:o 181 is pretty similar, but is more greyish brown on the lower back and on the hind legs.

The old female n:o 178 has the short hairs on the upper parts of the head light brownish grey, the whiskers dark brown, the arms and upper back black mixed with brownish tips. From the middle of the back the colour gradually fades more and more so that in the pelvic region it is a rather pale brownish grey. The hind legs are darker brownish grey. The breast and belly are blackish brown.

The male n:o 163 is very dark. Its head, arms, breast, and upper back are almost black, grizzled with light brownish tips to a number of the hairs (least on the arms). On the lower back these light tips dominate so that it is quite overlaid with brownish grey. The same is also the case with the hind legs, although not quite in the same degree.

The old male (n:o 70) has the remaining hairs on the upper side of the head partly grey, partly blackish. The whiskers are in their upper portion blackish, in their lower brownish grey. The arms and upper back are blackish, but mixed with whitish grey hairs. The colour of the back becomes gradually paler towards the pelvic region and is there very pale brownish grey, in some lights it might be termed isabelline grey. The upper parts of the tighs are like the middle back, but the greater portion of the hind legs is just as pale as the lower back. In the old specimens where the pale brownish grey colour dominates on some parts of the body the hairs themselves are to great extent pale horn-coloured, unlike the condition in other specimens which only are more or less grizzled with brownish. In the latter as already has been mentioned the brownish tint is produced at least partly by the faded broken and often split ends of the hairs. Whether the pale ends of the hairs are intact or broken they are somewhat shiny by which the effect produced by them is greater than it otherwise should have been.

The description thus given proves that the fur and its colour is rather variable in these Chimpanzees. Partly this variation is explained by the difference in age, the old ones gradually becoming more bald-headed and more pale brownish grey on the lower back and the hind legs. The almost complete blackness of the rather old female n:o 224, and the shortness of the fur of the male n:o 163 appear, however, without accordance with other facts and indicate a strange variability which is also displayed by the skulls as will be set forth below.

All the adult specimens are provided with very well developed ischiadic callosities. These are largest in the old ones, f. i. 7×4 cm. in the old male, $6,5 \times 3,5$ cm. in the oldest female. In the least old female (n:o 181) the dimensions of these callosities are about $4,5 \times 2,3$ cm. The callosities are so thoroughly developed that they can be seen very plainly from the inner side of the skin as well. In the young animal with milk-dentition the callosities can hardly be more than traced on the skin.

The length of the skin of the old male (70) measures from upper lip to opening about 93 cm. The same measurement of the other male is about 91; that of the largest female (181) about 89. The other female skins have this dimension about 83—84 cm.

The ears are small, basally at the insertion measuring from about 35 to 40 mm. on the skins and probably the longest diameter from one free lobe to another does not much, if at all, exceed 50 mm.

These skin measurements prove that this Chimpanzee is smaller than *Anthropopithecus porschei* MATSCHIE from the forest between Lake Kivu and Lake Luhondo, German East Africa. The same fact is corroborated by the cranial measurements below. *A. porschei* has a cranial length to gnathion of 205 mm. *A. porschei* is also said to be »ohne Stirnglatze».

A. cottoni MATSCHIE has been described from specimens which had not reached maturity and is thus insufficiently known. As the description of *cottoni*, as far as it is

known, does not disagree with the present specimens in any important point, I have used this name for the Chimpanzees of Rutshuru especially as the type locality of *cottoni*, »Sassa-Fluss, südöstlich des Albert-Edward Sees», is not geographically very distant from Rutshuru.

Cranial dimensions of adult Chimpanzees from Rutshuru.

	♂ n:o 70	♂ n:o 163	♀ n:o 160	♀ n:o 161	♀ n:o 178	♀ n:o 181	♀ n:o 224
Total length of skull	197,5 mm	186 mm	184,6 mm	186 mm	179,5 mm	189 mm	177 mm
Occipitonasal length	151 »	141,8 »	139,5 »	141 »	136 »	143,5 »	134,8 »
Basal length	135,5 »	131,5 »	—	129 »	125 »	129 »	123,5 »
Condylbasal length	150,5 »	145 »	142,3 »	144,6 »	141,5 »	143,5 »	137,5 »
Zygomatic breadth	123,5 »	131 »	123,2 »	113 »	121 »	117,5 »	—
Least postorbital breadth	69,7 »	65 »	69 »	66,6 »	67,5 »	71 »	66,5 »
Breadth of brain-case	100 »	100 »	100 »	92,4 »	96,5 »	98,5 »	93,7 »
Breadth across alveoles of canines	58,4 »	65,5 »	54 »	50 »	51 »	51,7 »	51,2 »
» » outside of m^3	54,7 »	53,6 »	58 »	51,3 »	55 »	52,3 »	55,3 »
Length of palate mesially	75,8 »	78,4 »	—	73,7 »	71 »	71,8 »	69,5 »
» » upper molar series	46,3 »	43,1 »	44,5 »	43,5 »	39 »	44,8 »	40,1 » ²
» » true molars	31,7 »	29,5 »	30,5 »	30,2 »	26,3 »	30 »	28,2 »
» » lower molar series	51,5 »	48,2 »	49,5 » ¹	51 »	43 » ¹	51 »	44,8 (44) »
» » true molars	34 (33,4 »)	31,7 »	32,7 » ¹	34 »	28,4 » ¹	33,7 »	30,1 »
Breadth across orbits	98,5 »	103,7 »	100,1 »	94,3 »	90,2 »	101 »	—
Least interorbital width	18,8 »	19,8 »	14,2 »	16 »	13 »	18,3 »	11,6 »
Height of orbit inside	27,2 »	32 »	37,7 »	28,8 »	37,4 »	32,7 »	32 »
Width » » »	32,3 »	31 »	35,5 »	32,7 »	32 »	32,7 »	33,2 »
Breadth of m^3	11 »	10,8 »	11,2 »	11,2 »	9,5 »	9,8 »	9,7 »

The measurements recorded above show a very considerable variation chiefly with regard to the orbits, interorbital space and the teeth.

The shape of the orbits influences the superciliary ridge which in all is very pronounced, but with differently arched outline. In the ♂ n:o 70 (Pl. V, fig. 1) it forms an even arch with no concavity above the interorbital space. The ♀ n:o 181 shows almost the same condition, but in the ♂ n:o 163 there is a slight depression above the interorbital region, or perhaps more correctly the superciliary arch above each orbit is independently a little more elevated than mesially. In the ♀ n:o 161 (Pl. V, fig. 3) about the same condition prevails, but in the females n:s 178, 224, and 160 (Pl. V, fig. 4) the arches above the orbits are considerably raised, and in the last the mesial concavity amounts to nearly 4 mm. which does not sound much, but nevertheless gives a quite strikingly different aspect of these skulls, effected by the simultaneous raising of the eyebrow ridges with a mesial concavity between them and the increased height of the orbits. This enlargement of the orbits is, however, only produced by the raising of the superciliary ridges, and therefore the upper portion of these orbits looks very shallow.

¹ Not counting extra anomalous molar.

² Premolars wanting, thus approximately from alveoles.

It is also of interest to note that the skulls with raised eyebrow-ridges (thus 178, 224, and 160) at the same time have a considerably narrower interorbital septum than the others. There appears consequently to exist a correspondence between these characteristics.

The variation with regard to the teeth is of two different kinds viz. partly an evidently individual anomaly conspicuous by the presence of supernumerary molars, and partly a variation in size of the molars. The former anomaly, although interesting in itself, cannot, of course, be of any taxonomic value, but will be described further below, the latter again exhibits differences which are analogous to such as often are used for distinguishing different races, or even species.

If the measurements of the molars of the females as recorded in the table are examined, we find at the first look that two females viz. n:o 178 (Pl. VI, fig. 2) and n:o 224 (Pl. VI, fig. 4 a) have much smaller molars than the others (f. i. Pl. VI, fig. 4 b). These two females have somewhat smaller skulls and have also a narrow interorbital space and the superciliary ridge raised above each orbit but with a mesial concavity. There is, however, a third female (n:o 160) with such superciliary ridge, very large orbits and comparatively narrow interorbital space, and that one has large molars. There is thus no certain correlation between small molars on one hand, and a doubly arched superciliary ridge and a narrow interorbital septum on the other hand. Nor do the characters mentioned stand in correlation to the colour of the fur as one of the small-toothed, n:o 224, is the blackest, and the other, n:o 178, is the greyest among the females.

In the two males as well the molars are considerably different in size. But in this case the small-toothed specimen (163) has at least not narrower interorbital space than the large-toothed. Thus, although the differences in certain cases, for instance with regard to the breadth of the interorbital space, and the size of the molars, certainly are great enough to appear to be of distinguishing value between different races the lack of correspondence, as set forth above, upsets every attempt of separating these specimens in two racial groups, as for instance a large-toothed and a small-toothed.¹ In spite of all differences it appears impossible for the present but to regard all as individual variations of one and the same race. This is of very high interest as very seldom wild mammals from one and the same place vary in such a remarkable degree.

If not the molars generally, but one of them is compared in the different specimens a similar result is obtained. It is best to use m^3 for this comparison as it is most variable and at the same time it is smaller than the first and second true molars. A look at the table of measurements above, in which the breadth of m^3 is recorded, proves that this dimension varies not a little. The greatest interest is, however, connected with the fact that this variation appears to be rather independent of the size of the other molars. Thus the female n:o 181 is decidedly large-toothed, but its m^3 are among the smallest. The general shape, and the number and size of the cusps are also variable characteristics, but seemingly independent of others. The normal outline of the crown of m^3 is, of course, more or less square, but in n:o 181 it is rounded. Normally there ought to be four cusps,

¹ Such an animal as n:o 160 could in such a case only be explained as a hybrid!

two outer and two inner, but their development is variable. Especially the posterior inner cusp is often reduced in size, or even lacking. This is so irregular that the same animal may have four cusps on one, but only three on the other side, and this may happen in large-toothed as well as in small-toothed specimens.

The size of p^1 is variable as well. In the small-toothed female n:o 178 its greatest transverse diameter is 8,5 mm. on one side, 8,8 mm. on the other; in the large-toothed female n:o 160 it is resp. 9 and 9,2 mm.; in n:o 181 about 9,8 mm., and in n:o 161 resp. 10 and 10,4 mm.; in the male n:o 70 the same dimension is 11,4 mm., and in the male n:o 163 only 9,2 mm.

The lower jaw is also extremely variable in shape. In the old male, n:o 70, the distance from the upper edge between both i_1 to the knob at the posterior margin of the symphysis measures 41,2 mm. and in the other male, n:o 163, 42,4 mm., but in the females the difference can be greater as in the two large-toothed females, n:o 160 and 161, where it is resp. 45 and 41,6 mm., and in the two small-toothed females resp. 40,3 and 39 mm. The height of *ramus horizontalis* is in the others generally about 26 mm., or a little more, but in the small-toothed n:o 178 it is 28, and in the other small-toothed n:o 224 only 22,4 mm.

The variability extends, however, also to many other parts than those recorded in the table, or mentioned above.

Foramen magnum is for instance in some specimens large, in others small, in some oval, in others round (quite circular in n:o 224), or even heart-shaped (n:o 178). In correlation to the width of *foramen magnum* the breadth across *condyli occipitales* is very different in different specimens. It is smallest in the old male n:o 70 viz. 37 mm., and in the large-toothed female n:o 161 viz. 37,4 mm. In the other male n:o 163 it is 39 mm. In the small-toothed females n:o 178 and 224 it is resp. 38,4 and 39,3 mm., and in the large-toothed females n:o 160 and 181 resp. 39,2 and 44 mm.

Strange to say variation with regard to supernumerary molars appears to be a less rare occurrence among the Anthropoid Apes than could be expected. BATESON has in his book »Materials for the Study of Variation»¹ recorded not less than four Chimpanzees with supernumerary molars, which in three of the cases were situated in the upper, and in one in the lower jaw. Among 8 full-grown Westafrican skulls now in the collections of the R. Nat. Hist. Museum one has a quite small m^1 on the left side. The present author has also at earlier opportunities seen supernumerary molars in Chimpanzee skulls from Debundscha, Cameroon. In the series of 7 fully adult Chimpanzee skulls which Captain ARRHENIUS has brought home from Rutshuru not less than 2 present such an anomaly, viz. the numbers 160 (Pl. VI, fig. 3) and 178 (Pl. VI, fig 2). Both these are females, and it is of interest to note that the former is large-toothed the latter comparatively small-toothed (conf. above).

N:o 160 has a supernumerary molar as well in the upper as in the lower jaw. That of the upper jaw is, however, more teratological as it is situated laterally of the molar series outside of m^2 of the left side, which has been pushed inwards a little but is of nor-

¹ London 1894.

mal size. It has already during lifetime had the greater part of its crown broken, or worn off, but it clings to the jaw bone by means of two roots. The supernumerary molar of the lower jaw is m_4 of the left side, situated in a continuous series with the other molars (Pl. VI, fig. 3). Its crown is nearly square measuring 9 mm. in length by 8,8 in breadth, and has four cusps, the anterior pair of which is somewhat greater and connected by a ridge.

The skull n:o 178 has a well developed m_4 on either side of the lower jaw (Pl. VI, fig. 2). These are, however, smaller than the ordinary molars, measuring $7,2 \times 6,7$ mm. They have only three cusps each, and these are on the right m_4 subequal, but on the left the outer of the anterior pair is dominating, and much larger than the others. As these supernumerary molars are somewhat worn, especially the large cusp on the left side, it is evident that they have been in use working against m^3 when the lower jaw moved.

SELENKA has in a very interesting paper »Die Rassen und der Zahnwechsel des Orang Utan»¹ recorded many important facts also concerning supernumerary molars which he has found in 20 % of 194 adult skulls of Orangs. Some of his statements appear to refer to these Chimpanzees as well, viz. that supernumerary molars are more often found in the lower jaw than in the upper, and more often on the left than on the right side, but this may be mere coincidence as it is not corroborated by BATESON's records.

SELENKA regards the fourth molars of the Anthropoid Apes as »Neubildungen» and concerning the cause of their appearance he utters as follows. »So gewagt es im allgemeinen ist, die Entstehung eines Organs auf die Wirkung mechanischer Zug- und Druckkräfte zurückzuführen, so dürfen solche Erklärungsversuche doch nicht von der Hand gewiesen werden, wenn sie sich auf blosse Modificationen vorhandener Organanlagen beziehen. In diesem Sinne scheint es erlaubt, die Veranlassung zur Entstehung neuer Zähne in der zunehmenden Verlängerung der Kiefer zu suchen. Die Vergrößerung der Kaumuskeln bewirkt eine Vergrößerung ihrer Ansatzflächen am Kiefer, und die auffallende Verlängerung des horizontalen Astes des Unterkiefers, welche gegen Schluss des Zahnwechsels stattfindet, wird auch das Hinterende der Zahnleiste in Mitleidenschaft ziehen können und derselben Gelegenheit bieten, die ihr innewohnende Fähigkeit zu entfalten, nämlich Zahnkeime zu entwickeln.» The explanation thus offered appears to be plausible.

The capacity of the brain-cavity of the Chimpanzee skulls of the present collection has been measured by means of hemp-seed after closing *fissura orbitalis* etc. with a little cotton, and the following results have been obtained by this.

A young female with milk-dentition (n:o 179)	296 ccm.
The adult female n:o 178	335 "
" " " " 224	345 "
" " " " 161	348 "
" " " " 160	400 "
" " " " 181	400 "
" " male " 163	383 "
" " " " 70	427 "

¹ Sitz.ber. d. Kgl. Akad. d. Wiss. Berlin, 1896, p. 381—392.

From this table can be seen that with regard to the capacity of the brain-cavity these Chimpanzees can be arranged in two groups one with smaller, and one with larger brain. One of these groups comprises three females and a male, the other two females and a male. The difference in volume of the brain-cavity is with regard to the females more than 50 ccm., and with regard to the males about 44 ccm., thus in both cases quite considerable. The question presents itself then again, is this difference due to racial distinction, or not? For the elucidation of this it is necessary to investigate, if there exists any correlation between this difference in brain-capacity and the variation of other characteristics which has been discussed above. Such an investigation is facilitated by the table of measurements above. From this we learn that two of the small-brained females (n:o 178 & 224) have small teeth, but this is not at all the case with the third (161). The first two of these small-brained females have raised eyebrow-ridges and thus comparatively high orbits, the third again (n:o 161) (Pl. V, fig. 3) has the superciliary arch very little raised and therefore comparatively low orbits. On the other hand especially one of the large-brained females (n:o 160, Pl. V, fig. 4) has raised eyebrow-ridges and very large orbits.

The breadth and shape of the palate is also very different in the different specimens. Two of the small-brained ones (n:o 178 & 224) have a comparatively broad and flat palate with a width inside m^2 of about 36,5 mm., but the third (n:o 161) has the narrowest and most vaulted palate of all with a width inside m^2 of 28 mm. On the other hand the corresponding measurement of one of the large-brained females (n:o 181) is 34,5 mm, but in the other (n:o 160) it is 37,5 mm. The old large-brained and large-toothed male has the palatal breadth inside of m^2 34 mm.; in the comparatively small-toothed and small-brained male the same dimension is almost similar or 34,5 mm. In such a case it is evidently impossible to use this character for dividing the present material of Chimpanzees in two racial groups. The longest palate measuring 73,7 mm. is found in one of the small-brained (n:o 161), but also the shortest palate, 69,5 mm, belongs to a small-brained specimen (n:o 224).

The greatest width of the interorbital septum is found in one of the large-brained (n:o 181) with 18,3 mm., and one of the small-brained (n:o 161) with 16 mm., next comes in this respect a large-brained (n:o 160) with 14,2 mm., then again two small-brained (n:o 178 & 224) with resp. 13 and 11,6 mm.

This complete irregularity of the variable characteristics makes it plainly difficult to attribute any racial value to the differences in the size of the brain-cavity as expressed above. This does not exclude that in other cases a difference with regard to the capacity of the brain-cavity may be of racial value as SELENKA has proved to be the case with the Orangs.

Among the collections of the R. Nat. Hist. Museum there are, however, some other Chimpanzee skulls which appear to indicate a considerable variability among these animals even with regard to the brain-case and its capacity. To prove this the following cubic measurements may be quoted concerning some Chimpanzee skulls collected at Cape Debundscha, Cameroon. They are all from the same locality. The male, at least, belongs to the *Anthropopithecus calvus* group. To the female skulls there are no skins,

area. This variation appears, however, to be independent of locality. It is not impossible that the *Colobus* monkeys living near Rutshuru, in consequence of less favorable alimentary conditions there, constitute a somewhat smaller, less well nourished race than those in the great forest at Beni, but undoubtedly analogous conditions are to be found in other localities as well. The quite young specimen of this collection, mentioned above has already the colour pattern of the adult, although the white mantle fringe is very scantily developed. On the back the under fur is greyish. The length of head and body of this skin is 335 mm.

In spite of the somewhat greater dimensions of the skulls from Beni, as mentioned above, the capacity of the brain-cavity is fully as large in those from Shasha, Rutshuru. The capacity of three male skulls from Beni is resp. 77, 78 and 80 ccm., while the same of two skulls from Rutshuru have this measurement resp. 79 and 81 ccm., thus practically the same.

It might be possible that the subspecies *Colobus occidentalis rutshuricus*, which LORENZ has established¹, might be maintained in consequence of the somewhat smaller dimensions of the skull as mentioned above. The characteristics of the tail, however, which LORENZ quotes do not hold good.

The second race, which LORENZ has named *C. occ. ituricus*², from Mawambi is said to differ from *C. occidentalis* ROCHEBRUNE »durch das Fehlen einer längeren Schwanzquaste«. This might partly be individual, partly seasonal. The long hairs of the tuft of the tail may be worn off. Among the males from Beni in the present collection one has the white hairs so much worn that they hardly form any tuft, the others have very well developed tufts.

Colobus ellioti DOLLMAN.

2 ♂♂ (n:o 202 & 203), 1 ♀ (n:o 204), from the forest about two days west of Beni, Aug., Sept. 1914; 2 ♂♂ ad. (n:o 239 & 242), 1 ♂ juv. (n:o 241), from Beni, Jan. 1914.

Dir. LORENZ VON LIBURNAU had received a series of more than 30 specimens of red *Colobi* from the Ituri forest, and on this material he based a species which he named »*Colobus variabilis*» in consequence of its great variability. This took place in the year 1914.³ In the same year Prof. MATSCHIE named a red *Colobus* from Ituri between Irumu and Beni *Piliocolobus ellioti melanochir*. It appears rather possible that the latter is included in the former. Two of the specimens recorded above, n:o 241 & 242, agree with MATSCHIE's *melanochir* with regard to their »Büschel silbergrauer Haare hinter den Ohren« and the whitish grey lower side, but at the same time they agree in some respects with LORENZ's group »d« of *variabilis*, which also is said to have »verlängertes Haar hinter den Ohren silbergrau«. The crown of the head behind the black frontal band is »fawn« (DAUTHÉNAY, Rep. de Coul. 308, 3 & 4). The shoulders and upper parts of the arms are a little paler (308, 2 & 1). The nape is darker than the crown, inclining to

¹ Anz. d. K. Akad. d. Wiss. Wien, Jahrg. LI, 1914, p. 508.

² l. c.

³ Anz. d. K. Akad. d. Wiss. Wien, Jahrg. LI, 1914, p. 383.

»madder brown». The upper back is much mixed with black. The middle of the back »reddish black» (344, 3 & 4) on the sacral region fading to smoky blackish which gradually on the thighs and hind legs passes into a colour between »slate» (362) and »smoke grey» (363), but somewhat darker than either. The sides of the head are in the older specimen light grey with a shade of »reddish salmon», in front partly overlaid with blackish hairs. (In the younger specimen the same parts are a pale shade of »fawn».) The throat and the inner side of the arms are smoke grey; the lower side of the body silky whitish grey, inside of hind legs pale grey. Hands and feet smoky black; tail almost pure black.

The third specimen (n:o 239) shot at the same time is partly similar, but darker. The hairs behind the ears are smoke grey. The sides of the head exhibit the palest shade of »dark fawn» (307) mixed with black. The back is »chocolate» (343, 3; or RIDGWAY's: »Prouts brown») overlaid strongly with black in the middle parts, but dominating on the sacral region and from there shading into the somewhat paler (343, 2) hind legs. Hands, feet, and tail black. Lower side of body smoke grey.

One of the males (n:o 202) collected in Aug., Sept. 1914 is rather similar, but the colour of its head, nape and shoulders is more saturated, something between »maroon» (341, 4) and »madder brown» (334, 4). The sides of the head is a pale shade of »burnt umber» (304, 1). The back is »carob brown» (342, 2—4). Otherwise like n:o 239.

The remaining male (n:o 203) is the reddest of all, and most resembling *C. ellioti* DOLLMAN, but differs from the original description of the same by its black hands, and grey, instead of buff, under parts. Head behind black frontal band »madder brown». Nape, shoulders and anterior back »mahogany» (335, 4); on the middle of the back the colour passes into »carob brown» (342, 2) which gradually becomes somewhat paler posteriorly (342, 1) and ends abruptly just above the black tail. Arms almost »Indian chestnut red» (333, 4) dark smoky grey on the inside; hands black. Hind legs »warm sepia» (305, 1); feet black. Lower side of body from the throat backwards rather dark smoke grey, paler on the breast. The hair-tufts behind the ear are dark smoky grey in their lower portion, but blend gradually into the colour of the nape. The sides of the head are something between the palest shades of »madder brown» (334, 1) and »red ochre» (332, 1), only little mixed with black in front. The hairs are also as usual paler (in this case somewhat buffish) towards the tips.

The female (n:o 204) has the crown of the head, behind the narrow black band, »fawn» (308, 2—3). The upper parts of the arms are also »fawn», but a little paler (308, 1—2). The shoulders are much mixed with black, and the whole of the upper side from the upper neck to the tip of the tail is black, perhaps with a reddish shade on the neck. The outer sides of the hind legs is dark smoky blackish grey, darker than RIDGWAY's »fuscous». The inside of the limbs and the lower side of the body are smoke grey, palest on the breast.

These descriptions prove that not two specimens are fully alike.

The question is then to decide, of how great importance these differences are, and whether more than one race is represented by these specimens. It is extremely difficult to have this question settled. It might, however, be assumed that the two

specimens, n:o 241 & 242, which have the palest silvery grey ear tufts, and the lower back smoky blackish without any additional reddish or brownish tint (neither »carob brown», nor »chocolate») might represent a separate race, and that the other ones, in which the ear tufts were darker (»smoke grey»), and in which the reddish or brownish shade of the back extends to the root of the tail, another race. The two first mentioned specimens have also the hind legs without brown.

The red male n:o 203 has, of course, a different and striking appearance, but it seems very difficult to separate it for instance from n:o 202 on account of its colour, only because it is more vividly red.

If thus n:os 241 & 242 should be separated from the rest, the question is not, however, solved. It remains to decide, how they are to be named. It has already been pointed out that they resemble MATSCHIE's *melanochir* with regard to the colour of the ear-tufts. But MATSCHIE stated plainly that his *melanochir* is provided with »karobbenbraunem Rücken», and this does not suit in this case. In a similar way the specimens of all the groups into which LORENZ VON LIBURNAU has divided his »*variabilis*» appear to have more or less reddish or brownish tints on the lower back, and on the hind legs. If the colour presented decisive characteristics, these two specimens could not be referred to »*melanochir*», nor to »*variabilis*».

It is, however, extremely difficult to believe that so many different species and subspecies of red *Colobi* should live in the forest near Beni, and it appears thus most probable that *variabilis* and *melanochir*, and perhaps also *elliotti* and *multicolor* are only colour phases of one and the same species, or perhaps do these names apply to different herds or bands of monkeys. This cannot be satisfactorily elucidated before more material with more exact and more complete information concerning the animals and their mode of life is obtained. Are for instance all individuals of the same sex and age in the same band of these red *Colobi* quite alike? Are all specimens which live in the same tract of the forest similar? Before these questions and some others are answered, it is difficult to decide what is racial difference, or not.

The type locality of *variabilis* is Moera about 20 kilometres north of Beni, as I am told.

The type specimen of *elliotti* was collected much further southwest, viz. »90 kilometres west of the south end of Lake Albert Edward».

MATSCHIE's *melanochir* on the other hand is collected north of Beni, on the way between that place and Irumu.

Finally LORENZ has described a *Colobus multicolor* from Mawambi at Ituri about 140 km. northwest from Beni. This *multicolor* has the sacral region »dunkel schwarzbraun», and the »Schenkel aussen zunächst schwarzbraun, weiter unten lehm Braun». In having these parts without reddish *multicolor* offers some likeness with the above described n:os 241 & 242, but otherwise the difference is great. *C. multicolor* has f. i. the tail reddish brown, the ear-tufts »kastanienbraun, schwarz gerändert» etc.

The skull of the type of *C. elliotti* was lost. LORENZ has not published cranial measurements of »*C. variabilis*» and »*multicolor*». The measurements, which are recorded below, of the skulls of the four adult male skulls of this collection agree on the whole quite well

as well inter se as with those of *melanochir* which MATSCHIE has published. The skull of the reddest specimen (n:r 203) is the largest (Pl. VI, fig. 5), but in is also the oldest with *sutura coronalis* obliterated. — All four specimens are fully adult with well developed *crista sagittalis* and long canines. With this skull the type skull of *melanochir* agrees in total and basal length as well as in several other respects except zygomatic breadth, in which respect *melanochir* more resembles the smaller specimens of this collection. The skull dimensions do not support any hypothese about racial difference.

	♂ N:o 242	♂ N:o 239	♂ N:o 202	♂ N:o 203
Greatest length of skull	112 mm.	107,5 mm.	109 mm.	115 mm.
Condylø-basal length	88,3 »	85,5 »	88 »	90
Basal length	77 »	77 »	77 »	79,3
Zygomatic breadth	80,7 »	83,5 »	82,3 »	90,4
Breadth of brain-case	56 »	56,3 »	58,2 »	60,5
Least interorbital width	11,1 »	10,2 »	11 »	12,2
Width of skull across <i>meatus auditorius</i> . .	61,6 »	63,2 »	63,3 »	65,2
» » <i>planum nuchale</i>	64,6 »	65,1 »	65,6 »	66,2
Breadth across outside of m^1	33 »	33,5 »	32,5 »	35
Length of upper molar series	30 »	29,6 »	30 »	29,5 »
Palate length to tip of spine	39,2 »	40,2 »	40 »	44 »
Brain capacity	70 ccm.	69 ccm.	80 ccm.	80 ccm.

The difference in brain capacity between these specimens is comparatively very great.

The anterior root of the zygoma is in all situated above the anterior half of m^2 (Pl. VI, fig. 5), even in the young male. The latter is just getting its first permanent premolars, which are cutting the gum. Its dp^2 are still in place, but are in the act of being pushed away by p^2 , the crown of which is already visible. The small milk-canines are still in place. The last molar is just below the gum in both jaws. In the lower jaw none of the milk premolars has fallen out as yet.

It is very remarkable that the capacity of the brain cavity of this young animal is about 88 ccm., thus more than the maximum of the adult males. It may also be remembered that this young male is to judge from the colour of the skin most nearly related to the male n:o 242, which has a comparatively small brain.

Since the above already was put in print I have had the pleasure of receiving a letter from my friend Director LORENZ VON LIBURNAU in which he kindly communicates that since he has received still more material from Beni, Mawambi, Moera etc., he is convinced that *Colobus variabilis* is identical with *C. ellioti*, and that this also is the case with *C. melanochir*.

This is thus fully in accordance with the opinion which I have expressed above.

The extremely great variability of these red *Colobi*, as set forth in LORENZ's paper as well as in this one, and the fact that *Colobus ellioti* was described on insufficient

material, has caused the confusion, which now, as it may be hoped, is removed. On the other hand, however, this great variation is of deep interest, and it ought to be considered in connection with several other striking proofs of variation which are elucidated in this paper.

Cercopithecus schmidti enkamer MATSCHIE.

1 ♂, 2 ♀♀ from Rutshuru, ²⁵/₉ 1913; 2 ♂♂, 2 ♀♀ *ibid.*, ²⁸/₉ 1913; 2 ♂♂ *ibid.*, ¹⁴/₁ 1914; ♂ ♀ from the forest at Masisi in the Kivu district, Febr. 1914; 1 ♀ from Beni, Aug. Sept., 1914.

All these specimens show the characteristics by which according to MATSCHIE the subspecies *enkamer* differs from the typical *schmidti*, viz. — — »die Aussenseite der Unterschenkel hell bestäubt, der Schwanz auch dicht über dem Anus tief grau» — — —. Only one of the specimens from Rutshuru has the basal under parts of the tail light grey as shall be the case in *C. schmidti sassæ* MATSCHIE (viz. ♀ n:o 22). As this specimen has been shot the same day as other specimens with normal colour at the root of the tail this may be only an individual aberration. The colour of the specimens of this collection is on the whole essentially alike, although presenting variation. The male (but not the female) from Masisi has very long black tips of the hairs of the upper parts of the head, so that the crown looks almost black when the hairs are laid down. It is uncertain, however, if this is more than an individual variation. The same is probably also the best interpretation of the fact that this specimen has a brighter shade of yellow in the rings on the hairs of the crown than the other ones, even than the female from the same place. These rings are somewhat different in shade in the different specimens perhaps palest in the female from Beni.

There are still some other differences in shades of colour, but they appear to be individual as well. The light sprinkling on the arms is somewhat more or less pronounced in different specimens from the same locality and of the same sex. The darkest hind legs with least sprinkling are found in the male from Masisi and the female from Beni, thus in those from the most distant localities, but some of the other specimens are almost as dark.

The colour of the tail is rather variable; in some instances it may perhaps have faded. Often the tail of the females as well as also the same of several males is »fawn» (DAUTHÉNAY: Rép. de Coul. 308) with a lighter shade of this colour below and on the sides darker above. Some males have the tail bright rust-red (Rép. 318, 1 & 2). The female from Beni has the darkest red tail resembling a light shade of »mahogany» (335) on the sides and almost »madder brown» (334) above. In some of the females from Rutshuru the tail is more dusky above than in other specimens, but I am inclined to regard all these variations in colour as wholly individual.

In the year 1914 LORENZ VON LIBURNAU named some Guenons from »Wabembe im Nordwesten des Tanganyikasees» »*Lasyopyga schmidti montana*».¹ The distinguishing characteristics of this supposed new race should consist in the following: »Behaarung

¹ Anz. d. K. Akad. d. Wiss. Wien 1914 Jahrg. LI, p. 357.

an der Innenseite und an dem Rande der Ohren nicht weiss, sondern rötlich-ocker; Schwanz an der Unterseite ohne Weiss.» A single specimen from Rutshuru is said to hardly differ from those from Wabembe. If the present specimens are examined with regard to the colour of the hairs on the ear the following is found. One of the males from Rutshuru has a rather pale »reddish-ochre» tint on the tips of the hairs of the inside of the ear. In another male the same may be traced. In one of the females a similar condition is found, but in a still paler shade. In the male from Masisi the tips of these hairs are slightly stained in a similar way, but in the female it is hardly discernible. In the other specimens the hairs in question are white or whitish. This characteristic appears thus to be subjected to variation and is not alone sufficient for distinguishing a subspecies.

Other specimens from the Ituri forest at Beni and Mawambi the author just quoted has named »*Lasyopyga schmidti ituriensis*». As, however, MATSCHIE's subspecies *Cerco-pithecus schmidti enkamer* has been collected at the same locality, »*ituriensis*» and »*enkamer*» without doubt are identical. As MATSCHIE has given his name two years previously,¹ it must have priority before the other. The name *ituriensis* must thus give place to *enkamer*. It remains, however, to decide whether LORENZ's subspecies *montanus*, can be maintained, or with other words if the specimens from Rutshuru are racially distinct from such ones from Beni. As the present collection only contains one specimen from the latter locality it is very difficult to express any decisive opinion in this matter. The only conspicuous difference between the present Beni specimen and the other ones is the above mentioned aberrant colour of the tail. It is, however, uncertain, whether such a difference in colour of this organ is constant, or not, the more so as the colour of the tail is very variable in specimens from Rutshuru, although none of them has just this colour. The variability of the colour of these Guenons in other respects as well has been set forth above as f. i. with regard to the hairs on the ears, the hind legs, the shade of the yellow rings on the hairs of the crown etc. It appears therefore difficult to base a subspecies on the characteristic mentioned when the variation in colour is so common.

LORENZ found the fur of the specimens from Wabembe $\frac{1}{2}$ to 1 cm. longer than that of the Ituri specimens. In the present male specimens from Rutshuru the fur is longer than in the male from Masisi, but in the females from these localities it is about as long as in the female from Beni, or about 4 cm. in all females.

It is, however, not only the shades of colour which vary among these animals. The same is the case with the dimensions of the skulls as the following table of measurements proves, although in reality the differences are much more apparent to the eye at a direct comparison of the skulls (Pl. VIII) than the figures of the table show. A comparison of the general dimensions of these skulls with those recorded by MATSCHIE (l. c. p. 30) for his original specimens of *enkamer* prove, that the latter lie within the limits of variation expressed below.

It is of interest to note, that the large male n:o 23 (Pl. VIII, figs 1 a & 2 a) has been shot the same day, ²⁸/₉ 1913, as the small male n:o 25 (Pl. VIII, figs. 1 b & 2 b) and the

¹ Ann. de la Soc. r. Zoologique et Malacologique de Belgique, Tome XLVII (1912), p. 29.

two small females, n:o 22 & n:o 24. These specimens may thus have been shot out of the same band, but certainly in the same tract.

	Masisi	R u t s h u r u					
	♂ (N:o 100)	♂ (N:o 23)	♂ (N:o 25)	♀ (N:o 17)	♀ (N:o 19)	♀ (N:o 22) ¹	♀ (N:o 24)
Total length of skull	94,8 mm.	99 mm.	92 mm.	95 mm.	98,7 mm.	92 mm.	81,5 mm.
Condylbasal length of skull	74,5 »	79 »	71,7 »	74,5 »	79 »	69,5 »	61,4 »
Zygomatic width	64,6 »	64 »	61,8 »	62 »	65 »	61,2 »	55,5 »
Breadth across m^1	31 »	29,8 »	30 »	31,5 »	29,5 »	27,7 »	26,5 »
Length of upper molar series	21,6 »	23,7 »	21 »	24 »	25,2 »	20 »	19,6 »
Greatest transverse diameter of m^2	5,1 »	5,7 »	5,5 »	5,5 »	5,7 »	5 »	4,7 »
Palatal length from gnathion to hind margin of lateral incisure	29,5 »	34 »	32 »	37,7 »	34,7 »	29 »	25,8 »
Capacity of the brain-cavity	about 56 ccm.	60 ccm.	55 ccm.	61,5 ccm.	58 ccm.	60 ccm.	51 ccm.

The dimensions of the brain-case of this species proves thus to be of about the same size in some females as in the males, contrary to the usual condition among the Guenons. Compared with the other considerably larger species this one seems to have a big brain. The shape and size of the orbits and of the nasal aperture is very variable as can be seen on comparing figs. 2 *a* & *b*, and figs. 4 *a* & *b* of Pl. VIII.

The smaller males have also a shorter molar series than the larger females. The shortness of the molar series of some specimens appears sometimes to depend more upon the smallness of the premolars than that of the molars. Thus in the male n:o 25 the true molars measure 15,2 mm. and those of the male n:o 23 15,6 mm. In other cases all the teeth are diminished in size, f. i. the female n:o 24 (Pl. VIII, fig. 5 *b*) has the series of true molars only measuring 13,5 mm., while the same measurement of the female n:o 19 (Pl. VIII, fig. 5 *a*) is 17,7 mm. But the female n:o 24 ought probably to be regarded as a dwarfed specimen.

The degree of prognathousness is also rather variable in these skulls, and some of them have a much more steep profile (cf. Pl. VIII, fig. 1 *a* & *b* and fig. 3 *a* & *b*) than some others. The anterior root of the zygoma is usually situated opposite the middle of m^2 , but in the female n:o 17 it is placed further back above the posterior end of m^2 .

It must also be stated that the variations in colour mentioned above do not stand in correlation to the characteristics of the skull. It is true that the small-headed and small-toothed female n:o 22 has the root of the tail rather light grey below, and that the male n:o 25 are lighter at the same place than the male n:o 23, and that the former has smaller head than the latter. But the female n:o 24 which has the smallest head and smallest teeth, has the tail as dark below as any of the large-headed specimens. In a similar way the big-toothed male n:o 23 and ditto female n:o 19 have a slight reddish tint to the hairs in the ear, but the same shade of colour is in the corresponding place better developed in the small-toothed male n:o 18 (upper molar series 21,3 mm.), and in all other specimens this shade is absent, if the skulls are small or large.

¹ Very old, teeth much worn.

As a conclusion from this it might be suggested that MATSCHIE's *Cercopithecus schmidti sassæ*, which has been established on only one female specimen, may be a somewhat aberrant specimen of the same kind as *enkamer*. The type of *C. s. sassæ* appears to have cranial dimensions very nearly agreeing with those of the female n:o 24 of this collection (cf. above).

Cercopithecus pygerythrus centralis NEUMANN.

1 ♂ ad., 1 ♂ juv. $\frac{5}{10}$ 1913, Rutshuru; ♂, ♀ ad. $\frac{7}{1}$ 1913, ibid.; 1 ♂ ad. $\frac{7}{10}$, ibid.

This race is generally less brightly coloured than its East African allies, and the black on the chin and around the corners of the mouth somewhat more broadly developed. Head and neck are usually darker than the back, and the black is in most cases (only one exception among these 5 specimens) dominating over the buff rings. It appears thus less suitable when ELLIOT begins his description with the expression: »Top of head buff.» The hands become black at an early age, at least in the males, already when the first molar is developed. In the same stage the feet of the male are only spotted with black, and in the adult females they are, even when the teeth have become pretty well worn, tinged with blackish brown, but in the adult males the feet are quite black. The colours of the female are generally duller than those of the male. The colour of the tail is variable. Often it is much mixed with black on the upper side, especially towards the end; in other cases it is rather pale even at the end. The rufous at the root of the tail and on the scrotal tract is well developed even in the young male, but in one of the adult males it is hardly visible at the latter place. In the adult female the rufous is seen as well at the root of the tail as below the callosities.

	♂ ad.	♂ ad.	♂ ad.	♀ ad.
Total length of skull	99 mm.	104,5 mm.	104 mm.	91,4 mm.
Occipitonasal length	86 »	90 »	86,5 »	81,2
Basal length	71 »	70 »	73 »	62,8
Zygomatic width	—	74 »	70 »	—
Least postorbital width	42,8 »	44,5 »	43,3 »	40,3
Width of brain case	54,3 »	56 »	56 »	—
Length of nasals	15,2 »	16 »	15 »	14 »
Upper molar series	26,2 »	24,6 »	25,2 »	20,6 »

The capacity of the brain-cavity is about 68 ccm. in an adult male, but in a young male with only first molar developed about 50 ccm.

C. p. centralis takes in the Central Lake district undoubtedly the same biological place as the »Tumbili» monkeys in East Africa inhabiting dry forests, acacia-groves, gallery forests at the rivers of the steppe country etc.

Cercopithecus leucampyx schubotzi MATSCHIE.

♂ ♀ ¹⁸/₉, ♂ ad., ♀ semiad. ⁸/₁₂ 1913, Rutshuru; ♂ pull., ♀ juv., Beni, Aug., Sept. 1914; 1 ♂ old, *ibid.* Dec. 1914.

This race is, of course, very nearly related to *C. l. carruthersi* Pocock, but the latter is said to be »darker» on the belly than on the back, and that is not the case with the present specimens. On the other hand the adult males differ somewhat from MATSCHIE's description of *C. l. schubotzi* when the author quoted says — — — »die Gegend zwischen den Schultern nicht wesentlich dunkler — — — als der Rücken» — — —, for in the present specimens of adult males the area between the shoulders is black, sparingly ringed with whitish, thus darker than the back. In this respect, they resemble ELLIOT's »*Lasiopyga princeps*», but differ again from that one by the colour of the hind legs, which is only little darker than that of the back. In *Cercopithecus princeps* the thighs are said to be black »faintly speckled with white», and the legs beneath the knees only »very slightly so». *C. princeps* is also said to have the area between the shoulders »jet black».¹

The black band across the chest is more or less ticked with whitish rings in the adult males of the present collection; in the females it is blackish grey. The black of the distal portion of the tail has greater extension in the adult males than in the females and young.

The specimens from Beni and Rutshuru are similar in colour.

The old male from Beni with much worn teeth has the largest skull with a greatest length of 115,5 mm. The corresponding dimension of the two male skulls from Rutshuru is resp. 108,7 and 109 mm. Both are fully adult, but the molars are not yet much worn. The zygomatic breadth is resp. 75,7, 74,5 and 72 mm.; length of upper molar series resp. 28,3, 26,8, and 26,7 mm.

The capacity of the brain-cavity is about 70 ccm. in one, only about 67 ccm. in another adult male. In a quite young male with milk-dentition it is about 52 ccm.

This dark monkey appears to play biologically the same parts in the dense and ever-green forests of the Central Lake-district as the »Kima»-monkeys, i. e. the various races of the *albigularis*-group do in East Africa.

Cercopithecus kandti MATSCHIE.

1 ♂ ³⁰/₆; ♀ 1914, Kisenji, German East Africa.

These two specimens Capt. ARRHENIUS received as a present from a German officer.

The female is fully as, or perhaps still more brightly coloured than the male. Especially is to be noted that the deep red of the anal region extends more over the basal portion of the tail in the female than in the male.

¹The three mentioned races termed *carruthersi*, *princeps* and *schubotzi* are very nearly related, and it appears uncertain whether they can be distinguished by constant characteristics, if a great material was compared.

As the skull of this species appears to be undescribed, the type being a skin without skull, the following measurements of a fully adult, but not very old (parietal sutures still open) male skull are communicated.

Greatest length	117,3 mm.
Occipitonasal length	97,8
Basal length	88
Zygomatic breadth	78,6
Breadth of brain-case	59,3
Least postorbital width	42,5 »
Interorbital width	7,7
Breadth across middle of orbits	60
Length of nasals mesially	20,5
Palatal length	40
Greatest breadth of <i>planum nuchale</i>	60,6
Length of upper molar series	28,5
» » lower » »	33,5
» » upper canine	21

The capacity of the brain-cavity of this skull is about 76 ccm.

Cercocebus (Lophocebus).

This group is characterized by its crested head and long hair, but when ELLIOT in his monograph (Vol. II, p. 266) adds »zygomatic arch (jugal), below alveolar border of molars» this is evidently a characteristic which only holds good at most for some of the members of the group as already pointed out by SCHWARZ 1910.

Cercocebus (Lophocebus) albigena ituricus¹ MATSCHIE.

7 specimens, viz. 1 old ♂, 2 adult ♀♀, a young ♂ and 1 young ♀ from Beni, Jan. 1914, and an adult ♀ and a young ♂ from Rutshuru, ¹²/₁₂ 1913.

A member of the *albigena*-group with quite short-haired cheeks, a strongly developed brow-fringe and a large occipital tuft or crest.

In the old ♂ the general colour of body, head, limbs, feet and tail is jet black with the following exceptions. The short and sparsely set hairs on the sides of the head and on the throat are light or whitish grey (but the chin is black). The long and soft hair behind the ears, on the nape behind the parieto-occipital crest (which itself consists of black hair of normal texture), on the hind neck, and over the shoulders (where it is less soft and woolly) has a general colour which is most similar to »warm sepia» (DAUTHÉNAY: 305, 2). Towards the tips of the soft tufts behind the ears the colour fades to a paler tint, almost similar to »otter-brown» (DAUTHÉNAY: 354, 4). Some of the long hairs

¹ This species has in Zoological Record for 1913 erroneously been recorded under *Colobus*(!) and may thus easily be overlooked.

above the shoulders are provided with whitish rings 2—3 mm. in breadth, but with broader dark interspaces. These rings are too few to produce a real grizzled appearance.

The length of the hairs of the brow-fringe is 5—6,5 cm. The length of the hairs of the parieto-occipital crest is 5—7 cm., the longest hair being found on the occiput. The tufts behind the ears, and the long soft hairs on the neck attain a length of about 10 cm. The black hair of the upper back is generally 8 cm., but individual hairs reach a length of 13 cm., or even more.

The colour of the females is similar, but the »warm sepia» is somewhat paler on the long soft hairs at the ears, hind neck etc. The white rings on the hairs at the shoulders are still fewer than in the male and are entirely absent in one of the females from the Beni forest. In two of the females the colour of the lower side tends to assume a »reddish black» (DAUTHÉNAY: 344, 2) colour, or a dark shade of »warm sepia», and in some of them there is a slight tint of this colour on the thighs as well.

The three immature specimens are similar to the females. They have no light rings on the hairs at the shoulders.

The hairs of the females are partly less long than the corresponding ones of the male. The brow-fringe is about 5—6 cm. The tufts at the ears, and the long soft mane on the hind neck are less developed.

The colour of these specimens agrees with that of MATSCHIE's *Cercocebus albigena ituricus*, which appears to be the darkest of the known races of the *albigena*-group with the exception of LYDEKKER's *johnstoni* which originally was said to be entirely black, or, as ELLIOT adds¹ about the type (a young animal), »shoulders and under parts tinged with red». Afterwards it has been believed that the fullgrown *C. a. johnstoni* should have mane and a short mantle of a brownish tint, which ELLIOT terms »Prout's brown with a purplish tinge». Such a colour description does not in any case suit the present specimens. Besides MATSCHIE² has proved that his *ituricus* in no stage is entirely black, and this is confirmed by the conformity in colouration of the present specimens. The author just quoted has also pointed out that when reviewing the races of *Cercocebus* belonging to this group SCHWARZ has confused at least two different forms under the name of *johnstoni* viz. the Uganda Mangabey, which has a chocolate coloured mane and is smaller in size, and the Ituri form which is larger. MATSCHIE has named the former *C. a. ugandæ*, the latter *C. a. ituricus*.

With regard to the characteristics of the skull (cf. Pl. XII, fig. 1 & 2) there appears to be some confusion yet. When describing the skull of »*C. a. johnstoni*» SCHWARZ writes³ as follows: »Der untere Rand des Jochbogens liegt meist etwa in gleicher Höhe mit dem Alveolarrande». ELLIOT in his »Monograph» has gone so far as to declare⁴ as a characteristic of the whole subgenus »zygomatic arch (jugal), below alveolar border of molars». He does not appear to have observed that this statement stands in opposition to a quotation from SCHWARZ concerning *Cercocebus albigena zenkeri* which he renders a couple of

¹ Review of Primates II, p. 268.

² Rev. Zool. Afric. 1913, p. 208—210.

³ Sitz.ber. Ges. Naturforsch. Freunde, Berlin 1910.

⁴ l. c. II p. 266.

pages¹ further below, viz: »Der untere Rand des Jochbogens erscheint in der Seitenansicht etwa in der Höhe der Zahnwurzel der Molaren» — —.

In all the present seven specimens the lower margin of the zygomatic arch is well above the alveolar margin of the molars, the distance varying from 9—10 mm. in the adult (Pl. XII, fig. 1) to 6 mm. in some immature specimens.

As MATSCHIE had not mentioned anything about this in his description of *C. a. ituricus* I took the liberty of writing to him and asked about the condition of the zygomatic arch in the Ituri race. He kindly replied that it was as in other members of *Cercocebus* »6—10 mm. über der Höhe des Alveolarrandes». This question is thus settled, and in this respect the present specimens agree with the types.

The dimensions of some skulls in this collection are recorded below.

The upper molar series of this Mangabey is lightly and evenly arched as in »*C. a. johnstoni*» unlike *C. a. zenkeri* fide SCHWARZ. The palatal roof is also shaped about in the same way as SCHWARZ has described that of »*C. a. johnstoni*» viz. »im Querschnitt fast rechteckig mit dem Knick am oberen Wurzelende der Molaren».

	♂ old, Beni	♀, Rutshuru	♀ old, Beni
Greatest length of skull	126,6 mm.	115 mm.	116,5 mm.
Basal length of skull	95,5 »	76 »	—
Condylbasal length of skull	101 »	84 »	95 »
Nasion—gnathion	57 »	47 »	53 »
Nasion—inion	90 »	79 »	84 »
Palate length	53 (49,6) »	—	48 (43,5) »
Palate breadth inside canines	21 »	20 »	20 »
Length of nasals	30 »	21,5 »	21 » ²
Breadth of nasals	9,3 »	7 »	—
Zygomatic (greatest) width	82,6 »	71 »	75,5 »
Least postorbital width	47 »	43 »	42,9 »
Breadth across the orbits	66,8 »	56 »	62 »
Width of brain-case	63,3 »	61 »	58,5 »
Mastoid breadth	71,8 »	62 »	65 »
Breadth across canines	34 »	29,5 »	32,4 »
Back of m^0 to front of c (alveolar)	37,1 »	35 »	37,4 »
Back of m_3 to front of c (alveolar)	40,6 »	39 »	41,2 »
Length of upper molars only	29 »	29,5 »	28,5 »
Greatest transverse diameter of m^2	7 »	6,6 »	6,2 » ³
Length of m_2	7,5 »	7,1 »	7,2 »
Length of m_3	7,8 »	8 »	8 »
Gnathion to hind margin of jugale	53,6 »	43 »	52,6 »

¹ l. c. p. 269.

² In another female 24,5 mm.

³ In a young but adult female this diameter of the unworn tooth is 6,9 mm.

Papio tessellatus ELLIOT.

1 ♂ ad., 1 ♂ semiad., 1 ♂ juv. $\frac{5}{8}$; 1 ♀ ad. $\frac{8}{8}$; 1 ♀ ad. $\frac{16}{9}$; 1 ♂ pull. $\frac{7}{8}$ 1913, Rutshuru; 1 ♂ ad. killed in a forest near Rutshuru $\frac{25}{2}$ 1914; 1 ♂ ad. killed in »forêt et montagne Kabwe, Rutshuru $\frac{29}{3}$ 1914.

Named »Kabula» in kisuahili.

The Baboons which constitute this very interesting and valuable series have been collected not very far from the type locality (Mulema, Nkole, Uganda) of *Papio tessellatum* (!) ELLIOT. This Baboon has later been stated from Kagera as well, according to HECK.¹ It could therefore be expected that the Baboons of Rutshuru should belong to this race. The cranial measurements of ELLIOT's type (»a very large animal») agree quite well with the corresponding ones of the adult males in this collection as the accompanying table of measurements indicates, but the colour of the Nkole Baboon as described by ELLIOT differs from that of the present specimens to some degree. He says: »Hairs throughout on head, neck and body seal brown, with a broad subterminal band of a darkish cream color and tips black». This description suits the female and semiadult specimens of this series with the exception that the colour of the subterminal rings of the hairs on the hind quarters exhibit a brighter shade than »cream» and approach more to »ochraceous buff» of RIDGWAY's nomenclature. This is still more the case with regard to the males in which only the rings on the head and neck might be termed »darkish cream coloured», but on the back and hind quarters the corresponding parts tend more to »ochraceous buff» or even »antimony yellow». On the outer side of the arms and legs the colour of the pale rings dominates. The hands and feet of the adult males are black with some sprinkling of the light rings visible. In the females and young males the hands are black, in the former somewhat mixed with brownish. The feet of the young males are mixed brownish black and »buffy brown», and those of the females still paler as they also are more or less mixed with the colour of the legs derived from the pale rings of the hairs.

The quite young animal, which is the palest of all, has the hands blotched with black, but the feet only dark brown at the toes.

The »checkered appearance», about which ELLIOT speaks, is less visible in the old males than in the females. In the latter and in the young males the black tips to the hairs also form black blotches on the crown of the head.

The tail of this Baboon is rather short measuring in an adult male 41,5 cm. without hair, or with the hairs 49 cm. In the adult female it is only 31,5 cm. with the about 3 cm. long hairs at the tip.

The above mentioned differences in colour between these adult specimens and ELLIOT's type of *P. tessellatus* are probably due to the latter having the originally ochraceous and yellow rings faded.

In the adult male skulls from Rutshuru the nasals are as ELLIOT describes them in the type: »rounded and raised above the plane of the rostrum (Pl. VII, fig. 4). The

¹ BREHM's Tierleben, Säugetiere, Bd. IV.

small process on the frontal ridge over each orbit near end of nasals», about which the author quoted speaks, is also present, but it is nothing characteristic to this race of Baboons, nor to Baboons as for instance a similar process can be seen in *Cercocebus* skulls as well (cf. Pl. XII, fig. 2).

	♂ ad.	♂ semiad. ¹	♂ juv. ²	♂ pull. ³	♀ ad.	♂ ad. ⁴
Total length	216 mm.	171 mm.	143,6 mm.	117,3 mm.	164,5 mm.	210 mm.
Occipitonasal length mesially	175 »	141 »	123 »	107,4 »	137,5 »	172
Basal length	155 »	119 »	92,6 »	66 »	111 »	154
Zygomatic width	129 »	101 »	90 »	74,3 »	100 »	121
Palatal length (inside between median incisors)	99 »	73 »	55 »	38 »	70 »	95 »
Breadth of brain-case	81 »	83 »	74,5 »	71,6 »	78 »	85,5
Least postorbital width	58 »	59,5 »	54,7 »	53,6 »	59 »	57,7
Interorbital width	14 »	8 »	6,8 »	4,7 »	9,3 »	11,9
Length of nasals mesially	73 »	53 »	38,3 »	33,3 »	59 »	72
Width of snout across first premolar	57,5 »	45 »	40,6 »	32,2 »	40,4 »	52
Distance from mesial point of superciliary ridge to tip of premaxillary	135 »	102 »	74,8 »	61 »	106,6 »	133,5
Distance from the same point as above and the occiput (without crest)	105 »	104 »	97 »	90 »	101 »	106
Distance between outer brims of the orbital walls on a level with the middle of the orbit	95 »	74,5 »	67,5 »	53,3 »	74,3 »	91
Distance from lower border of orbit to mesial tip of nasals	67,3 »	43 »	29 »	21 »	46,3 »	65 »
Width of upper surface of muzzle halfway between orbits and tip of nasals	45 »	41 »	33 »	23,8 »	34 »	41
Width of palate between last molars	31 »	—	—	—	25 »	29,5 »
Length of upper molar series	53 »	—	—	—	49 »	54,6 »
Length of lower molar series	62 »	—	—	—	56 »	—

The nasals of the females and the young animals are anteriorly flat and not raised. (cf. Pl. VII). In the females the lateral parts of the snout are not swollen, nor forming elevated ridges. In the males on the other hand this masculine characteristic begins to show at a very early period. Already in the quite young male with only milk-dentition a swelling or inflation is apparent in the upper anterior portion of the maxillary (Pl. VII, fig. 1). In the young male with the first molar developed this inflation is still larger, but it is yet evenly rounded off (Pl. VII, fig. 2). In the semiadult with the second molar developed the swellings are already very large (Pl. VII, fig. 3); there is a deep and broad pit on the sides of the maxillary above the roots of the molars, and the upper surface of the rostrum displays longitudinal grooves between the elevated nasals and the lateral swellings. The latter have, however, still a smooth surface and are broadly rounded off on the sides. Finally in the adult (Pl. VII, fig. 4) the rostrum gets its definite shape; the

¹ Last molar not yet visible, *c* not much higher than first premolar.

² Only first molar developed, *dc* present.

³ Only milk-dentition.

⁴ From Hoima, Uganda.

nasals form a median rounded ridge, on either side bordered by a broad shallow groove, on the outside of which the now compact lateral ridges rise as a crowning of the vertical side walls of the maxillary. The whole upper surface of the snout ridges has gotten an uneven and rugged appearance, and the compactness of the bones indicates their value as protective armature.

The nasals are very different in shape at different ages. In the young animal with only milk-dentition the anterior portion of the nasals, which already are fully anchylosed without any visible mesial suture, is broadly triangular measuring 11 mm. in breadth at the nasal opening, or not much less than in the old male. This triangular portion has about the same length as breadth, but the nasals are then produced backwards as very narrow linear strips of bone, only measuring about 2 mm. together in the interorbital region. These posterior narrow parts of the nasals are not yet coossified but show an open mesial suture. This suture has already disappeared in the next stage with the first molar developed. At the same time the shape has altered so that the nasals do not any longer form a broad anterior triangle with a narrow posterior shaft, but they taper more gradually backwards, because the middle and posterior portions have grown somewhat in breadth. The development of these bones has continued in the same direction in the next stage with the second molar developed. In the fully adult male the greatest anterior breadth of the nasals is 13,8 mm. and 28 mm. from the anterior end it is still 12 mm. On a level with the centre of the orbit it is 6,4 mm. These measurements compared with those indicating the length of these bones, and which are recorded in the table above, show the gradual transformation of the nasals. With the increasing breadth of the posterior parts of the nasals they are also thickened, and at the same time rising above the surrounding bones. It has already been stated that the nasals of the female are flat. In their general outline they resemble those of the semiadult male with the second molar developed.

With regard to the development of the skull at the different ages represented it can be concluded from several of the series of measurements in the table that it is chiefly the facial portion which grows, while the brain-case increases less in size (cf. Pl. VII). The breadth of the brain-case of the young male with milk-dentition is already fully 88 % of that of the adult male. In a similar way there is only a difference of about 4 mm. between the least postorbital width of the young with milk-dentition and that of the adult male. The length of the brain-case is not so easy to measure exactly, but if this is attempted by taking the distance from the mesial point of the superciliary ridge to the occiput (not counting the occipital crest of the adult) we find that this dimension of the young with milk-dentition represents nearly 77 % of the whole length of the skull, and it is 85,7 % of the length of the brain-case of the adult male, which in the same measures less than half the total length of the skull. If the skull with the first molar developed is compared in this respect with the adult, we find that the corresponding percentage is not less than 92,3 %. To fully estimate this it must be remembered that the total length of the skull of the young animal with milk-dentition is only 56,9 % of that of the adult, and the total length of the skull with the first molar developed is 66,4 % of the adult.

Quite opposite relative conditions are found if such measurements as express the

dimensions of the facial portion of the skull are compared. Thus the palatal length of the young with milk-dentition is less than a third of the length of the whole skull, and only 38,3 % of the corresponding palatal measurement of the adult. In the skull with the first molar developed the rostral portion has increased so much that the palatal length is contained only $2\frac{3}{5}$ times in the length of the skull, and if compared with the palatal length of the adult the percentage is 55,5 %. In the semiadult skull with the second molar developed the palatal length is contained about $2\frac{1}{3}$ times in the length of the skull, and it represents 73,7 % of the palatal length of the adult. The rostral portion of the skull thus increases in length pari passu with the development of the dentition. From the beginning the general shape of the skull of the young Baboon with milk-dentition is very similar to that of f. i. an adult *Cercocebus*-skull. It is first with the fuller development of the permanent dentition that it becomes »dog-faced».

This development of the dog-like shape of the skull appears to increase most rapidly at the age when the second molar grows up. This can be found by comparing fig. 2 and fig. 3 of Pl. VII and by the following relative measurements. The length of the face, measured from the mesial point of the superciliary ridge to the tip of the premaxillary, is in the young Baboon with milk-dentition only 52 % of the total length of the skull, and in the young Baboon with the first molar fully developed the relation is the same, viz. up to that time the different portions of the skull have grown in practically the same proportions. In the semiadult Baboon again with the second molar developed the length of the face measured as above is not less than 59,6 % of the total length of the skull, and in the adult it is 62 %.

The final modelling of the male skull follows first after the development of second molar at the same time as the canines attain their full size, the third molars develop, and the animal reaches maturity. With the development of the dentition the musculature of the jaws increases very strongly which in a high degree influences the bones. The zygomatic arches are widened and strengthened (cf. Pl. VII, fig. 3 & 4), and at the same time also the walls of the orbit etc. The interorbital wall grows to almost the double thickness. The preorbital portion of the nasals increases with about 50 percent as compared with the semiadult, and so on, which all can be concluded from the recorded measurements.

The skull of the adult female (Pl. VII, fig. 5) is in general shape rather similar to that of the semiadult male (Pl. VII, fig. 3) with the second molar developed, in spite of the fact that the snout of the female is narrower and has no swollen lateral ridges etc. as the male. This likeness is probably due to an analogous development of the musculature of the jaws in the female and the semiadult male. The female has no very large canines, and those of the male in the stage mentioned have not yet developed to greater size than those of the female. The armature of both is thus similar and much less powerful than that of the adult male. The zygomatic width is therefore almost alike, the same is still more the case with the width across the middle of the orbit. The difference in palatal length is only 3 mm. in favour of the semiadult male. The length of the face from the mesial point of the supraorbital ridge to the tip of the premaxillary is only about 4 mm. longer in the adult female than in the semiadult male.

The dimensions of the brain-case of the female as expressed by the measurements of the greatest width, the least postorbital width and the distance between the supra-orbital ridge and the occiput (without crest) are very similar to those of the adult and semiadult males, although the latter are a little greater than those of the female.

The capacity of the brain cavity is in the young Baboon with milk-dentition about	144	ccm.
The same of the young male with first molar developed is about	155	»
The same of the semiadult male with second molar developed is about	185	»
The same of the adult male is about	185	»
The same of the adult female is about	172	»

Judging from external measurements of the skull it is rather surprising to find that it is so much difference in volume between the brain-cavity of the adult male and that of the female. It appears probably that this is due to the male brain-cavity being wider behind in its occipital portion than that of the female. To prove this with exact measurements is difficult without cutting the skulls, and this material is too precious for that. As it has been stated above the adult female and the semiadult male (with second molar developed) skulls represent in several respects the same morphological stage because the latter has not yet attained the great massiveness of the bones found in the adult male. It may therefore be assumed that in both the breadth of the squama occipitalis stands in the same relationship to the width of respective brain-cavities the wall of which it forms. As the greatest breadth of the planum nuchale in the female skull is 74 mm., and that of the semiadult male is 85 mm., it may be concluded that the posterior portion of the male brain-cavity is in a corresponding degree wider than that of the female. This may be the explanation of the difference in volume of the brain-cavities as recorded above.

With regard to the stages of development of the dentition of the young Baboons of this collection the following communications can be made. In the youngest skull only the complete milk-dentition is present.

In the next youngest skull, characterized by the presence of the first molars, the permanent upper incisors are present, but the lateral pair has not attained full height. In the lower jaw the median pair of permanent incisors have attained full size, but the lateral pair are cutting the gum. The milk-canines and milk-molars are present in both jaws.

In the semiadult skull with the second molars developed no milk teeth are left; the permanent incisors and premolars are fully developed, but the canines of the lower jaw have not quite reached the height of the first premolar; and those of the upper jaw are still shorter.

Papio tessellatus ELLIOT is of course nothing more than a geographical subspecies of the same group of dark Baboons as *P. doguera*, *furax* etc. How far it is distributed in its typical form is not yet known. I am, however, able to state that already at Hoima in the Uganda Protectorate the dark Baboons of this group are somewhat different. This can be done because my friend Prof. Dr. ROB. E. FRIES has kindly permitted me to examine and measure the skull of an adult male Baboon which he shot some years

ago at the place mentioned. The measurements of this are recorded to the right in the table above. From this can be seen that the Hoima Baboon is a little smaller in most dimensions, although these differences are of minor importance. The most conspicuous difference is that the Hoima Baboon has the nasals flat in front, and only little raised behind in which respects it resembles *P. furax*. The lateral walls of the rostrum are less vertical, and the pits above the roots of the molars are less deep, even than in the semia-dult *tessellatus*.

Although it thus appears to be racial differences between this Baboon and *P. tessellatus*, I prefer to leave it unnamed until more material has been obtained.

Perodictius arrhenii n. sp.

A male specimen collected near Masisi, a place situated three days west of Lake Kivu, Febr. 1914.

General colour brown, representing a shade between »snuff brown» (DAUTHÉNAY 303) and »dark fawn» (DAUTHÉNAY 307, 2). This general colour is more or less overlaid with blackish on the back. This black shade gradually increases from the lower back towards the interscapular region, where a marbled or mottled appearance is produced in which the black almost predominates. On the forehead, the region around the ears and on the upper arms the blackish is rather strongly represented as well by long black tips to the hairs. The basal parts of the fur is dark grey, or slaty gray. Especially on the middle of the back and on the upper back there is a great number of hoary-tipped hairs which in certain shades of light produce a frosty appearance. The long and thin, bristle-hairs (sensitive!), which project far above the fur, are especially numerous on the upper back, neck, head and shoulder-region, and they are all white. The outer side of the limbs are similar to the adjoining parts of the back, thus the upper arms are rather strongly overlaid with blackish, but the thighs not. The tail has the colour of the back, but is dusky at the tip. The inside of the hind limbs, and the genital and anal regions are buffy. The inside of the forelimbs, and the throat are a light shade of snuff-brown, or a little more buffish. The rest of the lower parts are whitish grey, especially in the middle with a buffish tint. The hands and feet are »raw umber» (DAUTHÉNAY 301) darkening to »sepia» (DAUTHÉNAY 300) on fingers and toes.

By this colour the present specimen differs very plainly from the grey *P. ibeanus* from Elgon. *P. ju-ju* of Southern Nigeria appears also to be very different in colour being described as »drab-grey», and with the »bristle-hairs practically absent». ¹ *P. edwardsi* from Gaboon is said by DE WINTON² to be »dull greyish» and »characterized by its — short tail». The latter characteristic is mentioned in connection with the description by the author quoted of *P. batesi* (from Benito River) which is said to have the length of the tail 40 mm., and it is said to be »as short as or shorter than that of *P. edwardsi*». The tail of the latter cannot thus in any case be much longer than 40 mm. As the length of the same organ in the present specimen is fully 70 mm. (without hairs) it thus differs

¹ THOMAS: Ann. & Mag. Nat. Hist., Ser. 8, Vol. V, p. 351—352, 1910.

² Ann. & Mag. Nat. Hist., Ser. 7, Vol. IX, p. 48, 1902.

widely from these two species. As *P. batesi* is described as »rufous almost red-mahogany» it is also very different in colour. In a specimen from Mukimbungu, Lower Congo, which I regard to be *P. batesi*, the bristle hairs are black, unlike those in the new species. *P. faustus* which THOMAS has originally described¹ from »Irneti Bompona, R. Maringa, Central Congo» and quite recently² also mentioned from Medje and Poko, Upper Congo, is also provided with a very short tail, »shorter than usual», viz. 38 mm. With regard to the colour *P. faustus* reminds about the present species by the presence of a »large number of hoary-tipped hairs intermingled with the general fur on the body behind the shoulders» — —. »Of the thin outer hairs projecting beyond the wool-hairs perhaps half are blackish and half hoary-tipped.» This partial resemblance cannot, however, lead to identification with this Potto from Masisi as the molars of both species are so widely different. THOMAS writes regarding *P. faustus* about this: »anterior molar (m^1) smaller than m^2 ; m^3 unusually large, little smaller than m^2 and fully as large as m^1 . Small lower premolars low, not exceeding m_1 in height» — —. In ARRHENIUS's Potto m^1 is a little smaller than m^2 , but much larger than m^3 (cf. below), and small lower premolars plainly exceeding m_1 in height.

Dimensions of ARRHENIUS's Potto: Head and body (skin) 395 mm; tail 70 mm; hind foot 76 mm.

Skull:

Upper length, occiput to tip of nasals	62,8 mm.
Basal length	60 »
Condylolincisive length	64 »
Least interorbital width	10 »
Zygomatic breadth	45,6 »
Length of nasals (uncertain, suture obsolete)	16 »
Palate length	25,3 »
Breadth of brain-case	31,5 »
Upper cheek teeth series	18 »
Molars only	9
Transverse diameter of m^1	3,7 »
» » » m^2	3,8 »
» » » m^3	3,2 »

The length of m^1 and m^2 is practically the same or about 3,5 mm., but the inner heel of m^1 is a little narrower than that of m^2 . The length of m^3 is about 2,3 mm.

Length of lower jaw	45 mm.
Lower series of cheek-teeth	15,5 »
Molars only	10 »

The formula of m^3 should thus be for this species $2,3 \times 3,2$, while it is for *P. faustus* $3,4 \times 4,7$ according to THOMAS (l. c. p. 427).

DE WINTON has not published any cranial measurements of his *P. batesi*, and the figures quoted by ELLIOT for the type of this species are unfortunately very uncertain

¹ Ann. & Mag. Hist., Ser. 8, Vol. VI, p. 426—427, 1910.

² » » » » » » » XVI p. 467, 1915.

as there at least in two cases must be grave misprints, viz. when the zygomatic breadth is put to »21» (or less than the breadth of the brain-case), and the length of the mandible to »29» mm. If the figure indicating the length of the palate of *P. batesi*, viz. 20 mm., is correctly given by ELLIOT this dimension is very much smaller than in the present species, which thus appears to be fully distinct.

If the Potto from Mukimbungu, Lower Congo, really is, as I presume, *P. batesi* there appears to be another difference in dimensions between these two Pottos. The breadth across the outer side of m^3 is in *P. arrhenii* only 21 mm., but in *P. batesi* 24,3 mm. This stands in connection with the fact that the molars of the latter are very much larger. The transverse diameter of m^2 and m^3 is thus in the specimen from Mukimbungu resp. 4,7 and 5,1 mm.

Hemigalago demidoffi medius THOMAS.

One specimen from Masisi, 3 days west of Lake Kivu, Febr. 1914.

The skull is unfortunately broken, but I think the identification is correct.

Rousettus leachi A. SMITH.

A female from Masisi, Febr. 1914.

Hypsignathus monstrosus H. ALLEN.

One specimen without skull.

Micropteropus pusillus PETERS.

One specimen without exact locality.

Potamogale velox argens THOMAS.

One specimen from Masisi, Febr. 1914. The condylobasal length of the skull of this specimen is only 61,5 mm. against 66 mm. in the type, but otherwise the correspondence is satisfactory. The locality mentioned appears to be among the easternmost for this chiefly western type.

Felis leo bleyenberghi LÖNNBERG.

1 ♂ ad., Kabare, $^{21}/_2$ 1913; 1 young specimen, Rutshuru, $^6/_8$ 1913; 1 ad. but young ♂, Beni $^{31}/_{12}$ 1914.

Some years ago the present author had the pleasure of describing a small-headed race of Lion from Katanga, representatives of which were kept in the Congo Museum at Tervueren.¹ The Lions collected by Capt. ARRHENIUS appear to belong to this same

¹ Rev. Zool. Africaine. Vol. III, fasc. 2, 1913.

race distinguished by its small head, and by the mane being confined to the neck, no extending over the shoulders. The dimensions of the skull from Kabare and another which is older and probably from Rutshuru (in the private possession of the present writer) are as follows.



Fig. 2. *Felis leo bleyenberghi* LÖNNBERG shot by Capt. E. ARRHENIUS at Rutshuru.

	♂ Kabare	♂ Rutshuru
Greatest length of skull	349 mm.	348,5 mm.
Condyllo-incisive length of skull	311 »	312 »
Basal length of skull	294 »	294 »
Zygomatic breadth	215 »	224 »
Width across upper carnassials	120,5 »	125,5 »
Breadth across foremost premolars	—	86 »
Width of choanæ a little behind palatal border .	33,5 »	38 »
Distance between heels of upper carnassials . .	79 »	79 »
Interorbital breadth	68,2 »	71,6 »
Width across postorbital processes	110 »	101 »
Least postorbital width	67 »	65 »
Breadth of bulla	30,2 »	31 »
Length of bulla	50,5 »	52,6 »
Length of upper carnassial	37 »	37,4 »
Length of nasals	92,5 »	94,2 »
Combined breadth of nasals in front	59,2 »	62,3 »

HELLER has named a Lion from Uganda *Felis leo nyanzæ*. The cranial measurements, which he has communicated, indicate a comparatively small-headed race, most dimensions are, however, larger than those of *Felis leo bleyenberghi*. With regard to the colour

the specimens of the present collection are intermediate between the very pale typical Katanga Lion, which I described as being »pale yellowish grey, sand-coloured, more yellowish than 'putty colour' (DAUTHÉNAVY 311)», and the »ochraceous-tawny» and »ochraceous» Uganda Lion, as HELLER describes the latter. It appears probable that both these comparatively small-headed races of Lion gradually merge into each other in the country west of Victoria Nyanza. The type locality of *F. l. nyanzæ* is situated north of this lake.

The measurements above prove a great correspondence in dimensions between these two skulls, and at the same time that they are similar to the type of the Katanga Lion, which latter, however, is a little broader. This difference is not great. Unlike the condition found in NEUMANN'S *massaicus*-race the distance between the bullæ is less broad than the breadth of the choanæ.

The specimen from Beni has not yet attained full size, and therefore it does not admit a direct comparison. As far as can be seen, it does not differ except in such juvenile characteristics as are still retained, f. i. the spots on the belly and on the hind legs are more conspicuous.

The young specimen from Rutshuru has still its milk-dentition. The greatest length of the skull is 178 mm. The »milk carnassial» dp^3 has a length of 24 mm. The lower canines have on their inner side a well developed cusp against which di^3 works. The spots on the legs and on the belly are well conspicuous. On the hind legs they are partly dark brown, but small, only about 1 cm.

***Felis pardus centralis* n. subsp.**

Three young specimens with milk-dentition collected at Rutshuru resp. $\frac{6}{3}$, $\frac{9}{4}$, and $\frac{2}{10}$, 1913. A fine male from Kabare at Lake Albert Edward killed $\frac{19}{5}$, 1914.

The »milk-carnassial» of one of these young Leopards measured 16 mm. in length, in another 18 mm., which probably is due to difference in sex.

The skin of the adult male Leopard from Kabare is very beautiful and striking with regard to its pattern. The rosette-spots are large, in the shape of somewhat irregular rings often with 1—3, sometimes even 4 small black spots in the centre. The pattern reminds thus in a high degree about that of a Jaguar. Thanks to the large size of the rosettes the ground colour only forms a reticulate system, which is very pale. From white on the belly it shades gradually through the palest shade of »Maize yellow» (DAUTHÉNAVY, Rep. de Coul. 36, 1) on the flanks to »yellowish buff» (l. c. 310, 2 & 3) on the back. The centre of the rings have as usual a more saturated colour beginning with »Maize yellow» (36, 3 & 4) down on the lower flanks and gradually reaching »yellowish buff» (310, 3 & 4) on the back. The ground colour of the nose and upper parts of the head is »Maize yellow» (36, 4), on the sides of the neck a lighter shade of the same tint, but on the upper neck »yellowish buff» (310, 3). The ground colour of the throat is white, extending up on the sides of the head almost to below the eyes with a light shade of »Maize yellow». The legs are similar. From this may be concluded that the ground colour all over is very light. The spots on the head are solid, very small on the interorbital region (5—

7 mm.), not much larger on the lips, but on the crown 12—20 mm. From the nape along the upper neck is mesially a row of rather small, elongate spots, and on either side of these



Fig. 3. *Felis pardus centralis* from Kabare.

a row of larger black spots, several of which have a small buff centre. On the back above the shoulders the mesial row may be traced, and on the sides of the same the nearest spots as well are solid and elongate. On the middle of the back the mesial series is less conspicuous as such, especially as some of the spots become annulate with buff centres, but the black of the rings is then always broader than in the lateral rings. On the posterior back the mesial series and its accompanying side rows become well visible again, the former with solid spots, the latter with small buff centres, but broadly black. At the base of the tail this pattern is dissolved into narrow elongate spots which are irregularly crowded into transverse series counting about 7—8 spots. On the apical third of the tail these become confluent into irregular transverse spots, or bands separated from each other by narrow white rings. The pattern of the shoulders is very indefinite. It is made up of small spots which often become confluent into many transverse bands, and sometimes form small rings. The sides of the body are entirely covered with the large (mostly 5—7 cm.) rings, already mentioned, which often have central spots. The spots on the lower parts and the legs are solid, although partly grouped into rosettes.

The pattern of this Leopard differs chiefly from that of other African Leopards by its large, partly Jaguar-like rings.

CAMERANO has described¹ a Leopard from Ruwenzori, named by him *Felis pardus ruwenzorii*. In some respects this animal resembles the present one, but there are also several differences. The author quoted describes the general colour of his subspecies as

¹ Il Ruwenzori, Relazione scientifiche, Vol. I.

»terra ombra naturale chiara» and in another place as »brunastre con tendenza — all'olivastro», which appears to differ considerably from the general colour of the Leopard from Kabare. To judge from CAMERANO's figure the rings on the flanks are much heavier, black with comparatively small centres. Also in other places the black spots or rosettes are heavier, and the spots on the tail are roundish. As Leopards vary a great deal individually this difference may perhaps not be fundamental, but for the present they appear to exclude an identification. On the other hand this Museum received in the year 1905 the skin of a very large Leopard which Lieutenant KARL ERIKSSON had collected in the interior of Belgian Congo. This skin is more similar to that from Kabare, and has large ring-like rosettes some of which have, as in the Jaguar, central spots, sometimes even 4 such in a ring.

The length of the unstretched softened skin from Kabare is from snout to vent 150 cm., and the length of the tail is 84 cm. If the latter is laid forward over the back, it does not reach the shoulders, and it is thus short. It is, however, not so short as in the Ruwenzori Leopard in which it only measures 68 cm. according to CAMERANO. In the latter subspecies the end of the tail has longer hairs on its distal fourth so that it almost appears somewhat bushy on the figure. The Leopard from Kabare has also longer hairs (26—28 mm.) on the distal part of the tail than at the proximal (15—16 mm.), but this appears less pronounced. — It must here be kept in mind, that all Leopards have the hairs on the distal portion of the tail longer than on the proximal parts, although it often is little visible.

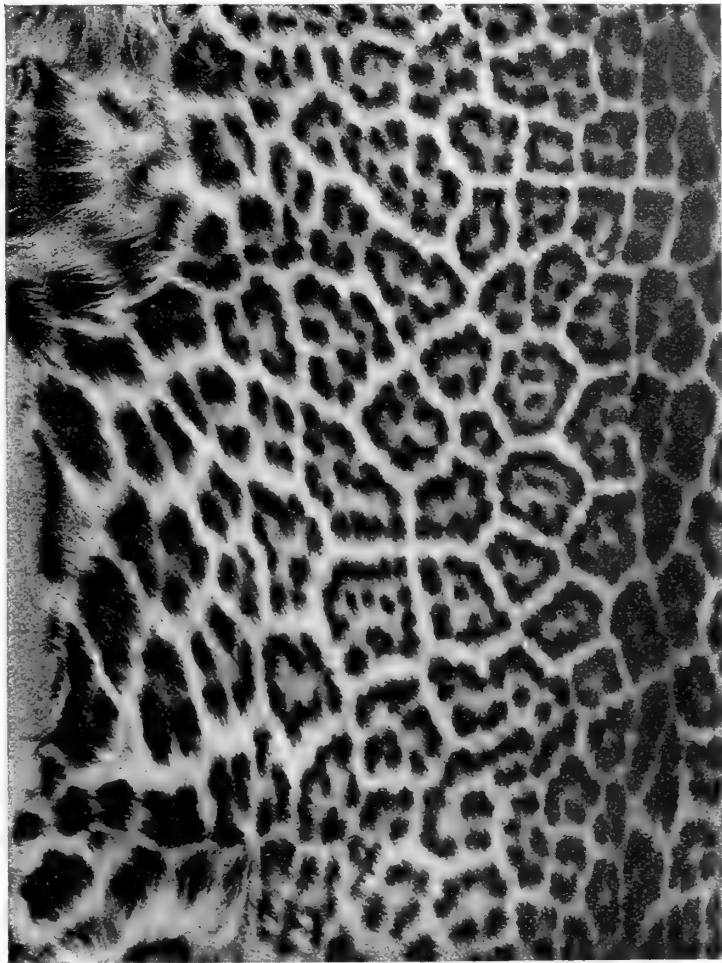


Fig. 4. A piece of skin from the left flank of *Felis pardus centralis*.

The young Leopards from Rutshuru must be supposed to belong to the same race as the one from Kabare, and it is therefore of interest to state that even in such young specimens the rings are quite well developed and defined all over the flanks, which appears rather early, but it proves that this pattern is fairly constant in these parts of Africa.

The skull of the Kabare Leopard indicates an adult, but not very old animal, because the basal suture is still open. Considering this the dimensions of the skull prove

that it belongs to a large race, all measurements being, as is shown below, larger than those of the Ruwenzori Leopard which has the total length of the skull 224 mm. On the other hand the measurements are smaller than those which have been recorded by Pocock for some West-African Leopard skulls, the total length of which varies between 278,1 and 262,5 mm.

A Leopard »from the Loita Plains, Southern Guaso Nyiro district, British East Africa» described by HELLER under the name *Felis pardus fortis*¹ has also a very large skull with the greatest length amounting to 260 mm.,² and also other dimensions greater than those of the present specimen from Kabare. *F. p. fortis* is, however, very different. It is described as having »numerous small rosetted spots, the central color of which is not differentiated in shade from the general ground color». Unlike the Leopard from Kabare *F. p. fortis* has no upper first premolar, and its bullæ are much smaller not rising to the level of the mastoid process.

Another Leopard, from Gondokoro, also described by HELLER (in the same paper as the foregoing) under the name of *Felis pardus chui* is also a large animal with the greatest length of the skull 243 mm. It is said to have »widely isolated spots», »more extensive white surface to the underside of the tail» (than *suahilica*). It has smaller upper carnassial, but broader pterygoid fossa than the Leopard from Kabare, the skull measurements of which are recorded below.

	♂ from Kabare	♂ from Inner Congo
Total length of skull	233 mm.	239 mm.
Condyllo-incisive length	210 "	219 "
Basal length	196 "	205 "
Zygomatic breadth	141,5 "	147,6 "
Length of nasals mesially	54 "	—
Combined breadth of nasals anteriorly	35,5 "	—
Breadth of brain case	77,7 "	75 "
Breadth of mesopterygoid fossa	23,5 "	2,5 "
Interorbital width	39 "	38,6 "
Length of palate mesially	103 "	104 "
Length of <i>p</i> ²	18 "	18,2 "
Length of <i>p</i> ³	26 "	26 "
Distance between bullæ	21 "	21 "
Breadth of bullæ	21 "	21,5 "

The capacity of the brain cavity of the Leopard from Kabare is 170 ccm. and that of the Congo Leopard about 165 ccm. In the table above are at the side of the measurements of the Kabare skull also recorded the corresponding ones of a male Leopard skull from Inner Belgian Congo which has been presented by Lieutenant KARL ERIKSSON, and which closely resembles this one.

¹ Smithsonian. Misc. Coll., Vol. 61, n:o 19, Washington 1913.

² In »Life Histories of African Game Animals» by ROOSEWELT & HELLER the same leopard is said to be from the »Mau highlands of British East Africa».

A further comparison between these measurements and those recorded by Pocock¹ for the skulls from Sette Kama, Gaboon, proves that there are several important differences. In the present skull from Kabare the breadth of the bulla is equal to the distance between both bullæ (the same is practically the case with the other Congo-skulls as well), but in the Gaboon Leopards the former measurement is greater and always more than 25 mm. Pocock appears also to lay much stress on the shape and breadth of the mesopterygoid fossa. He calls that of the Gaboon Leopards narrow with almost parallel sides. The by him published figure and the recorded measurements prove this.

The breadth of the mesopterygoid fossa in the skulls from Gaboon varies between 14 and 18,7 mm. This narrowness is decidedly in contrast with the broadness of the same dimension in the Kabare skull. The skull presented by Lieutenant ERIKSSON, and which is from the interior of the Congo forest, is also much broader in this respect than the specimens from Sette Kama. Pocock has also at the same time pointed out that »the anterior border of the fossa is at all events as a rule produced backwards into a sharply pointed angle in Asiatic Leopards, whereas in African Leopards it is generally at least markedly straighter, sometimes indeed slightly notched». To this I must say that unfortunately the shape of the posterior border of the palate, or as Pocock prefers to name it, the anterior border of fossa mesopterygoidea, is not constant neither in Asiatic, nor in African Leopards. To prove this I may mention that among three male Leopard skulls (all adult), which Count NILS GYLDENSTOLPE has brought home from Siam, one has this border forming a backwards projecting angle, in the second it is straight, and in the third² it is decidedly concave. Further among Leopard skulls from Eritrea collected at Gheleb by the Swedish Missionary, Pastor K. RODÉN one has a prominent mesial point on this border, but in another it is notched and so on. This variability reduces also the importance of the difference with regard to the posterior palatal border which exists in the Kabare skull and the one presented by Lieutenant ERIKSSON. In the latter this border is almost straight, although somewhat irregular, in the former it has a comparatively broad mesial process which is notched at the end (fig. 5).

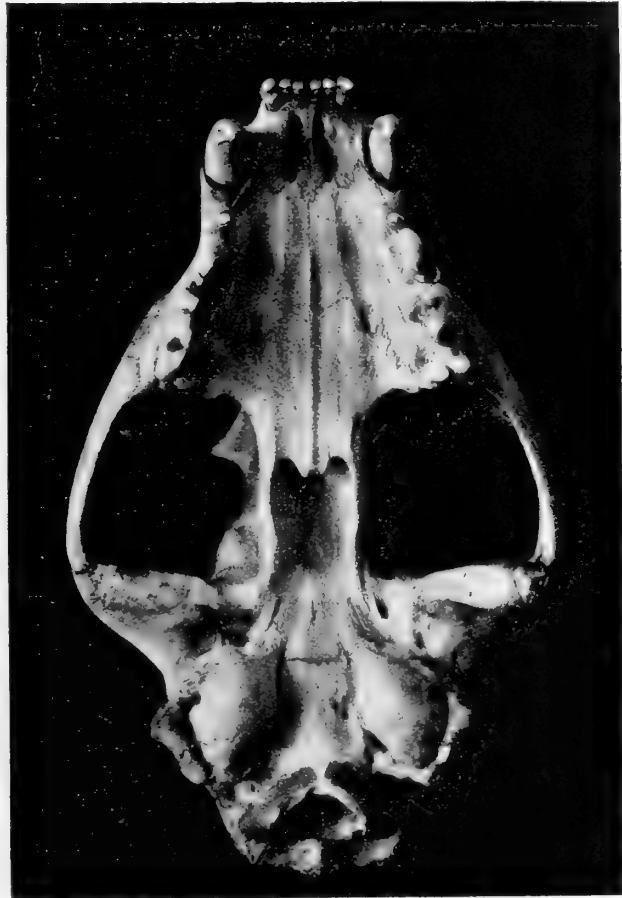


Fig. 5. Palatal view of skull of *Felis pardus centralis* n. subsp.

¹ Proc. Zool. Soc. 1909, p. 204—209.

² From the Nan province.

The fact remains, however, that in the interior of Congo lives a race of Leopards which have large ring-like rosettes, partly provided with 1—4 small spots in the centre, broad choanæ (more than 20 mm.) and the interspace between the bullæ about equal to the breadth of the bulla. This race is, as it seems, well defined from the Leopards of the west coast districts in Gaboon with regard to their skulls as described by Pocock, who has considered them to represent SCHREBER's *leopardus* and thus named them *Felis pardus leopardus*. SCHREBER describes his »*leopardus*» from Africa and says: »Insonderheit bewohnt er die Westküste, von Senegal an bis zum Vorgebirge der Guten Hoffnung, häufig». From a geographical point of view there is thus nothing prohibiting that the Gaboon Leopards are named »*leopardus* SCHREB.». This is, however, not sufficient. It must also be considered, how SCHREBER describes the animal to which he gives this name. He says¹ about it: »Die Länge des Körpers nicht viel über vier, des Schwanzes zweien bis drittelhalb Fuss», and he adds »kleiner als der Panther». The picture of the animal named »*Felis leopardus*» shows comparatively small spots, while the picture of SCHREBER's »*Felis panthera*» which is said to be larger displays large annular spots on the sides of the body. The latter, or the »Panther» is said to be at home as well in Africa as in Asia. It can be concluded from this that SCHREBER believed it possible to distinguish 1:0 a large Leopard, »*F. panthera*», with broad annular spots living as well in Africa as in Asia, and 2:0 a smaller Leopard, »*F. pardus*», with smaller rosette-like spots inhabiting Western Africa from Senegal to Cape. With the exception of the distribution this SCHREBER's opinion is in accordance with that of many sportsmen, who speak of a small and small-spotted »Leopard», and a large and great spotted »Panther». As Pocock's Leopard skulls from Gaboon were very large, indeed exceeding in length the then known record for such skulls, it is evidently erroneous to regard them as belonging to the race which SCHREBER himself declares to be the smaller.

POCOCK also quotes ERXLEBEN as authority for a »*Felis Leopardus*» from West Africa. It is also true that ERXLEBEN says:² »Habitat in Guinea et propinquis terris», but he quotes SCHREBER's *Felis leopardus* as identical, and the measurements which he records for »*Felis Leopardus*» are also the same as SCHREBER's for the same animal. On the other hand ERXLEBEN's measurements recorded for his »*Felis pardus*» which is identical with SCHREBER's »*F. panthera*», are much larger. Thus also by ERXLEBEN the specific name »*leopardus*» is given to the smaller of two recognized kinds of Leopards. It is accordingly inappropriate to use this name for the largest, or at least one of the largest known races of African Leopards, as Pocock has done.

Felis pardus leopardus SCHREBER must be reserved for a comparatively small African Leopard with small closely set spots forming rosettes (»*maculis parvis nigris in circulos dispositis maximeque approximatis*»), while *Felis pardus panthera* SCHREBER (= »*F. Pardus*» ERXLEBEN, nec »*F. Panthera*» ERXLEBEN) is a large Leopard with ring-formed spots with black spots in the centre (»*maculis nigris e minoribus quatuor vel quinque in annulum dispositis — — centris nigris*»). SCHREBER considered his *F. panthera* to live as well in Africa as in Asia, but Africa is mentioned in the first rank.

¹ SCHREBER, Säuget. III, p. 388.

² Systema Regni Animalis, Classis I, Mammalia. Lipsiæ MDCCLXXVII.

It is thus justifiable to use this name also for an African Leopard with SCHREBER as authority. ERXLEBEN'S »*Felis Panthera*» is on the other hand something quite different as it is identical with SCHREBER'S »*Felis Vncia*». Therefore it cannot be approved when TROUËSSART in his »Supplementum» to »Catalogus Mammalium» calls the Indian Leopard »*Felis pardus panthera*».

Before the two old racial names »*panthera*» and »*leopardus*» are definitely placed, if it is possible, our knowledge about African Leopards must become considerably widened and more satisfactory. Among the numerous skins of Leopards which I have seen from Eritrea, East and South Africa none has had such distinctly annular spots with small spots in the centre as these two skins from inner Congo and the Lake Albert Edward district, and I do not doubt that they constitute a separate geographic race. Although it agrees well enough with SCHREBER'S short diagnose of his »*Panthera*» it does not seem probable that the author quoted at that early time could have obtained his type from the centre of Africa. Partly therefore, and partly because the name »*panthera*» has been used in so many different meanings I have thought it better to give a new name which at one time alludes to the geographical origin, and also to the remarkable pattern described above.

In Proc. Zool. Soc. London, 1907 (p. 783—5) LYDEKKER has described and figured the skin of a large-spotted Leopard from Uganda. He refers this to »*F. pardus suahelica* NEUM.» It is, however, very doubtful what NEUMANN has meant by this name. It is only said to be given to »die grossgefleckte ostafrikanische Form des Leoparden», because that one »hatte bisher noch keinen Namen».¹ This is, however, hardly any description, and nothing more is said for the recognition of the Leopard with this new name. Neither has NEUMANN indicated any type-locality as he says:² »Der Leopard ist an geeigneten Stellen an der Küste wie im Inneren überall häufig.» Further he mentions localities as distant as Tanga and Uganda. LYDEKKER'S large-spotted Leopard from Uganda appears to be identical with CAMERANO'S *Felis pardus ruwenzorii* to judge from the figures of both. The rings in both are broad and compact with a comparatively less broad central space. As CAMERANO had given the name »*ruwenzorii*» before LYDEKKER accepted NEUMANN'S name »*suahelica*» for the Uganda Leopard, the latter name cannot on LYDEKKER'S authority be used for the Uganda Leopard, and on NEUMANN'S, as set forth above, still less.

LYDEKKER believed to find some Jaguar-like features in the Uganda Leopard, but as shown above and corroborated by the figures this is much more the case with *F. pardus centralis*.

***Felis ocreata* GMEL.**

A young specimen without skull. It can not therefore be ascertained to which subspecies it may belong.

¹ Zool. Jahrb., Abt. Syst. Geogr. etc., Bd. 13, Jena 1900, p. 551.

² l. c. p. 552.

Felis serval ERXL.

There are three Servals in the collection. Two of these are rather young and there is no skull to the third, which is a large one. It is thus difficult to decide to which subspecies these specimens may belong. They may be regarded as comparatively large-spotted, but the spots are perhaps not quite so large as in *hindei*. Including the dorsal stripes and rows there are about 17 series of spots in the large specimen. The black cross-bands on the arms and on the throat are strongly developed, and the blackness of the feet is also intense.

Civettictis civetta SCHREBER.

1 ♂ semiadult from Masisi 1914. It is a rather dark specimen with the spots partly confluent to transverse bars.

Genets of the *Genetta servalina*-group.

Four specimens in the present collection belong to the above group. They have¹ short-haired tails with the light rings narrower than the black and from nine to eleven in number; both hind and fore feet blackish brown, the chin light-coloured; the dark spots of the body everywhere solid, not ring-shaped and so on.

By these characteristics they are distinguished from related Genets from Western and Central Africa. *G. angolensis* BOCAGE has the chin black and only 3 or 4 pale tail-rings. It represents, however, as MATSCHIE has suggested, possibly a melanistic aberration. *G. dubia* MATSCHIE has a short tail with only 6 pale rings; *G. poensis* WATERHOUSE, the type² of which appears to be somewhat melanistic, has the pale tail-rings reduced to lateral patches. The comparison is difficult to make, but *G. poensis* appears to be more small-spotted³ than the present specimens. POUSARGUE has identified a Genet from Mayumba with *G. poensis*, and his description of this specimen agrees on the whole quite well with three specimens, which the R. Swedish Nat. Hist. Museum has received from Debundscha, Cameroon, although the pale tail rings of the latter are more developed. A striking characteristic common to POUSARGUE's specimen and those from Cameroon consists in the narrowness of the dark longitudinal streaks of the upper neck.

G. johnstoni as described and figured by POCOCK⁴ displays also a pattern different from that of Capt. ARRHENIUS's Genets. In the former »the spots of the two uppermost rows coalesce wholly or mostly into definite longitudinal stripes», while the corresponding spots of the latter are very distinct. In *G. johnstoni* the (3) upper rows of spots »differ from the spinal stripe in colour, since they consist of black and red hairs intermixed»,

¹ In accordance with MATSCHIE's key (Verh. d. V. Internat. Zool. Congr. Berlin 1901).

² As figured by POCOCK, Proc. Zool. Soc. London 1907.

³ MATSCHIE (l. c.) suspects *G. poensis* to be identical with *G. pardina* IS. GEOFF., but POUSARGUE (Ann. Sc. Nat. Zool., 8 Sér., T. 3, Paris, 1896) has pointed out that the latter has ring-shaped spots, while those of the former are solid, more numerous and close set. *G. pardina* has the feet »gris jaunâtre», whereas in *G. poensis* they are blackish brown.

⁴ Proc. Zool. Soc. London, 1909, p. 1041.

while the spinal stripe is always black. The same Genet has also not more than seven pale rings.

G. victoriæ THOMAS might be excluded from the present comparison, because it has only six white rings on its comparatively bushy tail (with hairs 25—30 mm. in length.

G. bettoni THOMAS differs plainly from the Genets of the present collection by having the »spots on the anterior half of the body between the withers and loins» — — »replaced by irregular rings, black, with fawn-coloured centres».¹ In addition to this its hind limbs are greyish brown, and its skull much smaller.

G. genettoides TEMMINCK has only five partly incomplete tail rings.

It remains thus among these Genets with dark feet, and narrow pale rings on their short-haired tails only *G. servalina* and *G. aubryana* PUCH., and these two are evidently, as already POUSARGUE has pointed out, very closely related, or perhaps not specially different. As especially characteristic to both, the author quoted lays stress upon a fact which PUCHERAN already in the original descriptions² has set forth, viz. that neither of these »species» has a continuous black dorsal stripe. About *G. servalina* PUCHERAN says: »Le dos ne présente pas de raie noire continue», and concerning *G. aubryana* he expresses the same thing by saying that the median spots of the back »ne sont point réunies pour former une véritable bande». This characteristic can be observed in the four Genets now in question, and their general pattern agrees essentially with PUCHERAN's description. *G. servalina* and *aubryana* differ from each other, however, in another respect, viz. with regard to the markings of the tail. The former has narrower white rings, and the tip of the tail black (only with a small white spot on the lower side of the extreme tip in a female), the latter has somewhat broader white rings (but nevertheless narrower than the black), and the tip as well broadly pale. With regard to these patterns of the tail Capt. ARRHENIUS's Genets represent both types:

G. servalina-type: 1 ♂, Masisi, near Kivu, Febr. 1914; 1 ♀ ad. and 1 ♂ juv., Beni, Aug.—Sept., 1914.

G. aubryana-type: 1 ♂, Masisi, near Kivu, Febr. 1914. The three first mentioned specimens are, in spite of difference in sex and age, so alike as three animals of this kind can be. The Genet-markings of the head are very distinct, especially in the old male. The smallest anterior vibrissæ are black, the others black at the base, but for the most part white. A black stripe runs mesially from the snout on the forehead surrounded on the sides by broad grizzled whitish bands. From the black upper lip runs a black band over and through the eye, bifurcating above the posterior half of the eye to include a white spot. Below the black lower eye-lid is a large white spot. From the space between the ears four black stripes run along the upper neck, the median pair is narrower and sometimes broken. Outside of these four stripes, on either side of the neck, runs a broad black stripe consisting of confluent spots, the foremost spot behind the ear usually, and often some of the spots in front of the shoulders being isolated. At the withers a narrow mesial black stripe (or series of linear black spots) appears between the median pair of neck stripes, and the latter become somewhat broader and dissolve partly into series

¹ Another difference is that *G. bettoni* has »the light mark on the sides of the muzzle less distinct than usual».

² Arch. du Muséum d'hist. nat., Paris, T. X, 1858—61.

of spots. The just mentioned unpaired narrow mesial stripe (or series of spots) can be followed about half way to the loins. On the posterior back it is substituted by a much broader (mostly 10—12 mm.) black band formed by confluent spots which only in the youngest specimen are partly isolated. The outer pair of upper neck stripes bifurcates at the shoulders into two longitudinal series of roundish (on the posterior back elongate sometimes rectangular) black spots. Below these are still some series of smaller spots so that at the middle of the body about six series of spots may be counted on either side of the median line. On the back and the sides the spots are well defined from each other in front and behind, although the interspaces are narrow, but especially in the male they have a great tendency to coalesce in a vertical direction so that irregular transverse bands are formed by the confluence of 2—3, or even 4—5 spots. The ground colour is very light yellowish grey (not much darker than DAUTHÉNAY's »stone colour», 312, 4) with a shade of fawn on the middle of the back, and on the face. This latter shade is more pronounced in the female and the young animal. On the cheeks there are some small black spots. Chin and throat greyish white, with a slight buffish suffusion in the female and young. Across the lower neck about four transverse series of black spots are to be seen; the foremost of these, which is situated about halfway between head and chest, is most conspicuous and forms an almost continuous cross bar in the males. Interbrachial space blackish grey with some scattered black spots. The belly is lighter by means of whitish tips to the basally dark smoky grey hairs. The frontside of the fore legs is grey with black spots, the inner side of the same and the feet blackish brown. The hind legs and feet are blackish brown to the same extent, but there may be a greyish spot on the upper side of the latter. The tail is black with 9, in the adult male 10 narrow white rings with a breadth on the dorsal side of about 5—8 mm., on the ventral side they are somewhat broader. In this number of rings is not counted the similar band just above the root of the tail. The tip of the tail is black, but in the female as mentioned above, there is a small white spot just underneath the tip, and in the male the corresponding spot is not quite black, but pale brownish. Length of fur on the back 15—18 mm., at the base of the tail not longer, but in the sacral region of the male about 20 mm.

The specimen of »*aubryana*-type» is rather similar, but differs in the following points. The head and back is provided with a rather strong tint of fawn, and isabelline on the sides. This makes the head markings somewhat less prominent. The median pair of stripes of the upper neck is narrower and more broken up in small spots. The median stripe of the posterior back is narrower and less defined. The spots on the whole body are comparatively smaller (but about as numerous), separated by somewhat broader interspaces and show less if any tendency to become confluent. The lower parts have an isabelline tint; the interbrachial space is less dark, and the lower neck does not show any definite transverse arrangement of the spots. The tail is black with 10 white rings, which are considerably broader than in the other specimens, from 12 to 20 mm. on the upper side, broader below. The tip is pale, although not pure white as the rings, but pale brownish at the extreme end, and more whitish subterminally on the lower side. These differences do not appear very important, but might partly, f. i. the

buffish or isabelline tint, the pronounced isolation of the spots etc., be regarded as retained juvenile characteristics, although it at the same time must be admitted that the much younger male specimen from Beni is more like the adult specimens described above. As a white resp. pale brownish spot is present below the tip of the tail of the adult *sevalina* specimens described above, and also in the corresponding place in PUCHERAN's type, it appears that not too much stress can be laid on the fact that the *aubryana*-like specimen has the tip of this organ pale. In both cases the white spot and the pale tip may represent the remains of a pale ring. This is the more probably as the pale rings always are broader on the lower side, and thus the last remnant of such a ring is naturally to be found on the lower side of the organ. PUCHERAN has also expressed a similar interpretation saying about *G. sevalina*:¹ — — »L'extrémité caudal est noirâtre; cette couleur se fond en dessus avec celle du dernier anneau; en dessous, elle en est séparée par une tache blanchâtre, vestige d'un anneau incomplet» — —. It will thus appear as if the difference between typical *sevaline* and *aubryana* should not be very fundamental. In any case I cannot regard the young male from Masisi as representing but the same species as the others, although individually somewhat different.

Another question is whether the adult specimens described above is fully identical with PUCHERAN's *Genetta sevalina*, or whether it possibly represents a geographical race, as there are some small discrepancies to be noted. One of these is the strongly developed »teinte rousse», which PUCHERAN regards characteristic for *G. sevalina*, but I cannot admit great importance to this as it, no doubt, is subjected to individual variation. More stress might be laid on such differences in pattern as the presence of a continuous black mesial stripe along the posterior portion of the back and the decidedly striped upper neck etc. The comparative size of the spots is also different. In the present specimens the largest spots are found in the second row from the median line, while PUCHERAN says that the spots next to that line are smallest, and those on the abdomen largest. POUSARGUE confirms this and speaks also about the great irregularity of the spots of the back and sides, »et l'on y chercherait vainement — — une orientation suivant des lignes longitudinales parallèles». Such a statement has no application on the present specimens in which longitudinal series of spots may be quite well discerned.

Although I am not fully convinced that the differences enumerated are important enough for the creating of a separate subspecies. I think, however, that to avoid confusion it is the best proceeding to give the Genet from Beni and Masisi a separate name *Genetta sevalina intensa* (in consequence of its more pronounced pattern). Such a proceeding appears also to be strengthened by the measurements recorded below.

The skins are not so carefully made that their measurements can be admitted to have more than approximate value, but the dimensions of the two adult specimens may nevertheless be communicated:

	♂	♀
Head and body	58 mm.	54,5 mm.
Tail	41,5 »	43,5 »
Hind foot	79 »	75 »
Ear (dry!)	33 »	33 »

¹ l. c. p. 117.

The small size of the dry hind foot is especially noteworthy, because THOMAS & WROUGHTON¹ have indicated the length of that member of a female *G. servalina* from Gaboon to be 101 mm. The above measurements of the hind feet agree better with those of *G. bettoni* according to the authors quoted. But in addition to the differences from this species in colour and pattern, as already discussed, the great size of the skull proves the difference. The greatest length of the female skull is 88,5, and that of the male 92,2 mm. Condylbasal length of the former 86,6, of the latter 88,6 mm.; basal length resp. 81,7 and 83,5 mm.; zygomatic breadth 38,6, and 42,5 mm.; interorbital width 11,9, and 13,5 mm. Outer diameter of p^4 7,8 mm. as well in male as female, its longest diameter in the male 8,7 mm.; transverse diameter of m^1 in the same 7 mm. Length of palate 41 mm., length of bulla 18 mm. Length of p^4 6,4 mm.; of m_1 7,1 mm. (in *G. bettoni* 6 mm. according to THOMAS).

When describing the mammals of the Ruwenzori-Expedition² OLDFIELD THOMAS and B. C. WROUGHTON give some notes on specimens of *G. bettoni*. They mention there also the difference in size between the upper carnassial of the female and male of this Genet, the length on the outer side of this tooth being in three females from 6,9 to 7,3 mm., but in a male 8,1 mm. As similar observations has been made on other Genets, f. i. *G. stuhlmanni*, it appears noteworthy that in male and female of the Genet now described this tooth has similar dimensions.

Genetta stuhlmanni MATSCHIE.

Two male specimens from Masisi (three days west of Lake Kivu), Febr. 1914. One male from Rutshuru, Dec. 3, 1914.

Both the former, one of which is young, are somewhat paler than the Rutshuru specimen which appears most typical. On the whole the adult specimens agree very well with my specimens from the Kenia district, which proves that this species is fully recognizable at both ends of its area of distribution.

Nandinia binotata GRAY.

A young female from Masisi near Kivu, Febr. 1914, and an adult female.

Both these have a well marked pattern with spots and stripes sharply defined. In the young the pair of dorsal-spots are white, in the adult buff. The specimens are thus as could be expected of the typical western form and differing from the Kavirondo race described by HELLER³ 1913. It is thus probable that all Nandinias to the west of the Great Lake region are of the main form, and that on the eastern side of the same, in the drier climate the pattern more and more fades out to the *gerrardi* form of Nyasaland and Kilimanjaro. The latter place from which I recorded it in the year 1908 appears to be the most eastern locality where this genus has been found.

¹ Trans. Zool. Soc. London, Vol. XIX, part 5, p. 495.

² Trans. Zool. Soc. London, Vol. XIX, part 5.

³ Smithsonian. Misc. Coll., Vol. 61, n:o 13.

Mungos ichneumon centralis n. subsp.

A female specimen from Beni, Aug.—Sept. 1914, and another specimen which unfortunately is not labeled. The former appears, to judge from the size to be rather young.

These specimens differ to some degree as well from East, as from West African specimens in this museum. The back is grizzled with 3—5 mm. broad white rings to the otherwise black hairs, but on the flanks the colour is very different, isabelline brown. This is effected by the there buffish white parts of the hairs occupying a much broader space, than is the case on the back (especially the whitish tips are very long), and partly by the fading of the narrowed dark rings to brownish, and finally by the shining through of the under fur, which in the smaller specimen is a pale shade of »buff» (DAUTHÉNAY, Rép. de Coul. 309, 1), in the older more resembling cinnamon. On the neck there is a strikingly sharp line of demarcation between the median dorsal band of grizzled black and white, and the paler sides where the black has partly faded to brown, and the light rings on the hairs dominate at the same time as the under fur shines through. Such a pattern is not to be seen in the specimens of *M. i. parvidens* LÖNNB. from Lower Congo which geographically ought to be the next neighbour. On the other hand the bright colour of the under fur is common both to the present specimens and *M. i. parvidens*. On the back of the former it may be termed cinnamon, a little duller on the anterior back, brighter and more inclining to rufous on the posterior back. This is very much in contrast to the colour of the under fur of East African specimens (in this museum) which is more brown, resembling raw umber, or snuff brown. *Mungos ichneumon* of Egypt again appears to have its under fur very richly coloured as it is described in »Zoology of Egypt» as »brick-red with dark sootbrown bases — — graduating to yellow and buff on the neck».

The under fur of the present specimens is also much more strongly developed than that in specimens from Lower Congo and those from East Africa in this museum. On the lower back it attains a length of about 23 mm., on the anterior back it is somewhat shorter. The hairs are in the former place 60—70 mm. and in the latter 45—50 mm. On the basal portion of the tail the hairs attain a length of 90—120 mm. The fur is thus generally much longer than in *M. i. parvidens*. Just below the terminal black tuft the tail of the older specimen for fully 6 cm. is clothed with elongated pure white hairs which surround the black terminal tuft. In the younger specimen this white portion is not developed, but the hairs have long white tips. On the intermediate short-haired portion of the tail the dark rings of the hairs are very pale, and the whole looks rather uniform isabelline brown (similar to the colour of the flanks), but sharply defined from the above mentioned subterminal white.

The strong development of the fur of these specimens, if compared with their relatives from Lower Congo, undoubtedly stands in correspondence with a somewhat harsher climate of their native country, as there are many analogies to such a condition to be found elsewhere. This characteristic alone appears thus not sufficient to distinguish these specimens as representatives of a different geographic race, but taken together with the different colour as described above I think that it forms reason enough for doing so.

Mungos paludinosus conf. rubescens HOLLISTER.

Two specimens probably from Rutshuru, only one of them with a skull.

As the fauna at the locality mentioned chiefly is of a West African type it appeared to be of interest to compare these specimens in the first rank with western specimens of the Marsh Mongoose group. The investigation showed then very soon that the affinities were not to be found in the west, but as complete descriptions of some western representatives of this group of Mongooses may prove to be of value at future studies, I have decided to publish the following notes, the more so as I have been able to receive some direct knowledge about TEMMINCK's »*Herpestes pluto*». The relation of this form to the Cameroon Marsh Mongoose has been rather obscure to me hitherto, but the information, which I have now been able to obtain, may be useful to others, and is thus included.

The following measurements indicate the dimensions of the type-skulls of TEMMINCK's »*Herpestes pluto*», which the present author has had the pleasure of measuring thanks to the great kindness of the director of the Rijks Museum van Natuurlijke Historie in Leiden, Dr. E. D. VAN OORT.

	♂	♀ (?)
Greatest length	108,5 mm.	107 mm.
Condylolncisive length	98,7 »	97,2
Basal length	93,0 .	91,5 .
Zygomatic breadth	58,6 »	—
Interorbital breadth	18,7 »	19 »
Least postorbital breadth	15,8 »	17,6 »
Distance from orbit to gnathion	32,3 »	32,0 »
Palatal length from gnathion	59,7 »	—
Palate breadth outside p^4 (posteriorly)	36,4 »	34 »
Combined breadth of upper incisors	12,6 »	13,7 »
p^3	6,5×5,1 »	6,2×5,3 »
Longest diameter of p^4	11,7 »	11 »
Length on outer side of p^4	9,8 »	9,3 »
Transverse diameter of p^4	8,2 »	8,2 »
m^1	10×7 »	9,5×6,7 »
m^2	6×3 »	6×3 »
Back of m^2 to front of canine	36,8 »	37,3 »
Length of lower jaw	70 »	—

It is especially noteworthy that very small p^1 are present only in one of the specimens which is signed »♀». In the other there is no trace of p^1 and the diastema is short. Both specimens are fully adult with well developed *crista sagittalis*. The upper canines of both specimens are provided with well developed sharp knife-like edges as well in front as behind, and these edges are by a fluting or groove both on the inner and the outer side separated from the central cone of the tooth. Thanks to this the upper canines look very broad when viewed from the side, their greatest antero-posterior diameter in the male amounting to 7 mm.

The type specimens of TEMMINCK's *Herpestes pluto* are all mounted and could therefore, of course, not be sent, especially during the now prevailing conditions, but Dr. VAN OORT kindly sent me »den Balg eines Liberia-Exemplares, welches ganz mit den Typen von der Goldküste übereinstimmt». This accordance is also corroborated by the shape of the upper canines of the Liberia specimen which have the same anterior and posterior edges, and flutings as TEMMINCK's types. p^1 is present on both sides.

The general colour of this Liberia Mongoose is dark brown, somewhat darker than the darkest shade of DAUTHÉNAVY's »chocolate» (Rép. de Coul. 343, 4). The legs and feet have this colour quite uniform. On the body it is somewhat modified by the underfur which shines through and has a lighter colour similar to DAUTHÉNAVY's »burnt umber» (304, 1). The long hairs are also provided with small buffish rings partly subterminal, but partly on the proximal portion of the hairs as well, the latter do not, however, differ from the former. On the neck these rings are more numerous and still more so on the head, where the rings become more whitish and produce a more grizzled appearance. The throat is snuff brown, the upper side and tip of tail black.

In the R. Swedish Nat. Hist. Museum are kept some Marsh Mongooses collected by my friend, Mr. GUNNAR LINNELL at Cape Debundsha, Cameroon. These present a somewhat different type from that of TEMMINCK's *pluto* so that they cannot be referred to that race. The following measurements indicate the cranial dimensions of two specimens, to judge from the size, presumably male und female.

	♂	♀ (?) old.
Greatest length	117 mm.	108,8 mm.
Condylolncisive length	110 »	103,5 » ¹
Basal length	103 »	96 » ¹
Zygomatic breadth	55,6 »	54,5 »
Interorbital breadth	21,5 »	23 »
Least postorbital breadth	15 »	17 »
Length of nasals	24 »	—
Distance from orbit to gnathion	40 »	36 » ¹
Palatal length from gnathion	60,2 »	56,5 » ¹
Palate breadth outside p^4 (posteriorly)	35,2 »	33,8 »
Combined breadth of upper incisors	13 »	—
p^3	6,5×4,2 »	6,4×4,2 »
Longest diameter of p^4	10,9 »	11,2 »
Length on outer side of p^4	9,8 »	9,4 »
Transverse diameter of p^4	7 »	7,1 »
m^1	9,2×7 »	9,6×6,3 »
m^2	6,1×3,7 »	6,4×3,7 »
Back of m^2 to front of canine	40 »	38 »
Length of lower jaw	76 »	—

A small p^1 is present on both sides in the male skull, in the presumed female it is present on one side, but has probably been lost on the other side as the diastema is

¹ The animal has apparently in lifetime lost the upper incisors except one of the lateral ones, and the alveoles are abolished. This measurement is therefore possibly a little too short.

rather wide. Both specimens have a well developed *crista sagittalis*, and the presumed female is old with obliterated sutures. The upper canines are keeled in front and behind, but by far not provided with such trenchant edges as TEMMINCK's *pluto*. The greatest antero-posterior diameter is 6 mm., and the whole tooth considerably more slender than in *pluto*.

From the measurements may be seen that the Cameroon Marsh Mongoose has a longer skull, but smaller carnassial and m^1 than *pluto*, especially the inner heel of the latter is much broader in *pluto*. The teeth of the lower jaw are also smaller than in *pluto*. The transverse diameter of m_1 of *pluto* ♂ is 6,2 mm., while that of the Cameroon Mongoose is 5,5 mm. The transverse diameter of p_3 is in the former 5 mm., in the latter 4,4 mm. and so on.

The Cameroon Mongoose has a small p_1 present in both specimens, but neither of the *pluto* specimens is provided with such teeth in the lower jaw.

The colour of the Marsh Mongoose from Cameroon is also different. The long hairs are black with short subterminal rings of a buffish colour and very broad subbasal whitish rings which are concealed. The animals therefore look very dark. The colour of the under fur is brown most similar to »sepia» (DAUTHÉNAY: Rép. de Coul. 300, 1—2). The head is grizzled by whitish rings on the blackish hairs. On the throat the rings are broader, more numerous and with a yellowish tinge. The limbs and feet are shiny brownish black. The tail is black, the long hairs without subterminal rings, but with the broad subbasal whitish rings which, however, are entirely concealed. The Marsh Mongoose from Debundsha, Cameroon, is thus so much different from TEMMINCK's *pluto* as well with regard to colour and pattern as to the skull, especially the teeth, so that it must be regarded as a different race. I suspected then that it might be identical with *Mungos naso* DE WINTON.¹ The journal, in which this has been described was, however, impossible to obtain in this country, and even my endeavours to secure it from abroad failed. Finally I took the liberty of sending a skull of our Cameroon Marsh Mongoose to Mr. OLDFIELD THOMAS who kindly has compared it with *M. naso* and found it identical with the same. According to my opinion *naso* must, although well distinct, rank as a subspecies to *paludinosus*, and the above description may serve to facilitate its identification in the future as the original diagnose appears difficult to obtain.

The skull of the Marsh Mongoose collected by Captain ARRHENIUS appears to have belonged to a female specimen, because the *crista sagittalis* is not very strongly developed, although the animal has entirely obsolete sutures and worn teeth. Its dimensions are as follows:

	Mongoose from Rutshuru ♀
Greatest length	107,6 mm.
Condylolincisive length	99
Basal length	93 »
Zygomatic breadth	58
Interorbital breadth	18,2 »
Least postorbital breadth	18 »

¹ Bull. Liverpool Mus. III, 1901.

	Mongoose from Rutshuru ♀ (?)	
Distance of orbit to gnathion	31,5	»
Palate breadth outside p^4 (posteriorly)	35	»
Combined breadth of upper incisors	13	»
Palate length from gnathion	56	»
p^4	7,3×6,4	»
Longest diameter of p^4	12	»
Length on outer side of p^4	9,8	»
Transverse diameter of p^4	8,7	»
m^1	10,7×7,5	»
m^2	6,3×3,3	»
Back of m^2 to front of canine	36,8	»
Length of lower jaw	70	»

There is no trace of any p^1 , nor of p_1 . The other premolars are comparatively large and heavy, much larger than those of *M. n. naso*. The upper canines are sharply edged on their posterior side, less so on the frontside.

The Rutshuru Marsh Mongooses looks reddish brown, this colour being produced by more or less rich rufous, fawn to rust red subterminal rings to the black long hairs which also sometimes have a whitish ring subbasally, or near the middle. The latter are concealed and also much less broad than in the Cameroon Mongoose. The underfur has a brownish colour like raw umber, but basally darker and more greyish. The head is grizzled with light rings to the dark hairs which are whitish on the sides of the head, more yellowish on top. The throat is yellowish grey, or somewhat ochraceous. Legs and feet brownish black. The tail is basally much mixed with rust red like the back, towards the tip the black predominates.

Length of the skin from snout to vent 565 mm. Tail without hair 295 mm. Hind foot (s. u.) about 88 mm. in a dry state.

This Mongoose from Rutshuru is evidently nearly allied to *M. paludinosus rubescens* HOLLISTER of East Africa. Whether it is fully identical, or not, is very difficult to say when not more material is available, and the faculty of variation of these Marsh Mongooses is imperfectly known.

The brain-cavity of this Mongoose appears rather large as it holds about 32 ccm.

Crossarchus zebroides LÖNNB.

A female specimen from Kasindi $\frac{6}{7}$ 1913.

It might perhaps have been expected that the Banded Mongoose of this district should be the Ruwenzori race *C. fasciatus macrurus* THOMAS, but this is evidently not the case. The tail of the present specimen is rather less than half the length of head and body. In this respect as well as with regard to colour and cranial measurements it agrees with the specimens from Mukimbungu, Lower Kongo, described 1908 by the present author.

Whether a quite young animal in milk-dentition, which has been collected at Beni in Jan. 1914, belongs to this species, or not, is impossible to say. It might perhaps be a young *Crossarchus dybowskii* POUSARGUES about which the author quoted says: »Sa robe en effet ne présente aucune zébrure». This holds good for the present specimen, but it may depend on its youth, as well as its generally dull colour may be attributed to the same cause.

Poecilogale albinucha doggetti THOMAS & SCHWANN.

1 ♂ $\frac{4}{4}$, 1 ♂ juv. & 1 ♀ $\frac{6}{5}$, 1 ♀ $\frac{9}{12}$, 1 ♂ $\frac{31}{12}$ 1913, all from Rutshuru.

The length of the skull of the largest male is exactly as great as that of the type viz. 60,5 mm. The relative length of the stripes is, of course, somewhat variable. The lateral stripes are, however, in none of these specimens two thirds of the length of the median one, as is said to be the case in the type specimens of *doggetti*. The white of the chin is in most of these specimens confined to the lower lip, and the white »patch on the throat» of the type is also absent in these specimens. These small differences are, however, of minor importance, and I do not hesitate to refer the specimens from Rutshuru to *P. doggetti* THOMAS & SCHWANN, the more so as the type locality of that form »Burrumba, Ankole» (Nkole) is not very distant.

In consequence of the variability thus found, *P. doggetti* apparently differs from the typical *P. albinucha* only by its very much larger size, and such a characteristic does not seem to be of more than subspecific value. It is probably due simply to more favourable natural conditions, and above all to more abundance of food.

Canis adustus.

A very large native flat skin. Length of head and body 83 cm.; tail 33 cm. The lateral stripes are well marked, and the tail very black.

Anomalurus jacksoni fortior n. subsp.

Two male specimens from Masisi near Kivu, Febr. 1914, and one from the forest west of Beni.

These specimens appear to agree with DE WINTON's description of *A. jacksoni* from Uganda with regard to the colour pattern, but they differ in some other respects. The author quoted says for instance that in *A. jacksoni* the rigid adpressed hairs »on the upper sides of the wings» are »confined to a small space barely 2 inches [= 50 mm.] long from the point of the expanding process backwards». In the largest of the present specimens these adpressed black hairs occupy a strip along the margin of the membrane of about 100 mm. from the process.

The dimensions of the largest specimen from Masisi are also larger than those of *A. jacksoni*, the distance from snout to vent being in the dry specimen about 400 mm.

(to base of tail 450), and the length of the tail without hairs about 220 mm.; the length of the dry ear 33 mm. The subcaudal scales are about 15; the proximal ones very large, measuring 12—13 mm. in length, but the most distal ones only about 3 mm.

Greatest length of skull 60 mm.; greatest zygomatic breadth 41,5 mm.; least width of nasals 6 mm.; height of infraorbital foramen 7 mm.; basal length of skull 53,5 mm.; upper molar series 13,7 mm.; diastema 13,3 mm.; mandible inside of incisors to condyle 37 mm.; height of mandible to coronoid 22,5 mm.

These differences appear to indicate that at the localities mentioned above there is to be found a somewhat larger race than the typical one in Uganda. This is also in agreement with other similar facts, no doubt depending upon the fact that the conditions of life for the western forest animals already in Uganda are somewhat less favourable than in the upper Congo forests, through which circumstances a racial difference is produced.

Anomalurus pusillus THOMAS.

A female specimen from Masisi, Febr. 1914.

This specimen has a greater zygomatic width (32 mm.), but agrees otherwise with THOMAS's description.

Idiurus zenkeri kivuensis n. sp.

An adult and a young specimen from Masisi in the Kivu-district.

These specimens agree much more in their general characteristics with *Idiurus zenkeri* MATSCHIE than with *I. macrotis* MILLER. Especially the cranial dimensions differ from those of *I. macrotis*.

It was more difficult to decide, whether this *Idiurus* from the Kivu district could be regarded as identical with *I. zenkeri* from Cameroon, or not, although from a geographical point of view it did not appear much likely. To make sure about this I took the liberty of asking the author of the Cameroon species, Professor MATSCHIE, concerning the same, and I am very much indebted to him for valuable information concerning this matter.

The general colour of the upper parts of this *Idiurus* is »deep bistre» (DAUTHÉNAY, Rép. de Coul. 303, 1), because the tips of the fur has this colour, but basally it is dark fuscous grey which shines through here and there. The fur on the lateral membranes is dark brown, »sepia» (l. c. 300, 2), or perhaps better RIDGEWAY's »fuscous». On the interfemoral membrane the dark hairs are partly tipped with a pale shade of »deep bistre». The upper side of the fore-legs are like the back; that of the hind legs is darker, more like the interfemoral membrane in colour. Scattered over the back, but more numerous on the sacral region, on the sides and on the membrane there are to be seen very long and very slender whitish hairs which probably have a sensory function. The general fur on the back has a length of about 10 mm.

The chin is white. The lower side of the body is grey between »slate grey» (362, 1)

and »smoke grey» (363, 4). This grey is overlaid with a very pale shade of »deep bistre», produced by the tips of the hair. The lower side of the lateral membrane is paler than the upper, but darker than the belly. The hairs of the tail has about the same colour as the upper side of the membranes.

For comparison with this may be quoted the renewed description of the colour of *I. zenkeri* which Prof. MATSCHIE kindly has sent me in a letter, since the specimen had been better prepared and dried. »Der Rücken ist gelblich isabellfarbig, nur wenig gelber als Woodbrown in der Nomenclature of colours und hell föhrenholzbraun (Taf. 310, 1) bei OBERTHÜR und DAUTHÉNAY, Répertoire de Couleurs. Auf der Unterseite hat *I. zenkeri* eine deutliche gelbe Farbe, die ziemlich stark zwischen dem Grau hervortritt, ein helles Olivengelb, das an den Körperseiten ins gelblich Olivenfarbene übergeht. Nur auf der Brust ist das Grau etwas deutlicher.»

The *Idiurus* from Masisi is also larger than *I. zenkeri*. The hind foot of the former measures, claws included, 17,5 mm. and s. u. 16,5 mm., while in the original description of *I. zenkeri* we read: — — »Hinterfuss 15 [mm.]; — — —; Hinterfuss bis zur Vorderseite der vorderen Sohlenballenreihe 11» [mm.]. The latter measurement of the *Idiurus* from Masisi is in the present dry state 12 mm. while *I. zenkeri* was measured as an alcoholic specimen.

To judge from the skin the *Idiurus* from Masisi appears to have greater bodily size. The present adult specimen measures as skin about 95 mm. from snout to vent. The ear appears to have about the same proportions as in *I. zenkeri*.

The skull of the new form is also larger. It is unfortunately damaged as the occipital region behind *sutura lambdoidea* is missing, but without the same its length is 22 mm., that is just as much as the greatest length of the entire skull of *I. zenkeri*. According to a communication from MATSCHIE the distance from *sutura lambdoidea* to tip of nasals is only 19 mm.

It was of great interest to find that the genus *Idiurus* has a distribution which extends so far east as it hitherto was known only from Cameroon. This fact makes it probable that members of this genus inhabits the whole West African forest region.

Aethosciurus ruwenzorii vulcanicus THOMAS.

2 ♂♂, 2 ♀♀ from Masisi near Kivu, Febr. 1914.

Heliosciurus rufobrachiatus semlikii THOMAS.

5 ♂♂, 2 ♀♀ from Beni, Aug., Sept. 1914; 1 ♀ *ibid.*, Jan. 1914.

Heliosciurus rufobrachiatus arrhenii n. subsp.

3 ♂♂, 3 ♀♀ from Masisi near Kivu, Febr. 1914.

These Squirrels resemble *H. r. semlikii* from Beni, but differ from the same in being considerably darker and larger. The back, especially its posterior portion is strongly

overlaid with long glistening black tips to the hairs, which almost completely cover the narrow light rings from view. The flanks and the head as well are darker and less grizzled than in the specimens from Beni so that the whole animal looks darker and not so brownish as *H. r. semlikii*. The tail has very long black hairs, and the pure white tips are not so numerous as in the Squirrels from Beni. The rufous around the snout and on the feet and legs is of a richer rufous shade, varying between DAUTHÉNAVY's »burnt sienna» (Rép. de Coul. 320) and »indian chestnut red» (ibid. 333). Head and body (dry skin) about 31 cm., tail (without hair) about 30 cm., hind foot (s. u.) 55 mm.

	♂	♀
Greatest length of skull	58 mm.	58,2 mm.
Condylolincisive length of skull . . .	51,2 »	52
Zygomatic breadth	32,5 »	33,5 »
Nasals	18,5 »	19,2 »
Interorbital width	17 »	18 »
Upper molar series	11,1 »	10,9 »

The presence in the Kivu district of a darker race of this species than at Beni is an analogy to the from the Ruwenzori race differing *Aethosciurus ruwenzorii vulcanicus*, also found at Masisi.

Heliosciurus rufobrachiatus pasha SCHWANN.

1 ♂ from Rutshuru, ²⁷/₆ 1914.

A specimen with the under parts dirty whitish, and the cranial measurements agreeing with those recorded by SCHWANN is referred to this species. It is very much smaller than the foregoing.

Protoxerus stangeri centricola THOMAS.

1 ♂, 3 ♀♀ from Masisi, Febr. 1914; 3 ♂♂, 3 ♀♀ from Beni, Aug., Sept. 1914; 1 ♀ ibid., Jan. 1914.

In addition to these adult specimens the collection also contains a quite young male (from Masisi, Febr. 1914) in which the molars are not yet fully developed. This specimen is remarkable for its bright colours. The crown and anterior back is mixed black and ochre (DAUTHÉNAVY, Rép. de Coul. 313). On the posterior back and on the hind legs the ochre colour dominates completely, so that hardly any black is visible. The hind feet are rust red (318). Fore limbs, sides of neck and face grizzled black and white. The line of demarkation hoary grey. Tail cylindrical, not bushy, ochre-coloured at the base, the remainder with long white tips to the hairs almost completely concealing the black basal parts. Length of head and body 23½ cm., tail 20 cm.

Paraxerus böhmi emini MATSCHIE.

♂ ♀ from Masisi, Febr. 1914; 3 ♀♀, 2 ♂♂ from Beni, Aug., Sept. 1914. A young specimen which has lost its label.

Paraxerus alexandri THOMAS & WROUGHTON.

Γ ♂, Beni, $\frac{1}{7}$ 1914; 1 ♂, 1 ♀ *ibid.*, Aug., Sept. 1914.

Funisciurus carruthersi THOMAS & WROUGHTON.

1 ♂, Masisi, Febr. 1914.

This rare species was first described on two specimens from Mubuka Valley, Ruwenzori. Some few years later THOMAS described a new subspecies which he named *F. c. tanganyikæ*,¹ because it was collected at »Usumbura, N. end of L. Tanganyika». The latter is said to be »more suffused with ochraceous» and have forearms and hind legs »strongly suffused with ochraceous». This is not the case with this specimen, but on the other hand it agrees with the subspecies from Usumbura in having the »tail-hairs washed terminally with whitish, far lighter than their basal rings, while in *carruthersi* both proximal and terminal rings are of the same yellowish colour». The pale colour of the tips, or subterminal rings of the tail-hairs may, however, be the result of bleaching, and even if this is not the case, the specimen from Masisi is at most intermediate between the typical *carruthersi* and *tanganyikæ*, although it has been collected nearer Lake Tanganyika than Eastern Ruwenzori.

Funisciurus akka DE WINTON.

4 ♂♂, 4 ♀♀ from Masisi, Febr. 1914.

Graphiurus soleatus THOMAS & WROUGHTON.

1 ♀, Masisi, Febr. 1914.

THOMAS has recently stated² the existence of two species of *Graphiurus* in Upper Congo viz. *G. christyi* DOLLM. and *G. lorraineus* DOLLM. from the Poko-district. The present specimen differs, however, from both by its larger ears, and by the same characteristic still more from *G. surdus* DOLLM., described from French Congo. From *G. lorraineus* it differs also by its larger and differently coloured hind feet etc.

The description³ of *G. soleatus* THOMAS & WROUGHTON from Ruwenzori fits on the other hand very well to the Masisi Dormouse. In fact the cranial measurements recorded by the authors mentioned, agree perfectly with the corresponding ones of the present specimen. The dimensions of ear and hind foot are also similar. On the other hand the length of head and body, as recorded by the authors quoted, is only 79 mm., while the skin of the present specimen measures about 11 cm., but it may be stretched, and the former measurement perhaps rather small. It appears rather improbable that the cranial and other measurements could be so similar, but the body dimensions so different.

¹ Ann. Mag. Nat. Hist. (8) Vol. IV, 1909, p. 477.

² Ann. Mag. Nat. Hist. (8) Vol. XVI, 1915, p. 474.

³ Trans. Zool. Soc., Vol. XIX, Part 5.

The tail of the present specimen is »clubshaped» and may thus have been broken.¹ It is only about 60 mm. without the long hairs. The general colour above is brownish grey (darker than RIDGWAY'S »mouse gray»), but on the middle of the back is a large brown patch, something between RIDGWAY'S »snuff brown» and »cinnamon brown». The animal has thus been in the act of shedding its pelage, and the two colours represented indicate evidently the limits between which the colour varies at different seasons of the year. It must thus be taken cum grano salis when some species of this genus are described as grey, and others as »bright buffish brown», because both colours are subjected to great change.

? *Oenomys bachante unyori* THOMAS (vel nova subsp.).

1 ♀ from Masisi, Febr. 1914.

This specimen is rather young with hardly worn molars, and it is possible that this may explain its small dimensions, but it is perhaps still more probable, that it may represent a different geographical subspecies, smaller and darker than the one the name of which is written above. As there is only this specimen at hand, no definite opinion can be expressed for the present. The upper parts of the head and anterior half of the back are grizzled dark brown and yellowish, the posterior back dark rufous. This colouration is to judge from the description darker than in *Oe. b. unyori*. The bright rust-red of the snout extends to the eyes, but is darker posteriorly. Ears rufous. Lower parts white, washed with buff. Outer side of hind limbs paler rufous than the back. Hind feet buffy, fore-feet mixed with brown. Inside of hind limbs orange buff, but rather pale. Head and body (skin) 15,5 cm.; tail 14 cm. (thus comparatively shorter than in *Oe. b. unyori*), hind foot (dry) s. u. 28 mm. Skull: greatest length 31,5 mm.; condyloincisive length 29 mm.; zygomatic breadth 14 mm.; interorbital breadth 4,7 mm.; nasals 7 mm.; palatal foramina 6 mm., upper molar series 6,4 mm. The anteorbital plate is vertical.

Cricetomys.

Captain ARRHENIUS'S collection contains a very interesting series of Giant Rats of this genus, viz. 10 specimens and an extra skull from Masisi, and a specimen from Beni. This series contains young and adult of both sexes, but even considering age and sex it is by no means uniform. Six of the specimens from Masisi,² and the one from Beni have a white belly with a sharp line of demarcation, one specimen from Masisi has a whitish belly, but no sharp line of demarcation, the remaining two specimens from Masisi are dark-bellied.

The first mentioned ought to belong to the *gambianus* group, to which quite a number of subspecies has been described from different parts of Africa. To the West African subregion belong: *C. g. poensis* OSGOOD from Fernando Po, *C. g. dolichops* OSGOOD from Gaboon, *C. g. dichrurus* OSGOOD from Southern Nigeria, *C. g. liberiae* OSGOOD from Liberia,

¹ Conf. THOMAS in Proc. Zool. Soc. II, 1905.

² A seventh is a young male about which it is uncertain to which group it ought to be referred.

C. g. emini WROUGHTON from Mombuttu, *C. g. proparator* WROUGHTON from Ruwenzori, and *C. g. olivæ* DOLLMAN from Northern Nigeria. It seems that among such a number of descriptions some would be applicable to these specimens. This appeared the more likely as THOMAS recently has referred Giant Rats from Upper Congo to two of the above mentioned subspecies viz. *C. g. emini* WROUGHTON and *C. g. dichrurus* OSGOOD. It could thus be expected that the above mentioned seven specimens possibly belonged to the subspecies just mentioned. A comparison with the original descriptions reveals, however, several differences, and it appears therefore the best plan to give a full description of two typical specimens (numbered 151 and 152 in Captain ARRHENIUS's collection), and then discuss the matter more fully. These two specimens (♀♀ ad.) selected are so similar inter se and with the others with regard to the colour that they can be described with the same words. The only exception is that one adult female among these six appears to have the fur somewhat more worn and a little more bleached than the others. The remaining four specimens are younger animals.

The two selected specimens may be described as follows.

Fur rather harsh, 12—13 mm. long on back, single hairs even reaching 15 mm. Colour of back very dark brown, most similar to DAUTHÉNAY's »warm sepia», but the hairs are very glossy. The fur is basally rather dark grey. On the flanks the colour changes rather abruptly to paler brown which on the lower flanks is rather light »cinnamon» (DAUTHÉNAY, Rép. de Coul. 323, 1). Between this colour and the pure white under parts is a very sharp line of demarcation. Upper parts of head and snout like the back, this colour surrounds the eyes; sides of head paler, like the upper parts of the flanks. A rather large white spot behind the vibrissæ (this spot is larger in »n:o 152» than in »n:o 151»). The upper parts of the hands and the feet very dark like the back, the outer, or sometimes both sides of the hands margined with white as also is the case with the inner side of the feet; fingers and toes white. The outer half, or less, of the tail whitish.

Length of head and body (skin) of a female with rather worn teeth about 38 ½ cm., tail about 37; hind foot 6,6 cm.

	♀ ¹ (molars little worn)	♀ ² (molars worn)
Skull: Greatest length	75 mm.	72,3 mm.
Condylbasal length	72 »	67,7 »
Zygomatic breadth	34,2 »	32 »
Nasals	31,7 »	29,2 »
Least interorbital breadth	11,4 »	11,4 »
Diastema	24 »	23,5 »
Palatal foramina	8 »	9 »
Upper molar series	12,5 »	10,7 »
Breadth of <i>m</i> ¹	3,9 »	3,2 »
Greatest breadth across the palate measured outside <i>m</i> ¹	15,0 »	13,3 »
Breadth of posterior choanæ	6,5 »	5,5 »

¹ N:o 151 in Capt. ARRHENIUS's collection.

² N:o 152 in Capt. ARRHENIUS's collection.

The difference in the cranial measurements of these two female specimens, which with regard to colour are so similar as possible, is very peculiar. It would be only natural that the dimensions of the molars were somewhat smaller in the older specimen (n:o 152) in which these teeth are more worn than in the younger (n:o 151), but the difference appears in this case far too great, if it is considered that in the oldest, small-toothed specimen the inner cusps of the upper molars are not yet obsolete by wearing. Another absolute proof that the different size of the molar series is not only due to difference in age is offered by the fact that the length of the upper molar series of two other specimens (n:o 155 & 158) the same kind only measures 104 mm., although the specimens in question are so young that the inner cusps hardly are worn at all, and the molar series thus absolutely not shortened by wearing. The different length of the molar series becomes by these facts of distinctive value. The upper incisors are also very much broader and stouter in the specimen (n:o 151) with the larger molars so that the combined breadth of both incisors just above the cutting edge amounts to 6 mm., while in the other specimen (n:o 152) it is 4,8 mm. In the latter they have the usual chisel-shape, but in the former they are much more transversely worn off, so that the edge is blunt. This latter fact may be due to individually different food, or gnawing on different material (conf. below). This specimen with large teeth has also a very thick preorbital portion of the skull the transverse diameter of the premaxillary region being 13 mm. which is much more than in any other of the present specimens. In the other female skull, the measurements of which are recorded above, the same dimension is 11 mm. The height of the skull at the anterior end of the palatal foramina is resp. 8,8 and 7,2 mm. In connection with the large teeth the musculature of the jaws must be well developed which also produces a very broad and heavy zygomatic arch. The antero-posterior length of the zygomatic plate measures 7,6 mm., while the same dimension in the small-toothed specimen is 6,3 mm. The posterior margin of the palate is in the small-toothed specimen more evenly rounded, but in the large-toothed somewhat angular or notched.

These differences in cranial structure and dimensions between these two *Cricetomys* skulls are so great, that it appears quite impossible to refer them to one and the same race in spite of the facts that they have been collected at the same place, and that the skins are so alike in colour, the only difference readily perceptible being that the white spot on the upper lip is a little smaller in the big-toothed specimen. The white terminal portion of the tail is also shorter in the same, but it is not excluded that the tail has been mutilated in lifetime.

OSGOOD has suggested¹ that »the small-toothed forms of West-Africa are distinct from the large-toothed ones of East and South Central Africa». This is a conclusion drawn from the fact that *C. g. emini* (a large-toothed form) is found at the same locality as *C. g. dichrurus* (a small-toothed form) in Northern Congo.

The question is now whether the present large-toothed animal can be referred to *C. g. emini*, or not. To judge from WROUGHTON's short description, the hairs of *C. g. emini* are »greyish white, with apical third brown». This is certainly a quite different colour than the one possessed by the present specimen. The cranial dimensions are also

¹ Ann. & Mag. Nat. Hist. (8) Vol. V, 1910, p. 281.

somewhat different. *C. g. emini* has not quite as large teeth as this one, but larger palatal foramina. It is, however, possible that the smaller size of the molars of the type is due to wearing, and the other characteristics variable, therefore I will not deny that this specimen may possibly belong to the race named *Cricetomys gambianus emini* WROUGHTON.¹

Still greater difficulties arise for the identification of the small-toothed specimens, which are five in number, not counting an extra skull. With regard to colour they agree on the whole very well with *C. g. dolichops* OSGOOD. The latter appears, however, to have a longer and differently shaped skull with a very elongate preorbital portion resulting in much longer nasals and diastema. The palatal foramina are very short in *dolichops*, only measuring 7,5 mm, although the type was an adult male.

From *C. g. dichrurus* OSGOOD, which also is small-toothed, the Masisi specimens differ sharply by their pure white belly. The type of *dichrurus* was an »adolescent female», and therefore the cranial measurements recorded by OSGOOD cannot be directly compared with those of a fully adult specimen such as that from which the above recorded dimensions have been taken. To throw some light on the gradual development of the skulls the following series of measurements is added.

	♀ »n:o 155»	♀ »n:o 158»	»n:o 153» ²
Greatest length of skull	58,2 mm.	62,5 mm.	70,3 mm.
Condylobasal length of skull	54,5 »	58,5 »	67,7 »
Zygomatic breadth	27 »	26,8 »	31,5 »
Nasals	22 »	22,2 »	28 »
Least interorbital breadth	9,8 »	9,4 »	10,2 »
Diastema	17,3 »	19 »	22 »
Palatal foramina	7 »	7,5 »	8,2 »
Upper molar series	10,4 »	10,4 »	11 »
Breadth of <i>m</i> ¹	3,2 »	3,2 »	3,5 »
Transverse diameter of preorbital portion	9 »	8,5 »	10,4 »

These measurements prove that the preorbital portion of the skull with nasals and diastema are even comparatively speaking shorter in the young than in the adult. OSGOOD's »adolescent female» of *dichrurus* has consequently not yet attained full size in this respect, and the diagnose must thus be read with regard to this fact. The thickness of the preorbital portion of the skull appears to increase rather irregularly, or to vary individually.

C. g. dichrurus is said to have »extremely small bullæ». The specimens of this collection prove that the bullæ of the small-toothed race certainly are less inflated than those of the large-toothed *emini*-group. »Extremely small» is, however, too strong an attribute for the bullæ of the specimens now in question.

¹ From *C. g. proparator* WROUGHTON it differs in having hands and feet dark, and less white on the tail, dark under fur etc.

² No skin!

Even if the cranial dimensions as far as is known and for reasons mentioned above do not give any sharp distinguishing characteristics I feel compelled to regard this small-toothed, white-bellied *Cricetomys* from Masisi as a new subspecies which I call:

Cricetomys gambianus kivuensis, because the type locality is situated only three days march from the Lake Kivu. As type I select n:o 152 of Captain ARRHENIUS's collection, an adult female, which has been described above as well to its colour as cranial dimensions.

Cricetomys sp.

The above mentioned *Cricetomys* specimen («n:o 150» of the collection) from Masisi in which there is no sharp line of demarcation is a male belonging to the large-toothed group. With regard to its exterior it differs in the following points from the female («n:o 151»), which in the above with doubts has been referred to *C. g. emini*. The line of demarcation is not sharply defined, and the under parts are not so pure white, but somewhat tinged with buffish except on the throat. The back is not quite so dark, and the cinnamon of the flanks is more developed. The small white spot on the upper lip is also tinged with light cinnamon. The dark and light portions of the tail are about equal in length. The upper parts of hands and feet as in the *emini*(?) female very dark, »warm sepia», but with light margins and white digits and toes.

The skulls have partly very similar dimensions:

Greatest length	♂	75,2 mm.
Condylbasal length		71,8 »
Zygomatic breadth		34 »
Nasals		31,0 »
Least interorbital breadth		10,4 »
Diastema		24 »
Palatal foramina		8,4 .
Upper molar series		12,3 .
Breadth of m^1		3,8 »
Greatest breadth across the palate outside m^1		14,3 .
Width of posterior choanæ		5,6 »

In other respects, however, the skulls of this male specimen and that of the female »*emini*» differ from each other. The preorbital portion of the former is more compressed so that its transverse diameter is only 11,5 mm. against 13 mm. in the latter.

	♂	♀ » <i>emini</i> »
Width across outer sides of m^1	14,3 mm.	15 mm.
» » » » » m^8	13,0 »	14 »

The palate is thus broader in the female. The upper side of the skull looks very different in these two specimens. That of the female (»*emini*»?) appears much broader than the other. Its nasals are broader, almost equally broad for the greater part of their

length, whereas in the male they taper evenly to the posterior end. The raised lines on the frontals are erect and converge rather strongly in a forward direction so that in the anterior part of the frontals they are situated entirely on the upper surface, remote from the lateral wall of the skull, which in the anterior part of the orbit is rounded off towards the roof of the skull. In the female (*«emini»?*) the corresponding raised lines form almost horizontal crests protruding rooflike over the lateral wall of the skull.

The fronto-parietal suture is in the male straight and quite transverse, in the female it is semicircular, but this is no doubt a variable characteristic. The shape of the interparietal appears also to vary a great deal in this genus, as I have observed on the material of *C. g. kivuensis*, where it is sometimes more, sometimes less broadly triangular, or even somewhat rounded off on the anterior side. The relative size seems, however, to be about the same within the racial limits. For this reason it may be mentioned that in the male skull, now described, the interparietal bone is comparatively very small, measuring 4,7 mm. in length by 6 in breadth. In the *«emini»* female the same dimensions are 5,8 and 9 mm.

This comparison proves that, although a number of cranial dimensions are very similar, or almost identical, these two specimens in other respects present so great differences, that it is impossible to unite them within the same subspecies. There are thus to be found, as far as can be understood from the present material, not only a small-toothed and a large-toothed race of light-bellied *Cricetomys*-forms in the same district at Masisi, but there are even two different large-toothed forms. The great faculty of variation displayed by the genus *Cricetomys* is illustrated by these facts. Although I do not think that this specimen can be referred to any described subspecies I refrain for the present to name it, because only one specimen is available.

***Cricetomys gambianus preparator* WROUGHTON.**

1 ♀ from Beni collected $\frac{6}{7}$ 1913.

This specimen agrees on the whole very well with WROUGHTON'S description with regard to colour and cranial characteristics. The differences may chiefly be due to individual, or perhaps seasonal differences. These differences are as follows. The fur is not 15, but hardly more than 12—13 mm. long, single hairs perhaps a little longer. It is grey not greyish white at the base. The hind feet are not entirely white, but brown in the middle of the upper side. The length of the hind foot of this dry specimen is not quite 68 mm.

The cranial measurements do not present any difficulties for the identification.

Greatest length of skull	76,7 mm.
Basilar » » »	64 »
Condylolncisive length of skull	72 »
Zygomatic breadth of skull	32,5 »
Nasals	31,2 »
Palatal foramina	8 »
Diastema	24 »
Interorbital breadth	11,3 »
Upper molar series	11,3 »
Greatest breadth of m^1	3,4 »

The fact that the premaxillary suture cuts the palatal foramina at their posterior extremity appears to be a good characteristic, as it is not found in any of the other specimens of the present collection.

Cricetomys microtis n. sp.

2 ♀♀ from Masisi, Febr. 1913.

A dark-bellied Giant Rat with large skull and medium-sized molars.

Colour on the back very dark brown, similar to DAUTHÉNAVY'S »warm sepia» (Rép. de Coul. 305, 4). The fur is dense, rather harsh; on the posterior back, where it is longest, the average length is 15 and many hairs even 17 mm. It is dark grey at the base. Towards the sides the colour is more greyish brown, because pale »snuff brown» (Rép. de Coul. 303, 1) hairs are mixed with dark brown, the latter become gradually less numerous on the flanks so that the colour there is lighter greyish brown. There is no line of demarcation towards the under side, which is grey with whitish tips to the hairs. Hands and feet dark brown, »warm sepia» in the middle, somewhat paler on the sides, and on the toes and fingers. Only the distal third of the tail light coloured. On the upper lip behind the black vibrissæ is a greyish spot.

Head and body of an adult female about 42 cm. (measured on the dry specimen); tail about 38 cm.; hind foot (dry) about 70 mm.; ear (softened and stretched to natural shape!) 25 mm.

The other female has a somewhat more worn and bleached pelage, and it is therefore partly paler except where the new hairs are developed.

The dimensions of two skulls (both of fully adult females) are as follows:

	♂	♀
Skull: Greatest length	77 mm.	74 mm.
Condylbasal length	73,5 »	71,2 »
Condylinsive length	71,3 »	69,6 »
Zygomatic breadth	34,4 »	32,7 »
Nasals	32,3 »	29,6 »
Least interorbital breadth	10,3 »	10,5 »
Diastema	24 »	25,0 »
Palatal foramina	9,1 »	9 »
Upper molar series	11,5 »	10,5 »
Breadth of m^1	3,5 »	3,6 »
Greatest breadth of palate measured outside m^1	14 »	13,7 »
Height of skull at anterior end of palatal foramina	14 »	13,8 »

In most respects these measurements agree, but there are also discrepancies. The longer diastema in the smaller skull corresponds with its shorter molar series.

Another difference which is rather striking consists in the fact that the larger skull in which the upper incisors are worn rather blunt, has much broader and more massive

upper incisors than the other skull, the combined breadth of both at the lower edge being in the former 5,4 mm., in the latter 4,5 mm. The antero-posterior diameter of an upper incisor above the worn surface is in the former case 4 mm., in the latter only 3,2 mm. This proves that the difference in size is not confined to one dimension only. The difference is, however, probably not fundamental, but due to the more intensive wearing of the larger teeth caused by gnawing on some hard material. The incisors of these animals appear during their continuous growth to become larger with age as in the series of *C. g. kivuensis* the younger animals have narrower incisors than the older. But if this is the case, a very intensive wearing of the incisors by gnawing on hard material may in one individual at an earlier age produce broader and stouter incisors than in average individuals, which have not subjected their incisors to the same degree of wearing. Consequently two individuals of the same age may have incisors of different size due to difference in wearing.

The frontal processes of the premaxillary extend rather far backwards, almost as far as the nasals. The raised lines on the frontals are well developed, vertical and not converging at their anterior ends. The interparietal is rather small, measuring about 9 mm. transversally, and about 5 mm. longitudinally. Bullæ rather small.

The great variability of these Giant Rats makes it rather risky to create new forms, but in this case it appears evident that a rather well defined species has been found. It is easily recognized on its comparatively very small and rounded ears, its general colouration etc. The dark-bellied *C. ansorgei* THOMAS from Angola has much larger ears (47 mm.), and larger molars (length of upper molars 12,1 mm.), and it appears also to be much paler («drab brown»). *Cricetomys gambianus elgonis* THOMAS has also much longer ears (42 mm.) and fingers and toes white and «tail dark for about one third its length».

Thryonomys rutshuricus n. sp.

Two specimens from Rutshuru (one ♂, the other unsexed, skin somewhat mutilated), 18th of June 1914.

This new species is very easily recognized on its big skull and on its very short tail which latter measures only about 75 mm. from anus to tip. Its length is thus contained more than six, or practically seven times in the length of the head and body, which is about 520 mm., and the tail is shorter than the greatest length of the skull, which is 99,5 mm. (with a basal length of 85,5 mm.).

For comparison may be mentioned that in *Th. swinderianus* TEMMINCK, or perhaps more correctly, in the specimens recorded in the literature under this probably collective name, the length of the tail is stated to be contained from hardly more than two, to at most four times in the length of the head and body.

In VON HEUGLIN'S «*Aulacodus semipalmatus*» the tail is about half the length of the body (= head and body), «von halber Körperlänge».¹

¹ Verh. d. K. Leop. Akad. d. Naturf. 1864, p. 7.

In the adult »*Aulacodus calamophagus*», according to POUSARGUES,¹ the length of head and body is 60 cm., while the tail measures 21 cm., and in a young animal of the same kind the corresponding dimensions are 47 cm. and 18,5 cm.

In the type specimen of *Thryonomys sclateri* THOMAS from the Nyika plateau, the tail unfortunately was mutilated, but its remaining length amounted to 110 mm. It is thus already by this distinct enough, but still better by its small skull which only had a basal length of 69 mm.²

Concerning *Thryonomys gregorianus* THOMAS it is not with full certainty known how long tail it has, but as from the same »region» in which the skull, on which this species was based, a short-tailed *Thryonomys* skin has been obtained, it is probable that this belonged to *Th. gregorianus*. It should then have a tail »scarcely longer than the hind foot» (THOMAS l. c. 1897). *Thryonomys gregorianus* has, however, a very much smaller skull with the basal length only amounting to 72,7 mm. It can thus not be identical with the animal from Rutshuru.

It remains then *Thryonomys harrisoni* THOMAS & WROUGHTON from the Lado district. This species as well has been based on a skull together with an imperfect skin and nothing has been communicated about the length of its tail. The skull of *Th. harrisoni* is, however, much narrower than in the form from Rutshuru, the greatest breadth of the skull being in the former only 52 mm., in the latter at least 61,5 mm. In addition to this the postorbital process is »entirely absent» in *Th. harrisoni*, but pretty well developed in the Rutshuru form so that in the latter a very pronounced notch is produced between this process and the supplementary process on the squamosal.

Although plainly distinct from the species mentioned, the species from Rutshuru with regard to its upper incisors appears to be more allied to the *gregorianus* group than to *swinderianus*. The part of the incisor outside the outermost groove measures in the Rutshuru form about 2—2,3 mm., the following space to the second groove about 1,3 mm., and the third about 0,8 mm.; the fourth, or innermost is very narrow only about 0,3 (or 0,4) mm. These dimensions are a little variable, but the part of the tooth outside the outermost groove is plainly less than the remaining portion, although at the same time much broader than the next section.

The dimensions of the two skulls are recorded in the following tables. The larger which is known to have belonged to a complete male specimen is to be regarded as the type of the species.

The stiff and bristly hairs are as usual flattened and grooved on the upper surface. Their concealed parts are grey, the outer parts darken from brown to black towards the tips. The majority of the hairs are provided with buff subterminal rings. On the head and anterior part of the back these rings are less broad, and less numerous, their colour being »yellowish buff» (DAUTHÉNAVY, 310, 2). On the posterior back they are broader and more dominating, and the colour richer, almost inclining to »ochre» (DAUTHÉNAVY, 313). On the flanks they are much paler, yellowish white. Belly and throat »maize yellow» (DAUTHÉNAVY, 36, 2 or 3). Lips and chin white, surrounded by maize yellow. In-

¹ Bull. Mus. d'hist. Nat. Paris, 1897, p. 160.

² Proc. Zool. Soc. 1897, p. 433.

side of hind legs maize yellow (36, 4). Anal region saturated yellowish buff (310, 4). The scaly tail is scantily beset with rather short hairs which are blackish above, whitish beneath, and do not cover the scales. The whiskers are mostly dark brown. The feet are covered with hair, mixed blackish and maize yellow.

		♂
Greatest length of skull	95 mm.	99,5 mm.
Basal length of skull	80,5 »	85,5 »
Greatest breadth of skull	61,5 »	61,7 »
Length of nasals	30,0 »	36 »
» » frontals	29 »	27,0 »
Interorbital breadth	32,5 »	(?)28,2 »
Greatest width of rostrum posteriorly across premaxillaries	27,2 »	28 »
Posterior breadth of nasals	16 »	16 »
Upper molar series	16 »	16,5 »
Lower » »	17,6 »	17,7 »
Tip to tip of postorbital processes	36,2 »	36,2 »
Diastema	23 »	24 »
Palate length to »henselion»	39,0 »	42,5 »

Dendrohyrax dorsalis FRASER.

A fine specimen from Beni caught 6th of July 1913.

Whether a small young without dorsal spot belongs to this species, or not, is impossible to decide.

Elephas africanus cottoni LYDEKKER.

A foetus with a length between forehead and vent amounting to about 30,5 cm. (Pl. IX).

As has been pointed out before, also by the present author concerning *E. a. cyclotis* MATSCHIE, the Elephant foetus comparatively early assumes the shape of the fullgrown animal to such a degree that the racial characteristics become conspicuous. This holds good also in this case. The shape of the ear proves that this foetus belongs to the race which has been named as above. A comparison between the accompanying figure of the left ear of this foetus shows exactly the same shape as LYDEKKER's figure in Proc. Zool. Soc. London, 1907, I, p. 390, on which the author quoted based his diagnose of this race. The shape of the ear, especially the small size of the hanging lappet may also be seen on a photo of a male Elephant shot by Capt. E. ARRHENIUS.

The ear of *E. a. cottoni* is less oval than that of *E. a. cyclotis* MATSCHIE from Cameroon, but undoubtedly both are nearly allied. Both have another characteristic in common viz. four hoofs on the hind foot. The present author stated¹ the presence of a fourth

¹ Comptes Rend. du 6me Congrès Internat. de Zoologie, Berne 1904, p. 324.

hoof in the hind foot of the foetus of *E. a. cyclotis*. This foetus of *E. a. cottoni* exhibits the same feature as can be seen on the plate (Pl. IX).

Generally it is stated in the textbooks that the African Elephant unlike the Indian only has three hoofs on the hind foot. LYDEKKER says,¹ however, quite correctly, that there may be either three or four broad flat nails in the hind limb of the African Elephant. The presence of four hoofs in the hind feet is evidently a more primitive characteristic than the reduction of these organs to three. In a similar way the oval or rounded ears of the races *cyclotis* and *cottoni* must be regarded as representing a more primitive stage



Fig. 6. Left ear of foetus of *Elephas africanus cottoni* LYDEKKER.

than the ears of certain South- and East-African Elephant-races with much enlarged more or less pointed lappets which hang down far below the lower end of the line of insertion of the ear. Compared with other African Elephants the two races which belong to the West African region display thus at least two primitive features in common.

Judging from a skull of an Elephant killed at the south end of the Albert Nyanza LYDEKKER has expressed² the opinion that this Elephant, which the author quoted has named *Elephas africanus albertensis*, is »the most generalized representative» of African Elephants. The relation between *E. a. albertensis* and *E. a. cottoni* does not appear, however to be quite clear as the former name is based on the skull, the latter on the ear, and both may be identical, in which case *albertensis* has priority. As I have been obliged to base my classifying only on the ear I must for the present, however, use the name *cottoni*.

The general appearance of this foetus is well illustrated by Pl. IX.

It is not hairy except in four places, viz. on the proboscis, on the lower and upper lips, at the eye, and at the tip of the tail. On the proboscis the hairs are comparatively most numerous around the nasal opening. Along the ridge which on either side borders

¹ »The Game Animals of Africa.»

² Proc. Zool. Soc. London 1907, p. 403.

the posterior, proximally flat, distally concave posterior surface of the trunk there is a considerable number of hairs, but none on the posterior surface itself. On the anterior surface scattered hairs are found, chiefly growing in the transverse folds of the skin, which latter, however, extend across the lower surface, or posterior surface as well. On the proximal portion of the trunk the hairs are very few.

On the lower lip the hairs are, as the figure (Pl. IX) shows, very numerous. The greatest number of them are white, but some of the posterior ones are black. On the upper lip there are very few hairs, all small and black. The hairs at the eye form a longitudinal series on the upper eye-lid, but not at its margin, and four hairs on the lower eye-lid are also situated in a row about the middle of the lid. Thus they do not occupy the place of whiskers as is the case in the Indian Elephant foetus according to TOLDT J:r.¹ These hairs are comparatively long and apparently of sensory function.

At the tip of the tail the hairs grow on the narrow sides of the laterally flattened terminal portion. On the posterior side there are two rows of hairs, and one of these (the left) continues around the tip on the anterior edge of the tail-end. The other (the right) does not extend beyond the end of the tail. As K. TOLDT J:r describes in his interesting and carefully written memoir, »Über die äussere Körpergestalt eines Fetus von *Elephas Maximus*»,¹ the hairs do not grow single at the tail-end, but are arranged in small groups which in this case contain 2—4 hairs.

Otherwise the hairs are not developed as yet. The outer layer of epiderm is dark as usual, and has a tendency of peeling off in flakes. The hoofs or nails are lighter than the skin. The soles of the feet have already the peculiar structure which I could not help admiring when I saw it in the footprints of the Elephant which I had the good fortune of tracking in the northern wildernesses of British East Africa. It exhibits a very intricate, labyrinthic pattern of small winding and meandering furrows, which with narrow interspaces spin over the whole lower surface of the sole. It is rather difficult to describe this accurately, but the drawing of the foetus on the accompanying plate (Pl. IX) displays this pattern to some extent so that an idea of the same may be conceived. Undoubtedly this structure is of very great importance for the Elephant, as it prohibits him from slipping, when the elastic pads are stemmed against the ground by the weight of the animal.

BRAUER has stated² that already in a quite young (7,25 cm.) foetus of Elephant from Cameroon a »schon scharf hervortretende Perissodactylie» is to be seen and that the middle toe is much more strongly developed than the lateral. In this foetus as well the middle toe is largest both in front and behind. On the fore feet, however, the difference in size between the middle toe (the third) and the fourth is not great to judge from the size of the hoofs. The proportion of the hoofs is expressed by the following measurements of their breadth:

¹ Denkschr. d. Math. Naturwiss. Kl. d. K. Akad. d. Wiss. Wien 1913, Bd. XC.

² Sitzber. Ges. Naturf. Freunde, Berlin, 1910.

	Left fore-foot	Right fore-foot
I toe	5 mm.	5 mm.
II »	8 »	8,5 »
III »	11 »	11,5 »
IV »	10,7 »	10 »
V »	7 »	6,5 »

On the hind feet the perissodactylism is still better pronounced as follows:

	Left hind foot	Right hind foot
II	7 mm.	6,5 mm.
III	10,3 »	11 »
IV	8 »	7,6 »
V	4,5 »	5,1 »

The following dimensions of the foetus may be of interest for comparison with other ones:

Length of tail from anal opening	123 mm.
» » proboscis from mouth	141 »
Ear-opening to posterior margin of ear	73 »
Greatest vertical height of ear from flap	101 »

***Bubalus caffer radcliffei* THOMAS.**

3 skulls from Rutshuru.

The magnificent Buffaloes of the Rutshuru plains (fig. 6) belong very typically to the race named by THOMAS as above. The best skull, although not a record skull



Fig. 7. Buffaloes from Rutshuru shot by Captain ELIAS ARRHENIUS.

has somewhat larger horns than the type with a distance between the most distal points of their outer convexity of 1185 mm. The palms are not quite as broad as in the type being 260 mm. in a straight line. This bull is still in its prime with the molars not much worn. Length of molar series 147 mm.

Greatest breadth across orbits	255 mm.
Length of nasals	231 »
Least interorbital width	170 »
Orbit to tip of premaxillary	290 »
Greatest breadth across premaxillaries	114 »
Length of palate	319 »

These measurements are almost all of them larger than those of a Buffalo bull which I shot at Upper Guaso Nyiro in British East Africa, although that one was of the same general type and also must be referred to *B. c. radcliffei*. The difference is no doubt only due to the harder conditions of life for a big grazing animal in the dry country at Guaso Nyiro than at Rutshuru.

In their book »Life histories of African Game animals», Vol. I, ROOSEVELT and HELLER published a map (map 11 at p. 418) over the »distribution of the races of the African Buffalo». On this map the areas of distribution of the subspecies »*radcliffei*» and »*aequinoctialis*» are marked out. The western boundary line for the former race is there drawn well to the east of Rutshuru River and excludes thus the Rutshuru plains which are laid to the area of *aequinoctialis*. This is, however, evidently a mistake as the present collections prove (cfr. also the figure 7). The Buffaloes of the Rutshuru plains are true *radcliffei*. The horns of the skulls have a much more pronounced downward sweep proximally than the photo appears to indicate.

Damaliscus korrigum ugandæ BLAINE.

Two very fine specimens, male and female, from Rutshuru 26th of June 1914, and in addition to them a couple of skulls.

Both sexes are alike in colour.

Skull dimensions:	♂	♂	♀
Greatest length of skull	404 mm.	412 mm.	395 mm.
Condylbasal length of skull	386 »	396 »	381 »
Basal length of skull	365 »	375 »	359 »
Greatest breadth of skull	156 »	150 »	146 »
Length of upper molar series	90,7 ¹ »	99,5 »	95,5 »
Length of nasals		177 »	163 »
Length of palate		222 »	217 »
Orbit to gnathion		269,5 »	
Width of skull at first premolar		61 »	

The skulls of these specimens present an interesting feature with regard to their first premolars. This tooth has namely at its anterior end an appendix attached (Pl.

¹ Worn.

XII, fig. 3), which almost has the shape of such an accessory column as is to be found on the inside of the molars of certain Ruminants. This anterior column of the first premolar of these Antelopes is, however, not homologous with such accessory columns of the molars, but I consider it as a remaining rudiment corresponding to the anterior lobe of the tooth which is present in the milk-premolars, but usually entirely lost in the permanent premolar. In skulls of *Connochætes* and *Bubalis* which I have examined there is no such columnar appendix at the frontside of the first premolars, nor is there anything like that to be seen on the same teeth of a skull of *Damaliscus lunata*. This may thus be a characteristic of the *korrigum*.

Another striking characteristic of these skulls is found in the shape of the posterior choanæ (Pl. XII, fig. 3). This peculiarity consists therein that *lamina pterygoideæ internæ* some way behind *hamuli pterygoidei* are very strongly convex in the middle on their inner, and concave on their outer side. By this bulging inwards of the middle of the pterygoid walls of the choanæ, although the free brims of the same are turned out to the same width as anteriorly, the passage through the choanæ must be much obstructed. At the narrowest place this passage between *lamina pterygoideæ internæ* measures only 6 mm. and when in lifetime the bones are covered by the mucosa the interspace must be nearly blocked up. The inner breadth of the choanæ behind the palatal margin and to the *hamuli pterygoidei* is about 20—22 mm. The lower margins of *lamina pterygoideæ internæ* have an interspace behind the *hamuli* of about 27 mm., but this interspace decreases gradually in a backward direction to 16,5 mm. *Lamina pterygoideæ externæ* extend, however, beyond the *lamina internæ* and form the free margin. The distance between these free brims is about 31—32 mm. from behind the *hamuli* and continues for some distance beyond the place where the narrowest constriction between *lamina internæ* is situated, then it gradually diminishes to about 26,5 mm. and is 30 mm. at the posterior end of the choanæ. These measurements are from the largest of the male skulls the dimensions of which are recorded above.

In the skulls of *Connochætes* and *Bubalis* examined no such constriction of the choanæ has been observed, nor in *Damaliscus lunatus*, although the brim formed by *lamina pterygoideæ externæ* may be more or less turned out. Especially in the latter this is the case in a considerable degree.

The question then readily presents itself: what purpose does this strange shape of the posterior choanæ serve? The reply to this appears most probable to be that the shaping of the choanæ is a secondary product without certain aim, but that the primary thing is the strengthening of the pterygoid bones which serve for the insertion of *musculi pterygoidei*. This purpose is fulfilled not only by these bones being remarkably thick and solid, but also by their greater extension. The area of the bones is namely increased both by the concavity of the pterygoid wall and the turned out brim. The combination of these two conditions give the bony pterygoid wall a more solid construction and thus more power of resistance against the pull of the *musculi pterygoidei*, when these contract themselves. As these muscles are of great importance for the grinding of the food it is easy to understand that an increase of them is of importance for the animal when it has to masticate coarse food. Thus increased exercise of these muscles has been needed

for grinding the food of the *korrigum*. The muscles have through this become gradually enlarged, and they have then secondarily influenced the growth and shape of the bones to which they are inserted.

Cephalophus weynsi THOMAS.

An old female from the »montagne et forêt Kabwe, Rutshuru, le ²⁹/₃ 1914». An old female from Beni, Aug., Sept. 1914.

At Beni these Duikers were known under the name »Kurupa». There is not the slightest doubt that these two specimens correctly may be referred to the *C. weynsi* group, but on the other hand they are not quite identical, neither with regard to the pelage and its colour, nor with regard to cranial dimensions. It appears therefore most opportune to regard them as representing two different geographic races. The question is then to decide which one most probably ought to be taken as identical with the typical race, if any of them is. I am not quite certain about the last point, but there are several reasons, geographical as well as zoological, which make me inclined to regard the specimen from Beni as most likely nearest to or identical with the typical *C. weynsi*. The collecting locality near Beni lies somewhat west of that place and is situated in the great tropical Congo forest which extends to the Stanley Falls district, but on the other hand Kabwe at Rutshuru is a from the great Congo forest isolated mountain forest, which latter thus might be inhabited by somewhat aberrant forms. The description of *C. weynsi* as repeated by LYDEKKEK¹ contains the statement: — »body-hair short and close» — and this suits the specimen from Beni much better than that from Kabwe. Still more important is that the basal length of the skull of the type of *C. weynsi* which still was young, »à prémolaires de lait en place» is recorded² to be 175 mm. which is almost identical with the same dimension (174,5 mm) of the old female from Beni, while that of the equally old female from Kabwe is only 166 mm. thus indicating a smaller race. It appears thus most suitable to distinguish the Duiker from the Kabwe forest with a third name as:

Cephalophus weynsi rutshuricus n. subsp.

With regard to the colour of the head and neck this race resembles that of the *C. weynsi* in the great Congo forest as represented by the specimen from Beni, but it is generally darker. The neck is not quite so thin-haired as in the Beni-specimen, and its colour on the sides is somewhat more reddish brown. There are more black hairs on the anterior back and over the shoulders, than in the one from Beni, and behind the withers the colour shades from something between »madder brown» (DAUTHÉNAY, 334, 4) and »Indian chestnut red» (DAUTHÉNAY, 333, 4) on the back to »burnt sienna» (DAUTHÉNAY, 320, 1) on the hams and »brownish terra cotta» (322, 4) on the lower flanks, while the animal from Beni might be termed »rust red» (318, 1 & 2). The chest shows in both

¹ Catalogue of the Ungulate Mammals, Brit. Mus., Vol. II, p. 74.

² Ann. Mus. Congo, T. II, Fasc. 1, p. 15.

some dark shades in the middle without that any distinct ventral stripe, or patch is formed. All over the body the pelage is better developed and less close than in the Beni specimen. The legs and feet are darker in the specimen from Kabwe without, however, becoming black. Therefore the black stripe from the heel, as well as that of the front side of the tarsus¹ can be discerned in the dark brown general colour of the feet. The tail has basally the colour of the back, the tuft is black, mixed with white at the tip and on the lower side.

As far as these specimens mentioned above can be regarded as typical, it is very easy to distinguish the two races of *C. weynsi* already by their different colour.

The cranial differences may, however, be regarded as more important and those may be seen from the following table of measurements and the figs. 1 and 2 of Pl. X.

The horns of the specimen from Beni measure about 56 mm. (greatest diameter 17), those of the specimen from Kabwe 49—50 mm. (greatest diameter 16 mm). They are rather similar, with a bluntly conical tip followed by an indistinctly ringed portion on which more or less plainly about five transverse rugosities may be traced. The basal portion is somewhat depressed, or obliquely compressed. It has an uneven surface, but without rings.

At the same place and the same day (²⁹/₃ 1914) another specimen of Duiker was collected by Captain ARRHENIUS in the mountain-forest of Kabwe. This specimen which also is an old female differs so strongly with regard to colour from the one described above that at first I was inclined to believe it a representative of another race (perhaps *C. johnstoni* which is stated to be much darker than *weynsi*). A closer examination of the skulls of the two Kabwe Duikers revealed, however, that these with regard to their general appearance and dimensions were so alike that they could not be separated. This is very plainly proved by the following table of measurements. The only difference, which is worth mentioning, is that the length of the upper molar series is somewhat longer in the dark specimen. This is, however, very easily and naturally explained by the fact that the teeth in the first described specimen are more worn, indeed almost worn out, and therefore this dimension secondarily has become shortened. Judging from the likeness of the skulls I must thus refer the darker specimen as well to *C. weynsi rutshuricus*, and regard it as somewhat melanistic. This makes itself apparent by the general darkness which is produced by dark hairs mixed among the »red», or by black tips to some hairs. The whole of the fore quarters is thus a dark shiny brown, which gradually behind the shoulders is more and more enlivened by a sprinkling or grizzling with rufous. Thence it shades gradually from something like madder brown on the back, to a saturated rust red on the hams. Along the middle of the chest towards the navel is a broad band of »warm sepia» on the sides surrounded with a paler brown, somewhat similar to »burnt umber». The head and the legs are similar to the other specimen, only a little darker. The same is the case with the tail.

The horns of the melanistic specimen are of the same type as in the other, but more

¹ These stripes are present in a number of species of *Cephalophus* as f. i. *C. claudi*, *leucogaster*, *weynsi*, *johnstoni* etc.

depressed, and therefore with a greater transverse diameter amounting to 21 mm. basally at its maximum.

	♀ Beni ad.	♀ Kabwe ad.	♀ Kabwe ad. (melanistic)
Total length of skull	197 mm.	185,3 mm.	185 mm.
Basal » » »	174,5 »	166 »	164 »
Zygomatic breadth of skull	86 »	85 »	86,5 »
Breadth of brain-case	61 »	56,3 »	60 »
Distance from orbit to tip of premaxillary	107 »	96,5 »	96 »
Length of nasals	86 »	71,8 »	73 »
Least interorbital width	43,3 »	45 »	46,6 »
Greatest breadth of nasals (at lacrymal suture)	32,8 »	36 »	36,4 »
Width of nasals at nasi-premaxillary suture	18,4 »	21 »	24,5 »
Length of upper molar series (worn!)	50 »	47,5 »	54,5 »
Breadth of m^2	12,7 »	13,4 »	14,5 »

These measurements prove very plainly that *C. weynsi* from Beni has a considerably longer skull (Pl. X, fig. 1) with a more elongate rostrum than the Rutshuru race (fig. 2), while the latter is not only comparatively, but even absolutely broader in the nasal region. The nasals do not project mesially so far backwards in the Duikers from Kabwe as in that from Beni, nor are they so strongly produced forwards in their anterior end, but everywhere broader. These features prove that the Duikers from Kabwe are not simply smaller specimens of the same kind as that from Beni. Otherwise both skulls, of course, have a general resemblance. Characteristic to both is that the nasals are comparatively flat above, especially in the specimens from Kabwe, but that the central portion of the frontals, inside *foramina supraorbitalia* is rather strongly raised to form a pronounced convexity which in the specimen from Beni forms an almost roof-like ridge (Pl. X, fig. 1 & 2). The upper molar series are in both comparatively short, but the true molars broad.

On the lower jaw the angular flanges or lobes are very sharply set off (almost in a right angle) from, and extend about a centimeter below the lower contour line of *ramus horizontalis* (Pl. X). This great expansion of the angular portion of the lower jaw indicates that the diet of the animal requires a powerful development of the musculature of the jaws especially *m. masseter* and *m. pterygoideus internus*. The strongly worn condition of the molars, and the fact that the inner sides of the upper, and the outer sides of the lower molars are very much more worn down than the opposite sides prove that the food-material has needed an intense grinding activity before it became useful for digestion. Unfortunately nothing is known about the biology of these animals, but of all species of *Cephalophus* represented in this collection, *C. weynsi*, with its subspecies, appears to be the most specialized in this respect, and this as well as other structural features prove that the different species of this genus, although inhabiting the same districts must differ in a considerable degree with regard to their habits, diet etc.

? *Cephalophus johnstoni* THOMAS.

A young ♂ only with milk-dentition from Beni, Aug., Sept. 1914.

C. johnstoni was described¹ on a single young specimen from Toro, east of Ruwenzori, which still seems to be the only known in existence. The principal characteristics by which it should be distinct from *C. weynsi*, with which it shares the reversal of the hairs of the nape, should be its thicker fur, and much darker general colour. The first of these characteristics is found in this specimen as well, but as it is a juvenile feature, it does not prove very much. The second characteristic holds also good perhaps in too high a degree as the dark shining brown extends not only over the hind quarters, but also over the whole back almost to the root of the tail. The flanks and hams are not »deep reddish russet» but rather »burnt umber» (DAUTHÉNAY, 304, 1). With our present knowledge it is impossible to say, whether this is a perhaps somewhat melanistic young of *Cephalophus weynsi*, or of *C. johnstoni*.

Cephalophus claudi mixtus n. subsp.

1 ♀ from Beni, Aug., Sept. 1914.

»En Kiswahili Bengele» Capt. ARRHENIUS has written in his diary.

There is no doubt about a close relationship existing between this Duiker from Beni and *C. claudi* THOMAS & WROUGHTON from Bambili, Welle Basin, but as there are several differences noted below which are the more important as the type of *C. claudi* also was an adult female, I think it most correct to distinguish this form with a third, subspecific name.

The general body colour is chestnut rufous on the fore quarters, gradually passing through »burnt sienna» (DAUTHÉNAY, 320, 2) on the posterior back to »rust red» (318, 1) on the hams. A broad black blaze on the face from the muffle, including the tuft and still extending over the nape some way on the upper neck, where it gradually dissolves in the black sprinkling, which is to be seen over the fore-quarters. On the sides of the black blaze above and behind the eye there are many white hairs. A rufous superciliary band borders sharply the black blaze. Another rufous band goes through the glandular region to below the eye; the upper lips browner. Chin pale rust red. Throat and sides of neck rufous much mixed with white hairs; many scattered white hairs are to be seen on the shoulders as well. White hairs are still more numerous on the flanks where they decidedly are in majority but mostly covered by the longer red hairs. From the chest to the navel a blackish median band. The fore-legs are brownish black to the elbow, where the dark colour gradually dissolves in the black sprinkling of the shoulders, and on the inner side of the fore-legs a stripe of the body colour extends to the carpal joint. The hind feet are only blackish a little above the hoofs, but there is a broad black patch on the heel, and from there a narrow dark stripe runs down on the posterior side of the foot to the lateral hoofs, and another similar, but shorter stripe is found on the outer part of the front-side of the lower metatarsus. The tail is similar to that of the typical *C. claudi*,

¹ Proc. Zool. Soc., London 1901, p. 89.

basally of the body colour, then with whitish hairs, and finally the outer half with a great black tuft, which at the tip and its lower side has a »tendency to show white».

Total length of skull	182 mm.
Basal » »	164 »
Zygomatic breadth of skull	77,7 »
Distance from orbit to tip of premaxillary	96 »
Length of nasals	67 »
Interorbital breadth (least)	37 »
Length of upper molar series	51,8 »
Greatest breadth of m^2	13 »
Length of bullæ	24 »
Breadth of palate outside m^2	55 »

If these measurements are compared with those of the type of *C. claudi*¹ it is found that, although the total length of both is almost the same (resp. 182 and 185 mm.), the length of the rostrum (102) and the length of the nasals (75 mm.) of *C. claudi* is distinctly larger than those of the present specimen. The latter approaches in these respects somewhat to *C. nigrifrons*, which, however, is much different in colour. The geographical neighbour *C. rubidus* from Ruwenzori has still shorter rostrum (85 mm.), and nasals (60 mm.), and it is also different in colour. The molars are not broad, but nevertheless broader than in the nearest related forms *C. nigrifrons* and *C. rubidus*.

The narrowness of the skull of the present specimen, and the flatness of its upper surface appears to be a rather striking characteristic. Another is the truncate posterior end of the nasals (Pl. X, fig. 3), which only show a slight convexity in the middle of the suture with the frontals. The preorbital pit is very deep and large. The premaxillaries are rather broad at their upper end. The *bullæ* are large, but extremely thin-walled (like paper!). *Foramina incisiva* are very large, measuring 27,5 mm. in length by 6,5 in breadth. The prædental portion of the palate is very narrow and constricted, measuring only about 18 mm. in breadth, and with a narrow edge along the median suture. The median posterior palatal emargination extends further forwards than the lateral ones and reaches almost to a line through the middle of m^2 . The lower jaw is also very slender (Pl. X, fig. 3), the greatest height of *ramus horizontalis* below m_2 being only 20 mm. The whole structure of the skull appears to indicate an animal feeding on tender vegetable matter (leaves and young shoots). The upper molar series is almost straight along its inner contour line, but converging forwards so that the distance between the inner sides of m^3 is about 32 mm. but between p^1 about 20 mm.

The horns (Pl. X, fig. 3) are short and blunt, greatest length 36 mm., greatest transverse diameter 14 mm. They are much worn on the upper surface by branches and twigs, when the animal sneaks through the undergrowth. To such a life undoubtedly also the narrowness of the skull is an adaptation.

Cephalophus leucogaster GRAY.

A young male with only the first molar developed from Beni, Aug., Sept. 1914, and an adult female from the same locality, Jan. 1914.

¹ According to THOMAS & WROUGHTON in Ann. Mag. Nat. Hist. (7), Vol. 19, 1907, p. 386—387.

The knowledge about the skull of this Duiker appears to be rather imperfect. THOMAS has recorded¹ the basal length and greatest breadth of »le plus grand crâne» out of two belonging to an adult pair ♂ & ♀. The former of these measurements was 161 mm., the latter 83 mm. The skull of the adult female in this collection has the following dimensions:

Greatest length	189 mm.
Basal length	167,5 »
Zygomatic breadth	86,5 »
Breadth of brain-case	58 »
Interorbital width	46 »
Length of nasals	76 »
» » rostrum from orbits	96 »
» » upper molar series	56 »
Breadth of m^2	13,5 »
Length of bullæ	27 »
Breadth of palate outside m^2	60 »

This skull is evidently somewhat larger than THOMAS's largest specimen.

The nasals are pointed behind in such a degree that their posterior portion which is embraced by the *processus nasales* from the frontals forms an equilateral triangle. Their upper surface like the whole forehead is flat, very different from that of *C. c. castaneus*, *weynsi* etc. (cf. Pl. XI). The median posterior palatal emargination is narrow, but reaches much further forwards than the lateral ones. The premaxillaries reach the nasals (Pl. XI, fig. 1).

In the young skull from the same place (with a total length of only 154 mm.) the posterior suture of the nasals is rounded off, but the *processus nasales* from the frontals project on both sides in a similar degree as in the adult. The posterior choanæ stand more broadly open in the young than in the adult. The molar series of the adult ♀ is not much curved, the distance between the inner sides of m^3 being about 35 mm., and that between p^1 about 26 mm.

The horns (Pl. XI, fig. 1) are rather slender, conical and sharply pointed.² Their length in the adult female is 50 mm., and their greatest diameter near the base is 11 mm. They are not worn on their upper surface. From this fact and the colour of the animal it may be assumed that this animal does not live in the thick forest.

The description of the colour of this species in the literature is not very complete, and it is thus connected with great difficulty to decide whether the specimens from Beni are quite identical with the typical form from Gabun. The latter is described as »dull chestnut rufous», but since THOMAS had had the opportunity of seeing adult specimens he adds (l. c.) that they are »un peu plus bruns sur la région antérieure du corps que le type encore jeune». These latter specimens were, however, from the Stanley Falls district,

¹ Ann. Mus. du Congo, T. II Fasc. 1.

² This is in agreement with the description of the type specimen in »The Book of Antelopes». The horns of this Antelope are thus very different from those of *C. ogilbyi*, although KNOTTNERUS-MEYER unites both into one of his many genera and says about the same: »Die Hörner sind, besonders beim Männchen, dick und gross.» (Arch. f. Naturgesch. 1907).

and it is perhaps not certain that they are of quite the same race as the type from Gabun. The above quoted cranial measurements have made it probable that the *leucogaster*-Duiker living at Beni is larger than the one of the Stanley Falls district.

The adult specimen of the present collection does not differ much from the young one, but has a little brighter colours on the sides of the anterior part of the body. The scapular region may be described as »otterbrown» finely grizzled with rufous, behind this the sides are »fawn» (DAUTHENAY, 306, 1 & 2) which gradually becomes brighter, almost »rustred» (DAUTHENAY, 318, 2) on the hind quarters at the sides of the black dorsal band. Down on the hams the colour gradually becomes lighter (318, 1), and finally it appears most similar to RIDGWAY'S »pinkish cinnamon». A black band on the heel extends as a narrow dark streak to the outer of the lateral hoofs, and a similar dark streak is seen on the front side of the metatarsus.

THOMAS has kindly communicated in a letter that all specimens of *C. leucogaster* in the British Museum have a dark mark down the heel, and also that their fore-legs are a kind of pale ashy grey brown. Thus the colour pattern of these specimens appears to agree with the typical ones, and it depends then upon cranial dimensions, if *C. leucogaster* from Beni possibly constitutes a different race, which cannot be decided before adult skulls from the type locality have been described.

Cephalophus castaneus arrhenii n. subsp.

1 ♀ from Beni, Jan. 1914.

This specimen is no doubt related to *C. castaneus* THOMAS typically from Cameroon, but also described by the same author from Congo.¹ There are, however, differences as well with regard to cranial dimensions as in colour which are too great, and too important to permit an identification, the specimen of the present collection being much darker and much smaller, as may be seen from the following table of measurements.

	<i>C. c. arrhenii</i>		<i>C. castaneus</i>	
	♀ from Beni	♂ from Mukim-bungu	measurements recorded: by SJÖSTEDT by THOMAS	
Greatest length of skull	175 mm.	205 mm.	170 mm.	179 mm.
Basal length	154,5 »	176,5 »	85 »	90 »
Zygomatic width	76 »	90 »	99 »	103 »
From orbit to tip of premaxillary	88 »	105 »	56 »	59 »
Upper molar series	54 »	59,6 »		

The considerably greater dimensions of *C. castaneus* become perhaps still more conspicuous if some other measurements of skull dimensions are compared. For doing so I have unfortunately only an adult male skull of *C. castaneus* from Mukimbungu, Lower Congo, for comparison, while the present female skull from Beni is still comparatively young as it has not yet changed its milk-premolars, but the third molar is already

¹ Ann. d. Mus. du Congo, T. II, Fasc. 1.

up in both jaws. Thus the increase in size between this stage and the fully adult cannot be expected to be very great, and therefore the measurements recorded below can be compared without being misleading.

	♀ Beni	♂ Mukim- bungu
Distance between alveolar margin of m^3 and orbit	24 mm.	32 mm.
Breadth across outside of m^1	52 »	61,5 »
Length of nasals	66 »	80 »
Greatest transverse diameter of m^1	10,2 »	15 »
» » » » m^2	10,3 »	16 »
» » » » m_1	6,4 »	9,4 »
» » » » m_3	6,5 »	10 »

The shape of the bones of the two skulls is in many cases very different. The anterior contour of the palatal bones of the skull from Beni forms an evenly curved arch extending forwards to a level with the anterior portion of m^1 , but in the *castaneus* from Mukimbungu it is a straight transverse (22 mm. long) line on a level with the anterior portion of m^2 , and the lateral sutures of the palatal bones form distinct angles with this anterior transverse suture. The posterior choanæ are much narrower in the larger skull measuring on a level with the posterior end of m^3 only 8,7 mm., but in the smaller female skull from Beni the same measurement is 14 mm. This depends upon the fact that in the former the pterygoid laminae stand vertically, in the latter they diverge towards their lower margin.

The shape of the nasals is also very different. In the *castaneus* skull the posterior ends of the nasals project with a blunt point backwards between the *processus nasales* of the frontals, which latter are broadly truncate and form an almost straight transverse suture with the lateral portions of the nasals (Pl. XI, fig. 2). In the female skull from Beni the nasals are rather broadly rounded behind, occupying almost the whole upper surface, but the *processus nasales* of the frontals extend forwards on both sides with sharp points which cut deeply into the nasals between their upper horizontal and lateral vertical portions (Pl. XI, fig. 3). The premaxillaries do not reach the nasals in *C. c. arrhenii* (cf. fig. 3).

The horns of *castaneus* from Mukimbungu are much longer (about 5,5 cm.) which, of course, as being a male characteristic is of no importance for this comparison, but they are smoother all over and quite circular in section. The short (2½ cm.) horns of the female from Beni are not only transversely more rugose, but display also longitudinal ridges, so that the section is not round. The female from Beni has also the horns more raised so that they form a distinct angle with the frontal plane (Pl. XI, fig. 3), while those of the *castaneus* buck slope evenly with the frontal plane (Pl. XI, fig. 2).

The angular flange of the mandible is much more sharply set off (Pl. XI, fig. 3) in *C. c. arrhenii* than in *C. castaneus* from Lower Congo (Pl. XI, fig. 2).

The colour of the specimen from Beni is much darker than that of the *castaneus* from Mukimbungu. The general chestnut colour proves at closer inspection to be thinly

overlaid with blackish which occupies the extreme tips of many hairs. The black dorsal band is very broad, and there is a still broader ventral black band, extending from the chest between the forelegs and ending a little in front of the teats. The lower flanks on the sides of this mesial black ventral band are a little paler, and less red than the upper parts of the sides. The feet are brown rather resembling »otterbrown» (DAUTHENAY, Rép. de Coul., 354, 4), but gradually darkening to black up on the legs. This black extends on the fore-legs a good deal above the elbow, but becomes thinner on the shoulders where it finally is represented only by black tips to the rufous hairs. A strip on the inner side of the fore-legs extending down to the carpal joint has the same pale colour as the lower flanks, sharply contrasted to the blackish brown of the outer side. On the hind legs there is no such pale colour stripe, the posterior side being black (almost) to the hoofs. The front side is dark »otter brown» to the tarsal joint, gradually blending into the black, which extends well up on the hams, where it shades off with black tips to the hairs. Along the posterior side of the hams is a pronounced blackish band produced by long black tips to the hairs. The upper side of the tail is black in continuation of the black dorsal band, the underside, and partly the tip is covered with white hair.

The colour of the head is about similar to the same in *castaneus*, only a little darker.

From this description it is apparent, that the specimen from Beni also with regard to its colour differs very plainly from the typical *castaneus*.

In the year 1914 E. SCHWARZ described¹ a Duiker of this group from the Welle district. According to the short diagnose that one (named) *C. dorsalis orientalis*, is »externally not distinguishable from the other forms of *C. dorsalis*», but its skull is said to be »much larger than in any of them». The cranial measurements recorded by SCHWARZ for his *C. d. orientalis* are almost identical with those tabled above for the *castaneus* form from Mukimbungu, and with those which have been quoted for THOMAS's Congo specimen similarly named. If thus *C. d. orientalis* proves to be a valid subspecies, not only the specimen from Mukimbungu, Lower Congo, referred to above, but also THOMAS's specimens from Congo, from which he quotes the above cited cranial measurements, must be regarded as belonging to SCHWARZ's subspecies. The last author says (l. c.): »There is a gradual increase in size and facial length in the local races of *C. dorsalis* from »the West-coast forms like *C. d. dorsalis*» which »are small and have a short rostrum» — — —. »*C. d. castaneus* from South Nigeria and the Western Cameroon» should then come next, and finally »the races of the Congo forest, as typified by *orientalis*» — — —. The »*orientalis*» has, to judge from measurements recorded in the literature (some of which are quoted above), the basal length of the skull only 6,5 to 9 mm. longer than the adult *castaneus* from Cameroon,² but it appears certainly to be larger. Its distribution extends as far as is known from Lower Congo (Mukimbungu) to the Welle district (fide SCHWARZ) and Stanley Falls (fide THOMAS). In the north-eastern part of the Congo forest it is substituted by the smaller and darker form described above. The members of this group of Duikers thus decrease very decidedly again in size without reducing, however, the com-

¹ Ann. & Mag. Nat. Hist. (8), Vol. 13, 1914, p. 35.

² Cf. the measurements quoted from SJÖSTEDT above.

parative dimensions of the snout. Thus they do not approach the typical *dorsalis*, and therefore it appears better to regard them as subspecies of *castaneus*.

Cephalopus melanorheus æquatorialis MATSCHIE.

2 ♂♂, ♀♀ Beni, Aug., Sept. 1914; 2 ♂♂, 1 ♀ *ibid.*, Jan. 1914.

»Boloko» is the native name of this little Duiker according to Capt. ARRHENIUS.

One of the above noted females has no horns, but the others are provided with such. The general colour of the back is different in different individuals. In some specimens it may be said that the posterior back is somewhat »in's röthlichgelbe spielend», as MATSCHIE described¹ the type from Chagwa, Uganda. Other specimens are »warm sepia» (DAUTHENAY, 305, 4) thus resembling *C. schusteri* MATSCHIE.

Sylvicapra grimmia lutea DOLLMAN?

Capt. ARRHENIUS's collection contains only a skull of this kind. This is very much larger than the skull of the East African Duiker, *S. g. hindei* as the following measurements indicate:

Total length of skull	181,5 mm.
Basal » » »	160,5 »
Condylobasal length	172,5 »
Greatest breadth	77 »
Orbit to tip of premaxillary	97,3 »
Length of nasals	66,6 »
Least interorbital width	47,4 »
Length of palate	89,5 »
Upper molar series	55 »
Breadth across <i>m</i> ²	50 »
Breadth across outside of horn cores basally	42,6 »
Length of bulla	27 »

NEUMANN has named a subspecies from Kavirondo *Sylvicapra abyssinica nyansæ*, but he has only said that it is darker than the typical *abyssinica*, and not communicated a single skull measurement. It would thus have been impossible to make any comparison between this skull and NEUMANN's Kavirondo Duiker, if I had not had the pleasure of receiving some information about it from Professor MATSCHIE. He has kindly written that NEUMANN's Duiker is represented in the Berlin Museum by the posterior portion of the skull. The following measurements of the same, communicated by MATSCHIE, prove plainly the difference from the skull of the present collection: »Breite an den Hornzapfen 38 mm.; grösste Breite etwa 66 mm.»

From Mani, Lower Shari River, E. SCHWARZ has described² a Duiker, named by him *S. g. pallidior*. This race is said to be slightly larger than *S. g. abyssinica*, but the skull of an adult male of this race is according to the another quoted much smaller than

¹ Si z.ber. d. Ges. Naturforsch. Freunde, Berlin, 1892.

² Ann. & Mag. Nat. Hist. (8) 13, 1914, p. 36—37.

that of the present collection, viz. with a maximum length of only 168 mm., a basal length of 142 mm., orbit to muzzle 83,5 mm., length of nasals 53,3 mm. etc.

DOLLMAN's subspecies *lutea* from »N. E. Karamojo, Central Province, Uganda»¹ is described on an adult female as type. Unfortunately no adult male skull has been measured of this race, but it appears to be rather large as the greatest length of the female skull and some of its other dimensions are fully as great as, or more than those of a male *S. g. hindei*. To judge from these facts it appears probable that the skull in Capt. ARRHENIUS's collection can be referred to *S. g. lutea*.

ROOSEVELT's and HELLER's map over the »distribution of the races of bush duiker» may need some modification in consequence of this.

Hylarnus harrisoni THOMAS.

1 ♀ Beni, Aug., Sept. 1914; 1 ♀ Masisi, Febr. 1914.

The former is more vividly coloured than the latter which appears faded and apparently is in the act of shedding its old hairs. The tail is above like the back, white beneath.

The skull from Beni has a basal length of 94 mm. (the other is not quite fullgrown), distance from orbit to tip of premaxillary 47,5; length of nasals 33; greatest breadth of the same 23, length of upper molar series 31,8 mm. These measurements are somewhat smaller than those of the type, but this may be dependent on different sex, as probably the female is smaller.

Capt. ARRHENIUS has recorded in his diary that the specimen shot at Beni in the Kiswahili language was called »Songola». As this word, also spelt »Sungula», means a Hare it apparently has been used to signify the small size, and perhaps also the hornless condition of the animal.

Kobus defassa forma **dianæ** MATSCHIE.

2 male head-skins and skulls from Rutshuru, ²⁰/₆ 1914; 1 ♂, 1 ♀ complete and a male skull.

Although these specimens are from the same locality, as far as is known, they are not quite identical with regard to their colour and pattern. The two head-skins have the forehead »fawn», but the white mark above the eye is much better developed in one than in the other, and the one with smaller eye-spot has more black mixed in on the lower cheeks etc. The large white spot on the throat does not extend laterally as far as to the base of the ears. In the complete specimen the forehead is a little duller in colour, somewhat approaching »burnt umber» (Rép. de Coul., 304, 1) without, however, quite representing this colour. In this respect the specimen in question appears to resemble the specimens from Kasindi which MATSCHIE has named »*cottoni*», but it differs from those in having less white on the throat, so that this colour does not extend to the base of the ears. The colour of the body is in correspondence with MATSCHIE's descrip-

¹ Proc. Zool. Soc. London 1914, p. 318.

tion. The general colour of the female contains much more rufous brown than that of the male.

The length of the upper molar series varies between 110 and 97 mm. in the adult males; in the adult female it is 97 mm.

The tips of the horns are a little turned inwards, but in one of the bucks the right horn is as much turned outwards as the left is turned inwards, which is to be regarded as an individual anomaly.

Condylbasal length of skull	Length of horns along curve:		Length of horns in a straight line:		Tip to tip
	left	right	left	right	
413 mm.	853 mm.	830 mm.	770 mm.	763 mm.	492 mm.
382 »	790 »	778 »	695 »	698 »	512 »
404 »	841 »	848 »	720 »	760 »	522 »
397 »	845 »	828 »	770 »	745 »	628 »

When accepting and using above MATSCHIE's name *Kobus defassa diana* I only want to express that the specimens in the present collection most nearly agree with the specimens thus named by the author quoted. It does not appear probable that there really should live three different subspecies (in the usual meaning of this word) of Defassa Waterbuck not only at Lake Albert Edward, but even at one and the same place Kasindi. It is not denied by this that there are to be found certain groups, or herds of animals in each of which the individuals are alike, at the same time as they differ in one or several characters of less importance from those of another group or herd. I do not think, however, that each of these herds can be regarded as constituting a subspecies of its own, even if the sharp eye of a trained zoologist may be able to distinguish its members from the members of another herd. According to, as I suppose, the prevalent opinion among zoologists the word subspecies, as a rule, is taken as something identical with geographic race. These somewhat different Defassa Waterbucks do not represent different geographic races, but rather »family races». Such »races» are perhaps to be expected especially among polygamous animals among which even the individual characteristics of certain strong males may be inherited to a comparatively numerous offspring and transmitted through several generations. The result might be a herd, or group of animals which may be recognized on certain minor features from other individuals of the same species, but with different parentage.

As an analogy to this may be reminded about the fact that experienced stock-breeders often can distinguish cattle from different estates, although they are of quite the same race. The cause of this is evidently the same as set forth above, a certain male has put its stamp on the offspring, so that a recognizable »family race» has originated. Through inbreeding the distinguishing features may become more and more fixed. In the wild state isolation may strengthen the differences, but mixing with other animals of another herd abolish them. »Races» or groups of forms of this kind have thus not the stability which a subspecies ought to have. It is, of course, of interest to note such forms as referred to now, but, if they shall be named, it seems necessary to make a distinc-

tion between the name thus added and a real subspecific name. Such a distinction may be made by adding before the racial name a certain word like »tribus», or »forma».¹

Since the above was written I have had the opportunity of reading the observations on the variability of *Kobus defassa* made by A. DE CALONNE-BEAUFAICT² in the Welle district. The author quoted emphasizes the great variability of this Waterbuck according to age, but his statements do not contradict the opinion set forth above concerning the adult.

Adenota kob thomasi SCLATER.

Skin of a male foetus from Rutshuru, ¹⁵/₇ 1914. Three male skulls.

Redunca arundinum BODDAERT.

Two male skulls.

Redunca redunca wardi THOMAS.

A male skull and a frontlet, presumably from Rutshuru.

With regard to cranial measurements this skull is much larger than the typical *Redunca redunca*, and also larger in some dimensions than *Redunca bohor ugandæ* BLAINE.

	<i>Redunca</i> from Rutshuru	<i>R. b. ugandæ</i> fide BLAINE
Greatest length of skull	252,5 mm.	234 mm.
Basal length of skull	225,5 »	—
Occiput to tip of nasals	214,5 »	—
» » posterior end of nasals	132 »	124 »
Orbit to gnathion	140,0 »	128 »
Length of nasals	97 »	88 »
Greatest width across orbits	104 »	108 »
Least interorbital width	67 »	—
Vertical diameter of orbits	41 »	38 »
Alveolar edge of m^3 to upper brain of orbit . .	82 »	75 »
Zygomatic width	97,8 »	98 »
Length of palate	13,6 »	128 ? »
Upper molar series	56 »	56
m^2	12,5 × 10,5	13 × 12

If it is difficult to determine a skull with such dimensions as those recorded above as identical with *Redunca bohor ugandæ* BLAINE, the dimensions of which are quoted

¹ The Russian ichthyologist BERG uses the word »morpha» for races of fishes, but this appears less suitable as the words genus, species etc. are latin.

² Notes sur les phases de couleur chez *Cobus defassa* et *Bos caffer* de la région de l'Uelé, Revue zool. Africaine, Vol. IV, fasc. 2—3, Bruxelles 1916.

for comparison, it is still more impossible to make such an identification with regard to the shape of the horns. BLAINE describes¹ the horns of *R. redunca ugandæ* (or as he terms it *Cervicapra bohor ugandæ*) as »short and stout, without a pronounced hook forward at ends». The horns of both specimens collected by Capt. ARRHENIUS must on the contrary be said to be very strongly hooked forwards, and with the tips much turned inwards. This is of interest because BLAINE's race *R. r. ugandæ* is typical from Nkole, Uganda, and it could therefore from a geographical point of view have been expected to find this Reedbuck at Rutshuru rather than the more eastern *R. r. wardi*.

Two young Reedbuck calves in the collection from Rutshuru ⁸/₁₂ 1913 belong without doubt to the same race.

Tragelaphus dianæ forma *sassæ* MATSCHIE.

A young ♀, Rutshuru, ⁷/₈ 1913; ♀ ad., *ibid.*, ²⁷/₂ 1914; 2 ♂♂ ad., *ibid.*, ²⁸/₂ 1914; a male skull without skin (cf. fig. 8).

The colour of these specimens agree on the whole with MATSCHIE's description but it is, of course, as always in Bushbucks somewhat variable. The smaller and somewhat younger, but nevertheless adult buck (with permanent dentition in place) has less white markings and no transverse stripes. In the larger 4—5 such may be traced. The same has also a white mesial stripe along the blackish chest.

	♂ ad.	♀ ad.
Greatest length of skull	261 mm.	219,5 mm.
Condylbasal length of skull	253 mm.	207 »
Basal length of skull	236,3 »	190,5 »
Distance from orbit to tip of premaxillary.	133 »	108 »
Greatest breadth of skull	107 »	87,5 »
Least interorbital width	61,2 »	49 »
Greatest breadth of skull in front of orbit.	77 »	65,5 »
Length of nasals.	89,5 »	61 »
Upper molar series	68,5 »	63,5 »
Length of horns in a straight line	363,5 »	—

The measurements of the male skull appear to be a little greater than those recorded by MATSCHIE,² but with regard to the female the opposite is the case.

Okapia johnstoni SCLATER.

A young male and a young female both with milk-dentition from Beni 1914.

The male specimen is somewhat older so that the first molars in both jaws are developed, in the female they are just cutting the gum, but m_1 is a little more developed than m^1 and its anterior lobe has already become somewhat blackened by the food.

¹ Ann. & Mag. Nat. Hist. (8), Vol. XI, 1913.

² Sitz.ber. Naturf. Fr. Berlin. 1912.

An investigation of these skins proves that the lips and the snout of the Okapi are very different from those of the Giraffe. The lips of the former are not produced as in the latter, nor does the hairy covering of the lips extend to the inner surface. The black hairs of the upper lip are directed downwards. The lower margin is fringed or

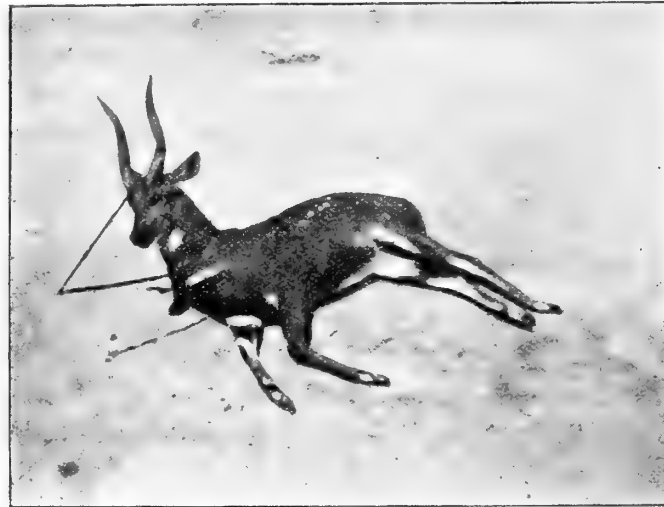


Fig. 8. A Bush-buck shot by Captain ELIAS ARRHENIUS at Rutshuru.

bordered by a narrow band of whitish hairs, and with the same ceases the hairy covering quite abruptly so that the lower resp. inner surface of the upper lip is quite naked, and laterally the inside is beset with strong conical papillæ. At the end of the snout between the nostrils there is an oblong bare spot from which a vertical hair-less groove runs down



Fig. 9. Front view of snout of a young Okapi showing upper lip, nostrils and groove between the latter. (Diminished).

to the margin of the upper lip. The hairs at both sides of this groove are directed towards the same, and the fringes thus formed on both sides are continuous with the marginal whitish fringe of the lip mentioned above. The accompanying figure illustrates these arrangements and structures very plainly.

The hairs on the lower lip are in a corresponding manner directed towards its upper margin, where the hairy covering ceases just as abruptly as on the upper lip. In addition to the normal fur of these parts there are to be seen a great number of long black bristles with undoubtedly sensory function. These attain their strongest development on the chin and lower lip, but they are numerous on the upper lip as well (conf. the fig. 9).

The nostrils are partly hairy within at their borders.

With regard to colour and pattern this animal has been so fully described especially by FRAIPONT in his great monograph¹ that there is no need to comment further upon this. The dorsal mane, or crest extends in these young animals from the nape to the tail, but the hairs, of which it is composed, are considerably coarser on the fore-quarters than above the sacral region.

The structure of the upper lip and snout region of these Okapi calves, as described above, is very interesting as it illustrates in a very clear manner a stage of development which is intermediate between the more primitive condition found in the *Camelidae* with their divided upper lip on one hand, and the various stages of a more or less developed muffle which among the *Cavicornia* reaches its culmen in the *Bovinae*. The mode of development is not difficult to understand. The cleft lip of the *Camelidae* represents a primitive stage, which is repeated in the ontogeny of other *Ruminantia*. In the adult stage of the latter, however, the lateral portions of the upper lip have joined mesially in front and grown together. The above described vertical groove in the upper lip of the Okapi calves represents the remnants of this seem, or line of coalescence.² The inner side of the lip is, of course, lined with a continuation of the mucous covering of the mouth cavity, while the outer surface is protected by the ordinary skin. When in the foetal stage the lateral halves of the upper lips have grown forward so as to meet each other mesially, and the conrescence begins, the line of junction may get a somewhat variable situation in relation to the different coverings of the inner and outer surfaces of the lip. If the line of junction is situated just where both tissues meet the result will be that the whole anterior surface of the upper lip is covered with skin which develops hair just as the skin elsewhere, and thus no naked rhinarium is formed as is the case in the Giraffe, Reindeer, Muskoxy etc. If, however, the mucous lining of the mouth has grown forward so much that the junction of the lateral halves of the lip fall inside the anterior limit of this mucous tissue, the result will be something similar to the condition described above in the Okapi calves, viz. a bare mucous strip along the line of conrescence. As has been mentioned, this bare strip derived from, and forming a remnant of the mucous lining of the mouth cavity is a little broader at its upper end, that is just in the inner angle of the cleft between the lateral portions of the lip. It appears thus as if the mucous covering of the inside had a stronger tendency to grow out just there than along the edges below. If this has happened, and, accordingly, when the cleft in the lip is closed, only a portion of mucous tissue has remained exposed at the upper end of the seem, the result will be a small naked rhinarium, isolated far from the

¹ Ann. du Musée du Congo. Zool., Ser. III, T. 1, Bruxelles 1907.

² A homologous, although somewhat different groove in the upper lip is, of course, also found among the Sheep, several Antelopes etc.

lower edge of the otherwise hairy lip, a condition which is to be found very typically in the Elk, but in various degrees also in other Ruminants. Finally, if before the closing of the cleft in the lip, the mucous tissue has grown out over the anterior edges to such a degree that a considerable portion of the same has been left outside the line of concrescence, a large bare and moist muffle is formed, as in its fullest development it is found in *Bos*, but also in many other Ruminants.

Phacochoerus africanus centralis n. subsp.

The material of Warthogs in the present collection consists of and old female killed at Lake Albert Edward the 20th Dec. 1913, an old male probably from the same locality, and two boar-skulls and a skull of a sow.

The most striking feature of these Warthog skulls is their considerable size. In this respect they are not superseded by any *Phacochoerus* skull examined by the present author except by a skull of *Ph. africanus* from Cape Verd in Brit. Mus. Nat. Hist.¹ With regard to several details they display a certain individual variation which appears to be a rather common occurrence among Warthogs, but in general appearance and in relative dimensions they agree well enough as the measurements recorded below prove. Their racial identity ought accordingly not to be subjected to any doubt.

Four to six lower incisors are retained in all skulls, even in the oldest, and two upper.

	A old ² ♂	B ad. ³ ♂	C old ² ♂	D old ♀	E ad. ♀
Occiput to tip of nasals	433,5 mm.	419 mm.	417 mm.	379,5 mm.	373,3 mm.
Least width of parietal flat area	58 » (13,3 %)	58,8 » (14,2 %)	46,4 » (11,1 %)	38 »	23 »
Length of postorbital portion of skull	48,7 » (11,1 %)	56,6 » (13,5 %)	50 » (11,9 %)	49 »	39 »
Greatest breadth of skull	245 »	238 »	231 »	193,5 »	199 »
Interorbital width at middle of orbit above	142 » (32,7 %)	137 » (32,6 %)	132,3 » (31,6 %)	118,5 »	120 »
Least interorbital width	140 »	135,6 »	131 »	116,5 »	118 »
From orbit to tip of nasals	343,5 » (79,2 %)	328 » (78,2 %)	327,5 » (78,3 %)	296 »	300 »
Basal length of skull	329 »	321 »	321 »	307 »	294 »
Palatal length to end of premaxillaries	241 »	230 »	233 »	217 »	211 »

From the above measurements it may be found that the Warthog skulls of this collection nearly agree with *Ph. africanus* with regard to length. The postorbital portion of the skull is comparatively long varying from 11,1 to 14,2 % of the upper length of the skull. The breadth of the parietal flat area varies almost in a similar degree, or from 11,1 to 13,5 % of the upper length of the skull. These percentages are rather similar to

¹ Cf. LÖNNBERG, Proc. Zool. Soc. London, 1908, p. 936.

² Only last upper molar in use.

³ Two upper molars in use.

the same of *Ph. africanus* from Cape Verd (viz. 13,4 and 13,1). On the other hand the latter skull is narrower across the orbits, so that the breadth of the interorbital space is only 30 % of the upper length of the skull, while in the present specimens it measures from 31,6 to 32,7 %.

The Abyssinian *Ph. aeliani* has a narrow parietal area (6—8 %) and is thus widely different.

Ph. africanus bufo HELLER from Lado is a name, which unfortunately has been established on so insufficient material as an immature skull only. It seems, however, to bear a certain likeness to the present skulls as it probably belongs to a large race, and also because it has the premaxillaries extending 57 mm. beyond the base of the tusks. Presumably this measurement has been taken not from the teeth themselves, but from the frontside of their osseous sheaths, and then this dimension is quite as large in these skulls in Capt. ARRHENIUS's collection. The value of this characteristic appears, however, debatable as the same, like many other dimensions of Warthog skulls, is very variable. To prove this may be mentioned that in a skull of an old Warthog boar shot by H. R. H. Prince WILHELM during his expedition to Brit. E. Africa this dimension is 46 mm. but in another, somewhat younger, from the same source it is 57 mm. With our present knowledge it is thus impossible to say, whether these Warthogs from the neighbourhood of Rutshuru are identical with the Lado race, or not, but it does not appear very probable.

From Ketekma, Bagirmi, E. SCHWARZ has described¹ a Warthog under the name *Ph. aethiopicus fossor*. This one as well appears to be of a large race, although the author quoted has not recorded those dimensions which are most useful for skulls of this kind² so that a comparison is made difficult. He compares, however, himself his new race with »*Ph. a. aeliani*» from Massaua, and says: »occiput shorter and broader», but just by these features *Ph. africanus africanus* differs from *Ph. a. aeliani*. It is thus possible that the Bagirmi Warthog is very closely allied to *Ph. a. africanus*. In which relation *Ph. a. fossor* and *Ph. a. bufo* stand to each other is for the present impossible to tell. From a geographical point of view a close relationship does not appear to be excluded.³ From the same standpoint, on the other hand, there is not much likelihood that the Bagirmi and Rutshuru Warthogs should be identical, as the whole æquatorial forest extends between their habitats, but both are undoubtedly to count among the nearest relatives of *Ph. a. africanus* and well defined from other races as *aeliani* and *massaicus*. To avoid confusion it seems the best way to distinguish mostly for geographical reasons the Warthog from Rutshuru and the neighbourhood of Lake Albert Edward as *Ph. a. centralis* until further and definite knowledge may be obtained about the range of variation of the true *Ph. africanus* and *Ph. a. fossor* which as yet are imperfectly known.

As already is mentioned above, and as also is to some extent expressed by the table of measurements, the three old boar skulls now considered are somewhat different

¹ Ann. & Mag. Nat. Hist. (8), Vol. 11, 1913, p. 265.

² On the other hand he has recorded the »length of upper tooth row» which is an extremely changeable dimension within the life time of the same individual.

³ Since the above was written, I have had the pleasure of receiving a letter from Dr. SCHWARZ, in which he says: »*Phacochoerus a. fossor* ist, wie Sie selbst richtig sagen, natürlich am nächsten mit *Ph. a. africanus* verwandt und unterscheidet sich davon und von HELLER's *bufo* (das wir hier [=Frankfurt a. M.] auch haben) durch das überaus flach gestellte Jugale.»

in details. The one signed »A.» has the broadest and flattest interorbital region with only little raised orbits. »C.» again has a strongly concave forehead with much raised orbits, and »B.» is intermediate in these respects. In a similar way »A.» has the nasal region very flat, while »C.» has it strongly convex, especially in its posterior portion. »B.» is intermediate in this respect as well, but is rather flat posteriorly. As »A.» and »C.» are both very old it is impossible to explain the differences as due to age, but it must be a result of individual variation.

The female skulls are, of course, as always is the case, smaller than those of the boars, but, as the above measurements prove, they are somewhat larger than the average in *Ph. massaicus* and still much larger than in *Ph. delamerei*. Like the skulls of the boars those of the sows display a considerable variation with regard to some dimensions.

With regard to colour the Warthogs appear all of them to be pretty similar. The present specimens have the long bristles of the dorsal mane black or blackish brown at the base, but with the distal parts bleached gradually through brown to pale yellowish, about straw colour at the extreme tips. The scattered bristles on the upper side of the head and snout, in the brush above the eyes, on the outside of the ear, upper parts of the body and the shoulders are black (but may fade to brownish by bleaching as is partly the case with the sow of this collection). The whiskers are larger in the female than in the male, white in both, as are also the hairs inside the ears. The scattered bristles on the throat, lower flanks and under side are white. The tail tuft is black. The fore-feet to a patch above the callosity of the »knee» thickly beset with black hair. On the hind feet these black hairs extend on the front side about half way up the metatarsus. In the sow even these hairs are bleached to brownish.

Potamochoerus.

The material of Bushpigs in Capt. ARRHENIUS's collection consists of a about semi-adult animal (second molar developed), a quite young pig, and the skull of an adult boar. The first of these (Capt. ARRHENIUS held in captivity some time at Rutshuru. As could be expected it is most nearly allied to the Uganda Bushpig, *Potamochoerus intermedius* LÖNNBERG, but differs from the same so much with regard to the general colour of the body that it most probably represents a local race which I venture to name:

Potamochoerus intermedius arrhenii n. subsp.

The snout and face is chiefly white with scattered black bristles, a black spot at the warts and a black patch at the base of the whiskers which are mixed white and black. The black band between the eyes of the typical *P. intermedius* is merely indicated by some black bristles. The whole forehead and crown are white, a little mottled by the black bases of the bristles and some few black ones. The ears are sparsely hairy on the outer side, the inner side is in its terminal portion black, but with whitish upper margin, and part of the tuft white. The dorsal mane is strongly developed, white with black bases to the very long (about 17 cm.) bristles. The sides of the back are also chiefly white mixed with

black, the dominating colour being white, produced by 9—10 cm. long hairs among which are scattered a number of 15—19 cm. long black bristle-like hairs. On the lower flanks are also to be seen some few buffish bristle-hairs which perhaps are a reminiscence of a previous more juvenile dress. The feet, legs and parts of the shoulders and hams are black. The lower side is chiefly black with some whitish bristles mixed in.

This colour pattern must be regarded as the definitive one of the adult animal as the young pigs of the genus always use to be more or less rufous. Consequently this Bushpig is very different from the true *intermedius*, which has the back and the sides pale rufous, and from the races of *chæropotamus* it differs by its white-margined and partly white-tufted ear. On the whole it may be said, that it is still more a connecting link to the *chæropotamus*-series than the typical *intermedius* itself.

The measurements of the skull of the young *Potamochoerus intermedius arrhenii* are as follows:

Occiput to tip of nasals	310 mm.
Width of parietal flat area	38 »
Greatest width at lambdoid crest	77 »
Zygomatic width	138,5 »
Width across postorbital processes	96 »
Least interorbital width	67,8 »
Orbit to anterior end of naso-premaxillary suture	164,5 »

Of these measurements the great parietal width in such a comparatively young animal is especially striking. This is the more the case because SCHOUTEDEN¹ has found the same dimension in the true *Potamochoerus intermedius* LÖNNB. to be rather narrow viz. 17 mm. even in the adult. This fact appears to prove the distinctness of *P. i. arrhenii*.

The relation of this specimen to the old boar skull is on the other hand somewhat doubtful.

The measurements of the adult *Potamochoerus* skull in Capt. ARRHENIUS's collection are as follows:

Upper mesial length from occipital crest to tip of nasals	383 mm.
Least width of parietal flat area	41 »
Greatest width of lambdoid crest	92,5 »
From tip of postorbital process to lambdoid crest	97,8 »
Zygomatic width	181 »
Width across postorbital processes	103 »
Least interorbital width	75 »
Orbit to front end of naso-premaxillary suture .	220 »
Hind surface of m^3 to tip of premaxillary . . .	236 »
Length of m^3	35,5 »
Greatest width of m^3	23,6 »

The dimensions recorded above indicate evidently a very large animal with a comparatively broad parietal region. In both these respects it resembles *P. chæropotamus*

¹ Revue Zool. Africaine, Vol. II, p. 140.



Fig. 10. A young *Potamochoerus* pig from Masi showing the striped pattern.

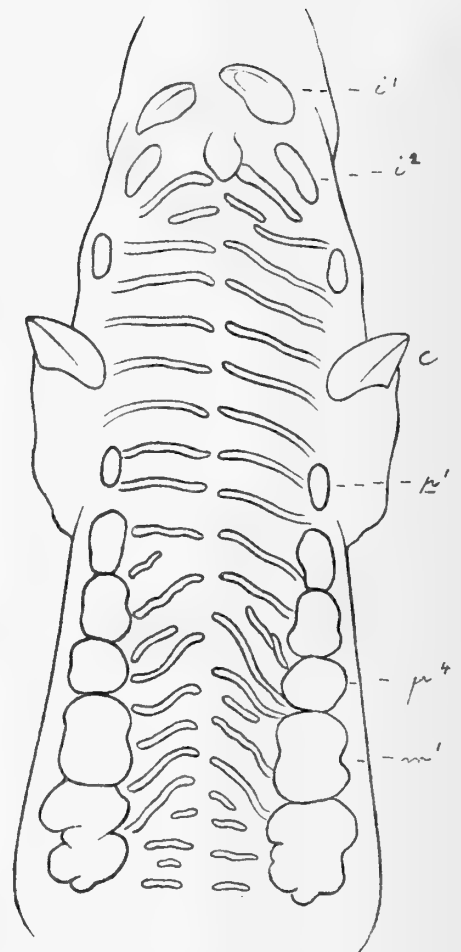


Fig. 11. Palatal aspect of *Potamochoerus intermedius arrhenii*.

johnstoni MAJOR without that I think that it is identical with the race mentioned, which is perhaps still larger. Nevertheless, the present skull displays with its great breadth of the parietal area more resemblance to *P. ch. johnstoni* than to the true *P. intermedius*, to judge from the measurements of a skull of the latter communicated by SCHOUTEDEN.¹ The author quoted has as already has been mentioned recorded the breadth of parietal area in an adult *P. intermedius* to be only 17,5 mm., while the same dimension according to my own observations² on an adult and a semiadult *P. ch. johnstoni* (in Brit. Mus. Nat. Hist.) is resp. 44 and 41 mm.

For the present and until more material is available it appears best to leave the question about the identity of this skull open. It may, however, be mentioned that SCHOUTEDEN has referred a couple of Bushpigs from Kitalanga in the Katanga province to *P. ch. johnstoni* on account of their broad parietal region.

It might also be possible, that this big boar skull should belong to the race which just has been named *P. i. arrhenii*. For such a theory speaks the fact that both have a broad parietal area. The great difference otherwise in size should then be explained as due to differences in age and sex.

The small *Potamochoærus*-pig is collected at Masisi, three days west of Kivu the 4th of Febr. 1914. As it is from another locality it is not certain to which race of Bush-pig it may belong. It might even belong to some race of the *porcus*-series, because the ears have light margins, but as such partly are found also in *P. intermedius* and *P. i. arrhenii* it might be of the latter race. It has a very fine pattern of longitudinal stripes on the back (fig. 10). The general colour might be described as something between »rust red» (DAUTHENAY, 318, 1) and »Mars yellow» (l. c. 316, 4). In this colour three broad longitudinal black bands extend along the back from above the shoulders. At a closer inspection, however, it is found that each of these three broad black bands is divided by a narrow and sometimes faintly developed rufous stripe. The stripe which cuts the mesial black band corresponds evidently to the future dorsal crest, but it is only faintly developed at this age. Laterally from the three broad black bands one or two narrower black bands may be traced, but they are by far not so conspicuous and chiefly only on the hind quarters.

The head is dark, the forehead and crown being grizzled black and rufous. The surroundings around the eyes are rust red with a narrow black eye-brow stripe and a small whitish spot underneath the eye. The ears are black with yellowish margins on both sides. The snout is dark brown; the chin is black, and the throat is mixed rufous and white with a small central black spot. A white band along the lower cheeks corresponds to the future whiskers. The chest is white and in the middle the belly has the same colour, but laterally it is »Mars yellow» (316, 1). The fore-feet are brownish, the hind feet somewhat mixed with whitish, but mostly greyish brown. The tuft of the tail is partly yellow, partly black.

The dentition of this animal is very interesting. In the upper jaw the two median pairs of incisors have not yet cut the gum, but *id*₃ is long, slender and canine-like,

¹ Revue Zool. Africaine, Vol. II, p. 140.

² Ark. f. Zoologi, Bd. 7, n:o 6, p. 17.

similar to *cd*. In the lower jaw the median pair of incisors, are distinctly bilobed, any second pair is not visible, but *id*₃ are long and slender, although somewhat shorter than *dc*. The four pairs of milkmolars in both jaws are in the act of cutting the gum, but the foremost pair is very small, in the upper jaw quite rudimentary.

Palatal folds of *Potamochoerus*:

As the skull of the young *P. intermedius arrhenii* had been dried with some of the soft parts adherent, and the soft palatal parts were preserved in such a state that the arrangement of the palatal folds could be very plainly seen, I have let prepare the accompanying sketch of the same (fig. 11). The palatal folds of the domestic Pig have been well described and beautifully figured by G. RETZIUS,¹ and the present author has given a short note about the same of a young pig of *Phacochoerus*.² In both the animals mentioned the number of folds, or pairs of folds, is about 23. In this *Potamochoerus* there are 22 folds on each side, but due to some irregularity the real pairs can only be regarded to be 20 in number. In the domestic Pig all folds are nearly transverse, although the 6 posterior ones behind the level of *p*⁴ are lower and more irregular. In the Warthog the anterior folds are curved forward, the middle ones obliquely arranged, and the three last only formed by a series of papillæ. In *Potamochoerus* as in the Warthog three different sets can be discerned. The 10 anterior pairs (instead of 17 in the domestic Pig) are (almost) transverse (except the foremost which are oblique), and this condition prevails about to the level of *p*². Then follows about 7 pairs which are obliquely arranged with the lateral ends behind the level of the mesial ends. The three hindmost pairs again are transverse but short. On the whole this arrangement is thus more similar to that of *Phacochoerus* than to that of *Sus*.

Manis tetradactyla LIN.

1 specimen from Beni, Jan. 1914.

Manis tricuspis RAFINESQUE.

A mutilated native skin with no locality.

¹ Biolog. Untersuch., N. F. XIII, Stockholm 1906, p. 133 & 134, Taf. XXXVII, fig. 3—5.

² K. Vet. Akad. Handl., Bd. 49, Stockholm 1912. N:o 7, p. 23.

Explanation of plates.¹

- Pl. I. Fig. 1. Adult male of *Gorilla beringei mikenensis* n. subsp. (n:o 164) shot by Capt. ELIAS ARRHENIUS on the volcano Mikeno, Virunga mountains, $\frac{14}{5}$ 1914.
 Fig. 2. Immature male and female Gorillas of the same race (n:o 39 & 40) from the same locality, $\frac{27}{12}$ 1913.
- Pl. II. Fig. 1. Front view of the skull of old male *Gorilla beringei mikenensis* n. subsp. (n:o 164), diminished.
 Fig. 2. Palatal view of the same, diminished.
- Pl. III. Fig. 1. Profile view of the skull of old male *Gorilla beringei mikenensis* n. subsp. (n:o 164), diminished.
 Fig. 2. Profile view of the skull of semiadult male *Gorilla beringei mikenensis* n. subsp. (n:o 165), more diminished than fig. 1.
- Pl. IV. Fig. 1. Front view of the skull of semiadult male *Gorilla beringei mikenensis* n. subsp. (n:o 165), diminished.
 Fig. 2. Profile view of the skull of young male Gorilla of the same species, with milk-dentition and first molars (n:o 166), diminished.
 Fig. 3. Front view of the same as fig. 2, diminished.
 Fig. 4. Palatal view of the same, diminished.
- Pl. V. Fig. 1. Front view of skull of old male *Anthropopithecus cf. cottoni* MATSCHIE (n:o 70) from Rutshuru, $\frac{8}{2}$ 1914, diminished.
 Fig. 2. Profile view of the same.
 Fig. 3. Front view of a female Chimpanzee skull (n:o 161) of the same race and from the same locality, with small orbits, diminished.
 Fig. 4. Front view of a female Chimpanzee skull (n:o 160) of the same race and from the same locality, with large orbits.
- Pl. VI. Fig. 1. Palatal view of the skull of old male *Anthropopithecus cf. cottoni* MATSCHIE (n:o 70) from Rutshuru, diminished.
 Fig. 2. Lower jaw of female n:o 178 of the same race of Chimpanzee from the same locality, to show supernumerary molars on both size, diminished.
 Fig. 3. Lower jaw of female n:o 160 of the same race of Chimpanzee from the same locality, to show supernumerary molar on left side, diminished.
 Fig. 4 a. Right molar series of lower jaw of female Chimpanzee n:o 224;
 b. Left molar series of lower jaw of female Chimpanzee n:o 181.
 These two figures have been photographed at the same time and on the same plate to prove the great variation in the size of the teeth.
 Fig. 5. Profile view of skull of *Colobus ellioti* DOLLMAN, ♂ from Beni (n:o 203).
- Pl. VII. Fig. 1. Skull of young male of *Papio tessellatus* ELLIOT from Rutshuru, with only milk-dentition. $\frac{3}{4}$ nat. size.
 Fig. 2. Skull of young male of the same species, with first molars developed. $\frac{3}{4}$ nat. size.
 Fig. 3. Skull of semiadult male of the same species, last molar not yet visible. $\frac{7}{10}$ nat. size.
 Fig. 4. Skull of adult male of the same species. $\frac{7}{10}$ nat. size.
 Fig. 5. Skull of adult female of the same species. $\frac{7}{10}$ nat. size.
- Pl. VIII. Fig. 1 a (n:o 23) and b (n:o 25). Profile views of skulls of two male specimens of *Cercopithecus schmidti enkamer* MATSCHIE shot the same day, $\frac{15}{9}$ 1913, at Rutshuru by Captain ELIAS ARRHENIUS. Both photographed on the same plate at the same exposure.
 Fig. 2 a (n:o 23) and b (n:o 25). Front views of the same skulls as the foregoing. Both photographed on the same plate at the same exposure.
 Fig. 3. a (n:o 19) and b (n:o 24). Profile views of two female skulls of *Cercopithecus schmidti enkamer* MATSCHIE from Rutshuru. Both photographed on the same plate at the same exposure.

¹ The exact measurements of the figured skulls etc are to be found in the text.

- Fig. 4 *a* (n:o 19) and *b* (n:o 24). Front views of the same skulls as the foregoing. Both photographed on the same plate at the same exposure.
- Fig. 5 *a* (n:o 19) and *b* (n:o 24). Palatal views of the same specimens as above.
- Pl. IX. Fig. 1. Foetus of *Elephas africanus cottoni* LYDEKKER.
- Pl. X. Fig. 1. Profile view of a female skull of *Cephalophus weynsi* THOMAS from Beni
 Fig. 2. Profile view of the female type skull of *Cephalophus weynsi rutshuricus* n. subsp. from Rutshuru.
 Fig. 3. Profile view of the female type skull of *Cephalus claudi mixtus* n. subsp. from Beni.
- Pl. XI. Fig. 1. Profile view of a female skull of *Cephalus leucogaster* GRAY from Beni.
 Fig. 2. Profile view of a skull of *Cephalophus castaneus* THOMAS from Mukimbungu, Lower Congo.
 Fig. 3. Profile view of the female type skull of *Cephalophus castaneus arrhenii* n. subsp. from Beni.
- Pl. XII. Fig. 1. Profile view of a male skull of *Cercocebus albigena ituricus* MATSCHIE from Beni.
 Fig. 2. Frontal view of the same skull.
 Fig. 3. Palatal view of a male skull of *Damaliscus korrigan ugandæ* BLAINE to show the shape of the choanæ and the first premolar.



Tryckt den 1 september 1917.



Fig. 1.



Fig. 2.

Cederquists Graf. A. B., Sthm.

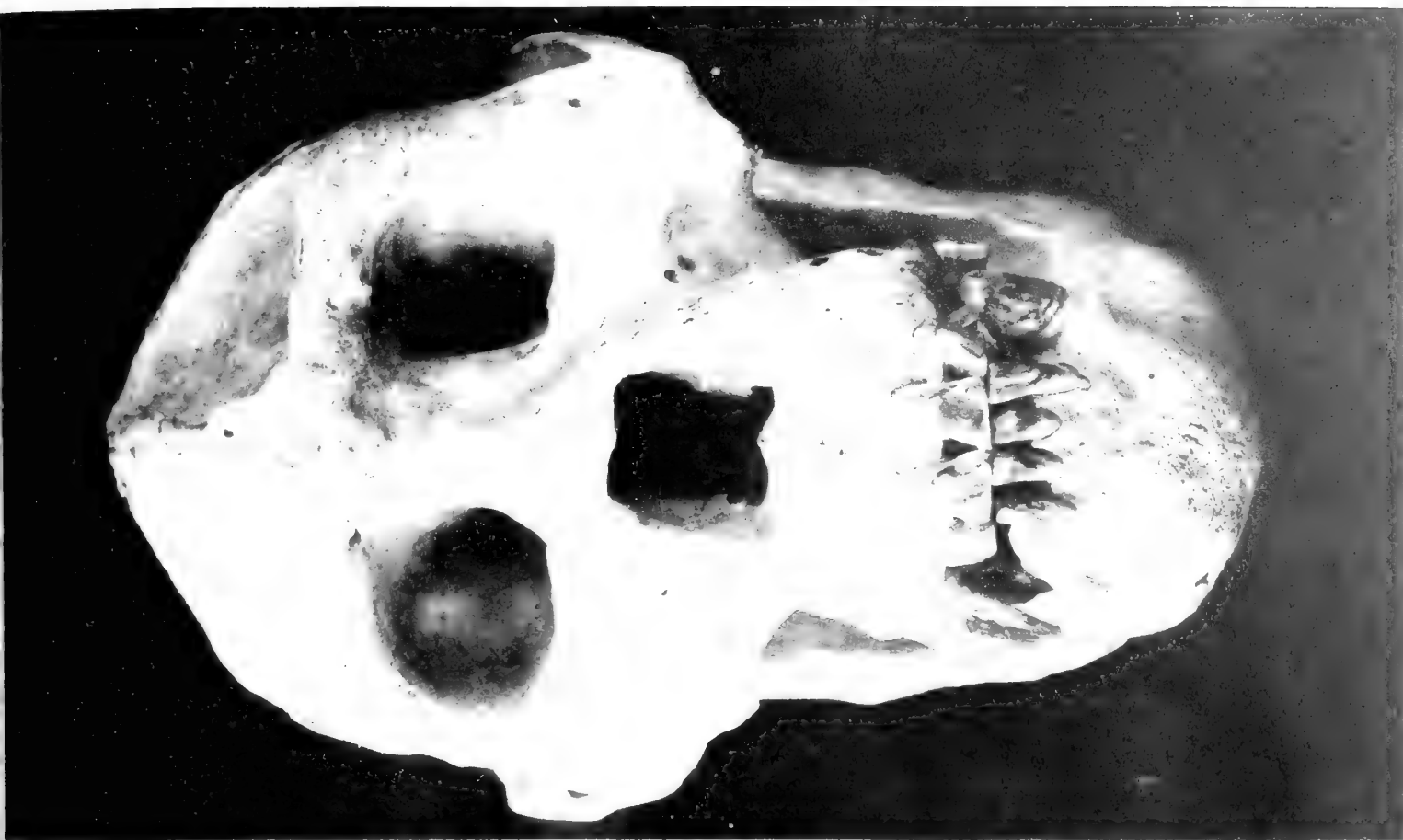


Fig. 1

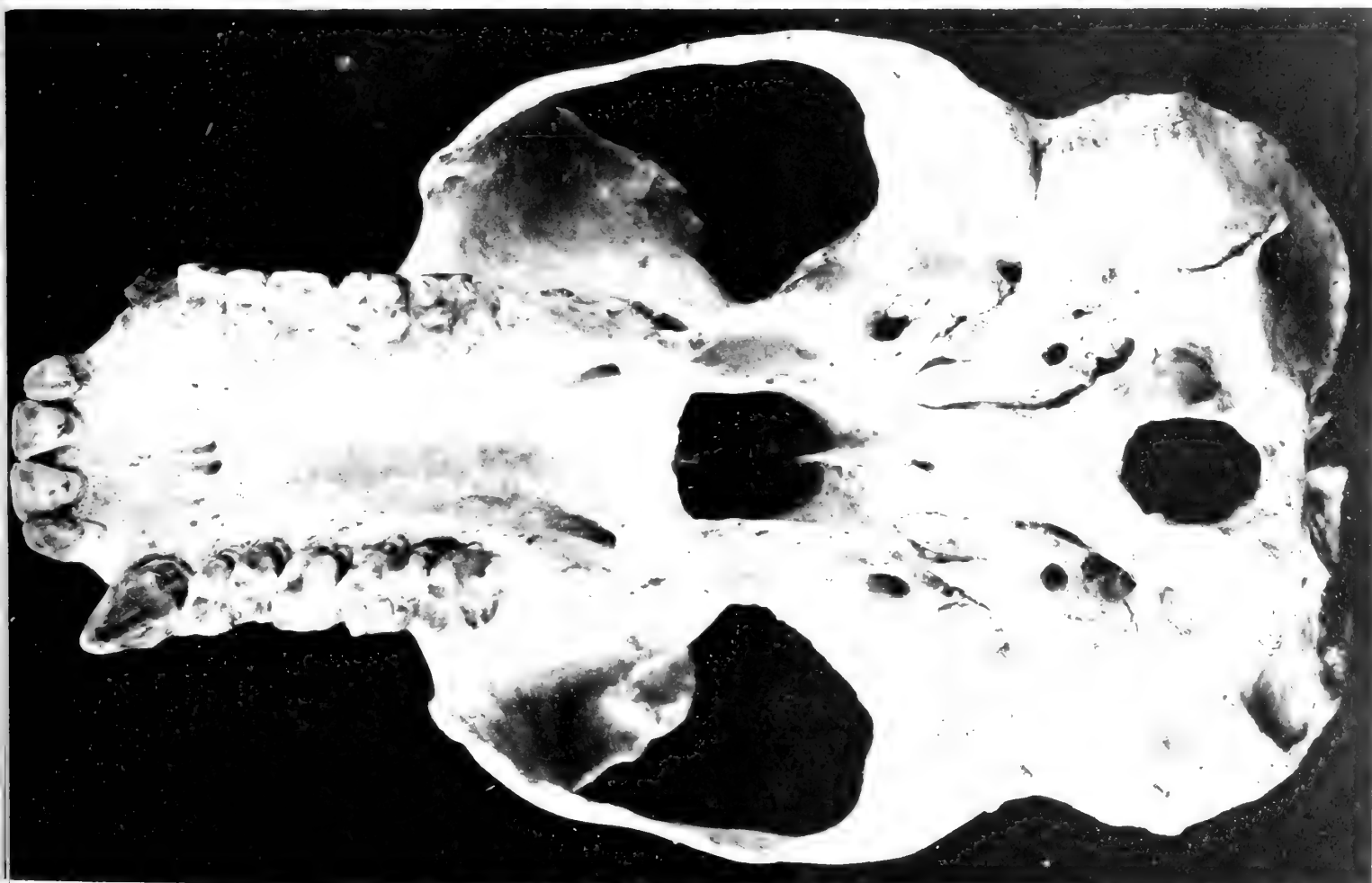


Fig. 2



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 1.

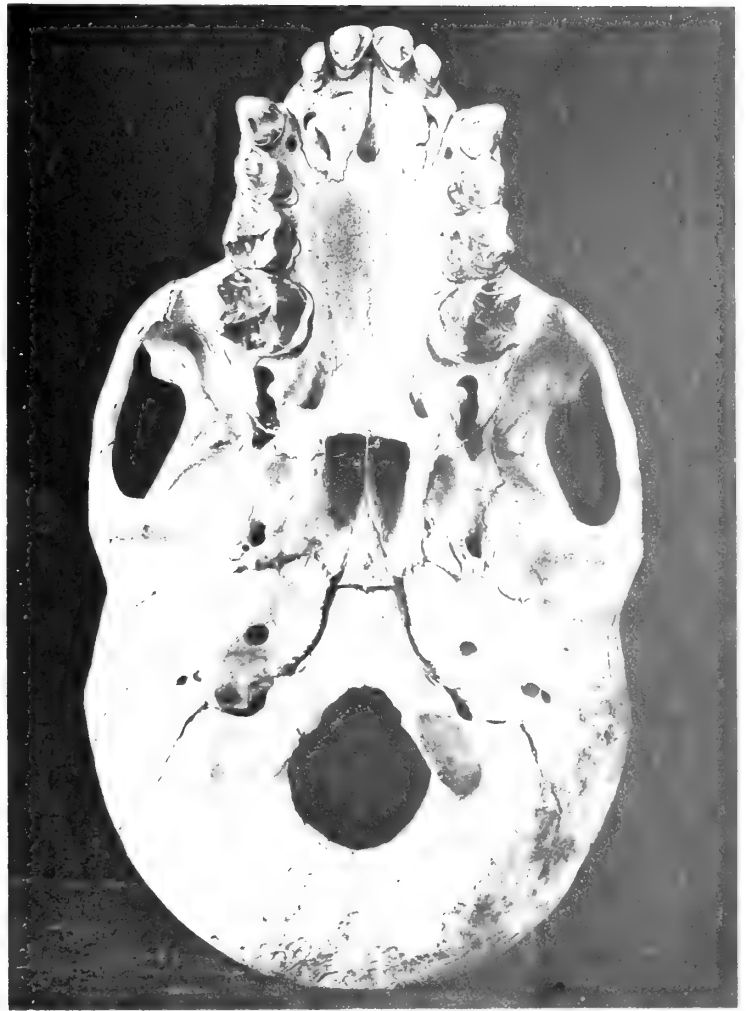


Fig. 4.

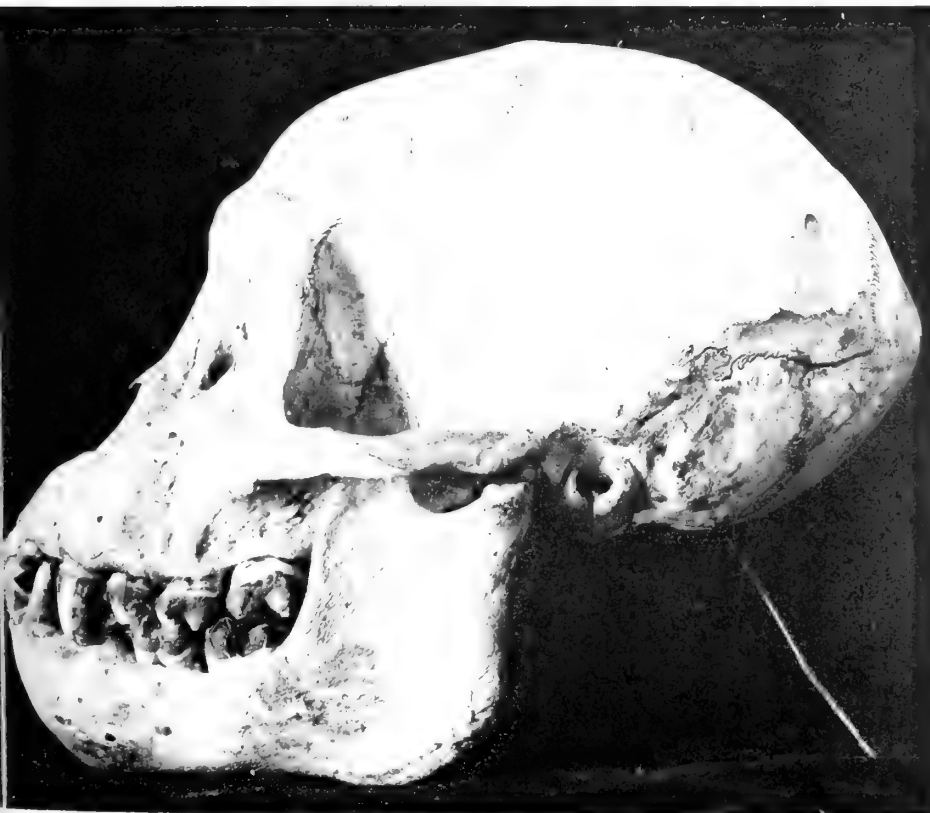


Fig. 2.

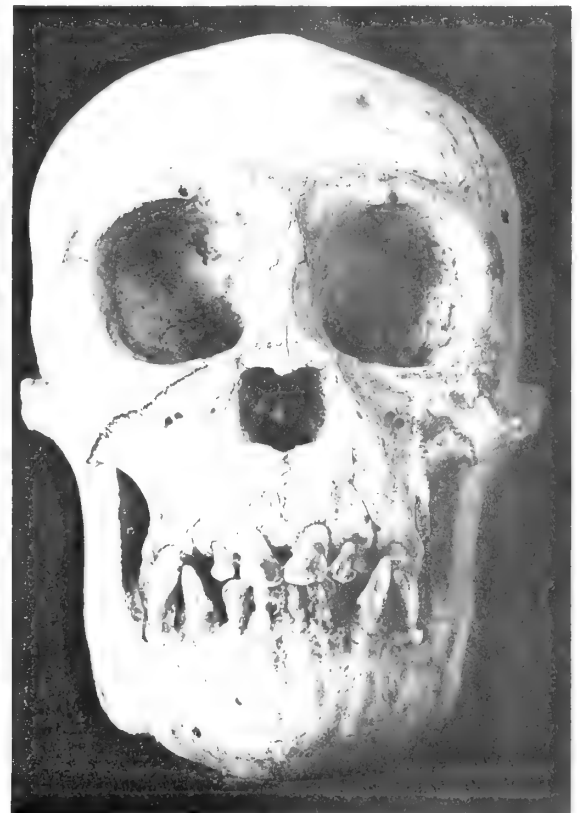


Fig. 3. Cederquists Graf. A. B., Sr. Im.



Fig. 1.



Fig. 2.

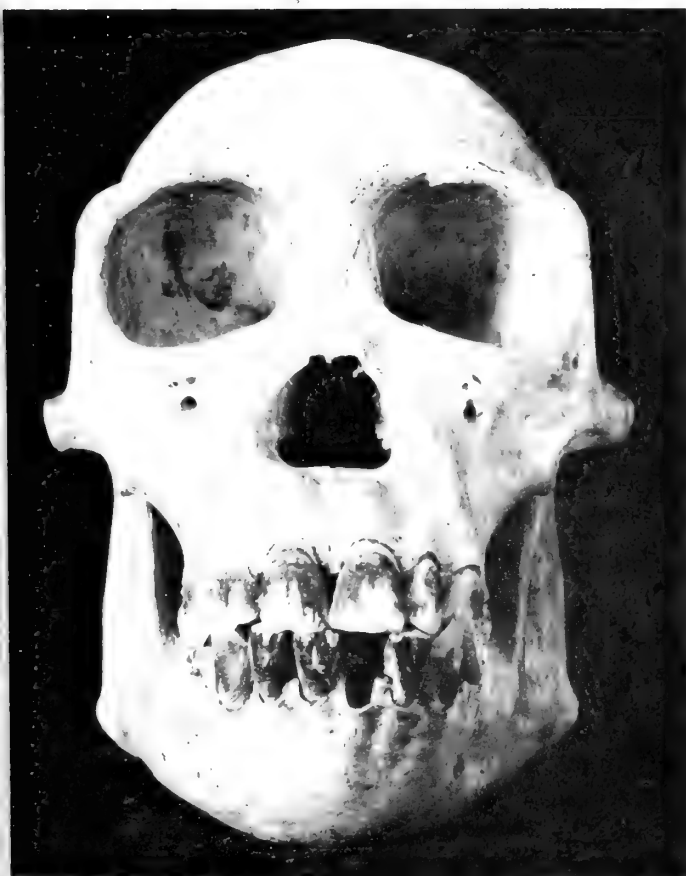


Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 2.



Fig. 3.



a



b

Fig. 4.

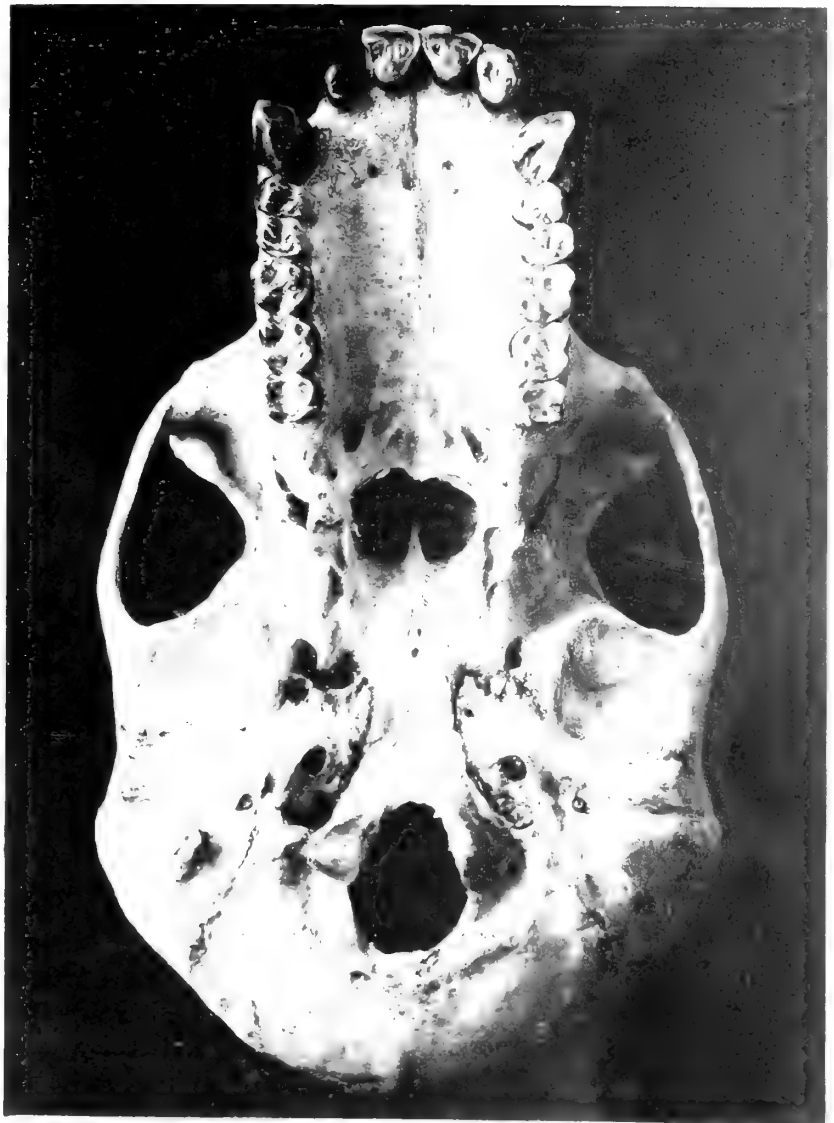


Fig. 1.



Fig. 5.

Celepistograf A. B. Stam



Fig. 1.



Fig. 3.



Fig. 2.



Fig. 4.

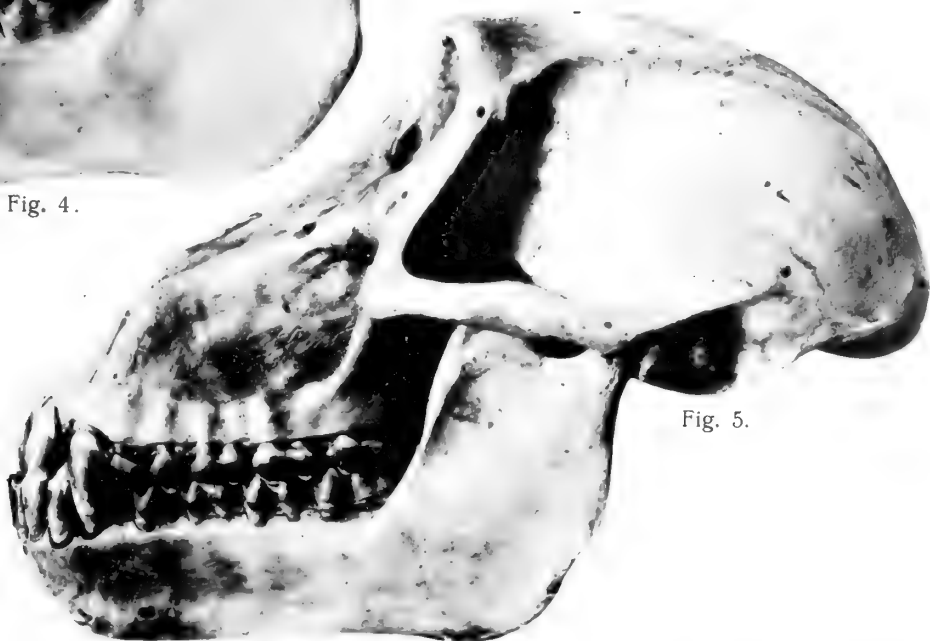
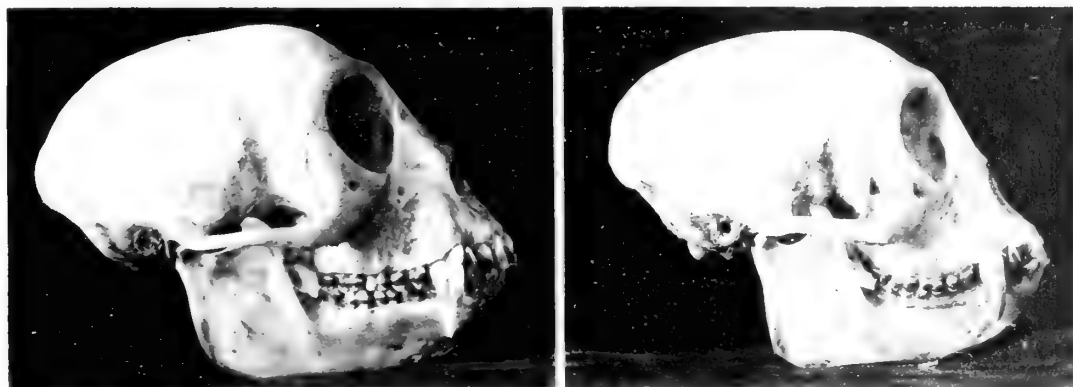


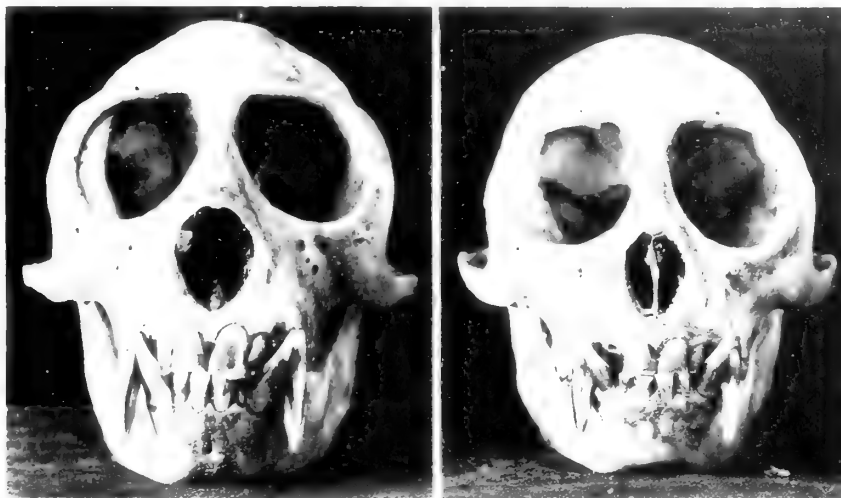
Fig. 5.



a

Fig. 1.

b



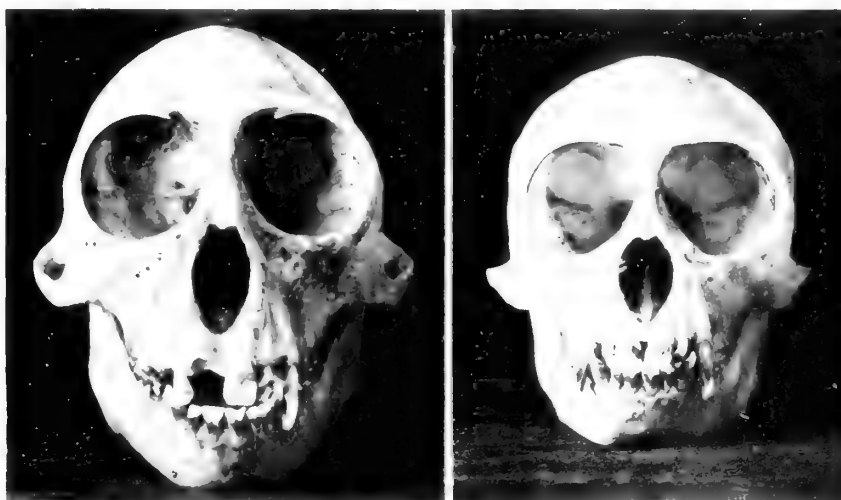
a

Fig. 2.

b



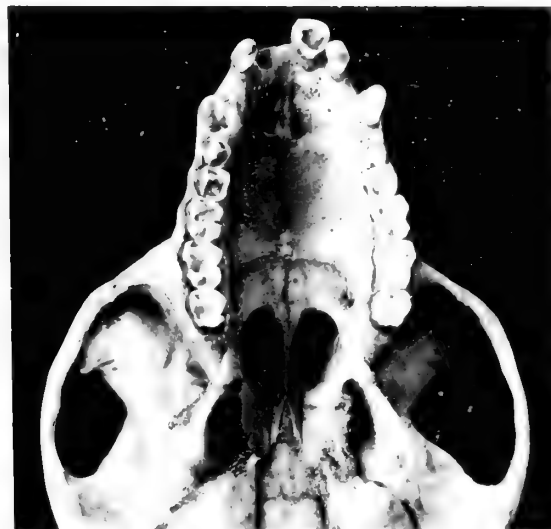
Fig. 3.



a

Fig. 4.

b



a

Fig. 5.



b



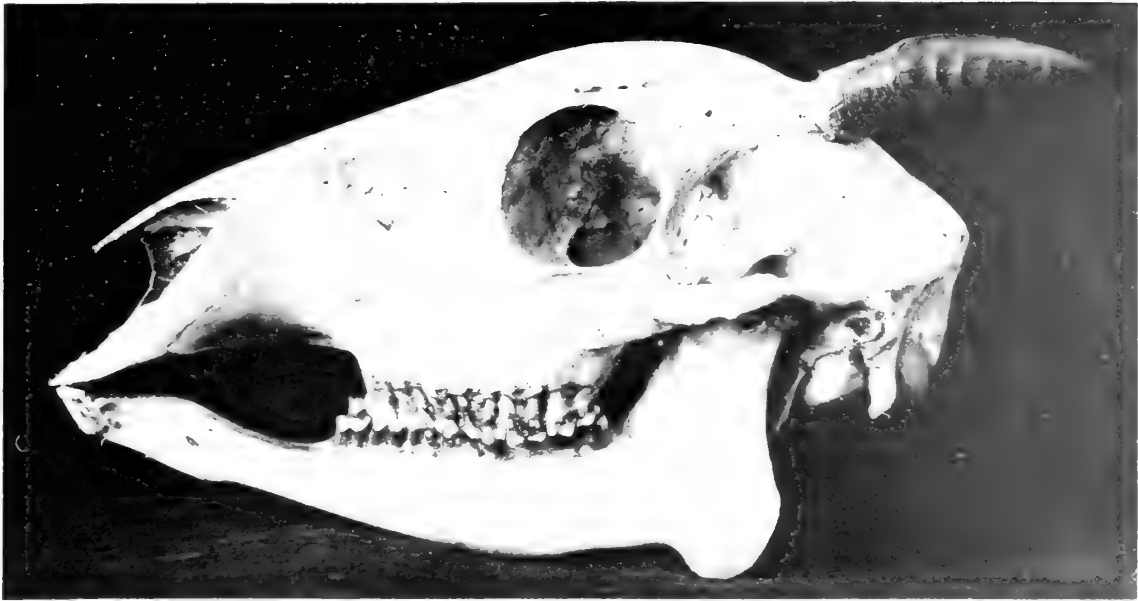


Fig. 1.

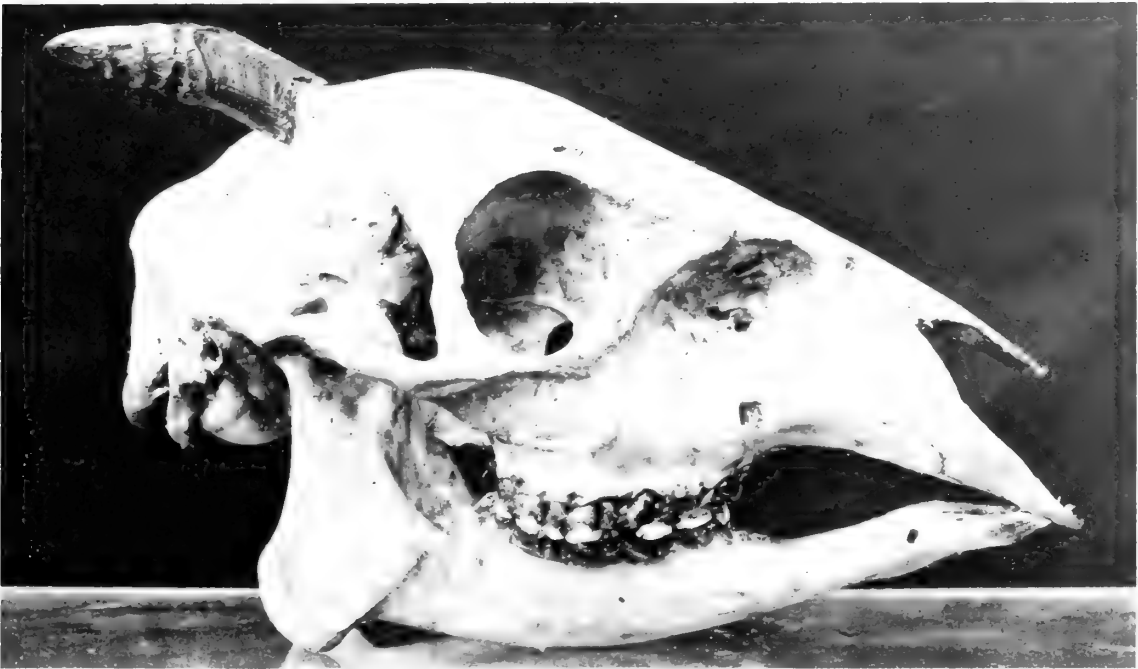


Fig. 2.

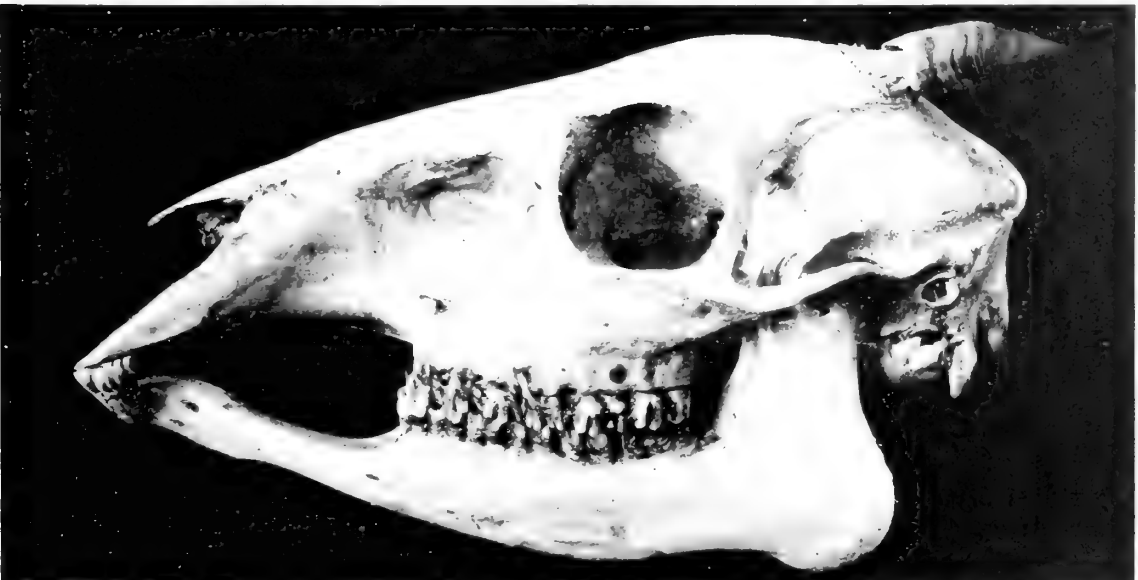


Fig. 3.

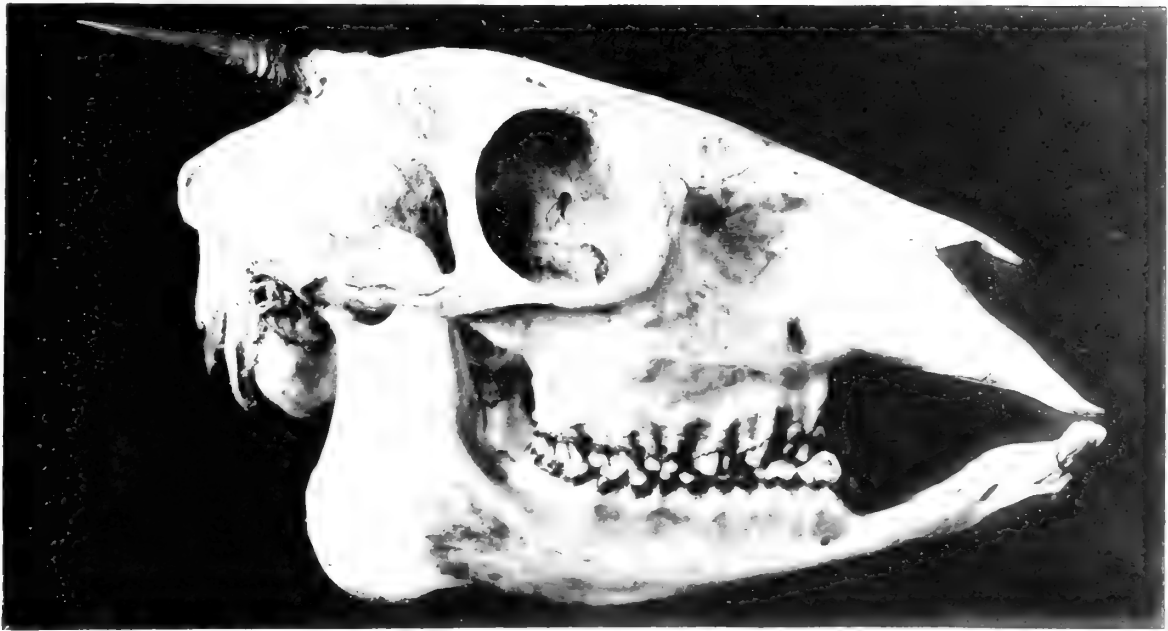


Fig. 1

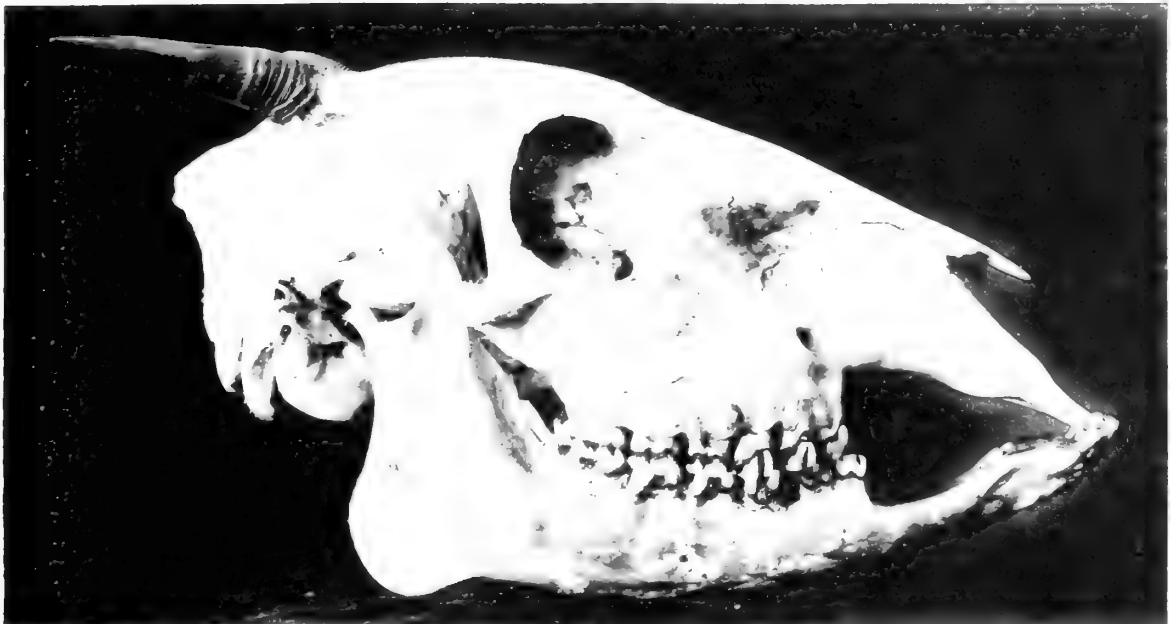


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 58. N:o 3.

MEDDELANDE FRÅN LUNDS ASTRONOMISKA OBSERVATORIUM

THE CORRELATION FUNCTION OF TYPE *A*,
AND
THE REGRESSION OF ITS CHARACTERISTICS

BY

S. D. WICKSELL

DR. PHIL.

WITH 2 PLATES AND 2 FIGURES IN THE TEXT

COMMUNICATED MAY 9TH 1917 BY C. V. L. CHARLIER AND H. VON KOCH



STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1917

Preface. The mathematical part of the following treatise was worked out and written down in the spring of 1916. The essential part of it was read before the astronomical seminary at Lund May 2:d 1916. As, however, it was considered of importance that the work should also contain some numerical examples, it was not possible to publish at once. Other work that came in between has further delayed the publication.

In his well known work *On the general theory of skew correlation and non-linear regression* Professor KARL PEARSON deals with the problem of finding the regression curves of two correlated variates. He also introduces some new and very important conceptions which he names the *clisy* and the *scedasticity*. Admirable as his study is, and of general application, it suffers, nevertheless, from some disadvantages. As PEARSON himself points out, there is a disadvantage in the very generality of his starting points. As we see them the objections against the theory are chiefly the following: — Theoretically there is no means of making sure of the convergency of the developments; practically there is no means of determining the probability of an individual deviation within assigned limits from the regression curves. Thus while the theory gives the mean of the one variate for any fixed value of the other, it does not give any adequate measure of the extent to which the first variate clusters about this mean, that is of the strength of the correlation. The reason for this lies in the fact that the method makes no assumptions as to the mathematical form of the correlation function. Thus while the method may be extended so as to give the standard deviation (*scedasticity*) and skewness (*clisy*) of the distribution of the one variate for any fixed value of the other, it cannot give the form of this distribution since it is not certain, in the general case, that these two characteristics are sufficient to describe that distribution.

The reason why the method is founded on a basis so broad as not to give these details lies in the fact, several times pointed out by PEARSON, that his general theories of skew variation have so far defied every attempt at their extension to correlation surfaces. Hence, for PEARSON no mathematical correlation function was available except the normal function of BRAVAIS, for which he naturally had no use here, as the theory was to give methods for *skew* correlation.

As is well known, when PEARSON invented his general theory of skew variation his main idea was that the variation should be given by the binomial and

the hypergeometrical series. His types I to V are continuous functions for these series. An attempt at extending this idea to variation surfaces was no doubt the next step taken. If the object was to find *continuous* functions giving the multinomial- and solid hypergeometrical series, it may easily be understood, that the attempt met with great difficulties, though, at least in case of the multinomial, the difficulties are surmountable. Continuous functions for the multinomial series have, in fact, been deduced by the author in a work on the extension of the theorem of BERNOULLI to two dimensions.¹ As the moments of the solid hypergeometrical series are found without difficulty it was, however, possible to apply the series to correlation surfaces without having recourse to a continuous function for it. This has been done in recent years by L. ISSERLIS². Now this application was made many years after PEARSON'S work on skew correlation appeared, but even if it had been made before, PEARSON could have had no use for it. Really, the case would have been the same had there been continuous correlation functions available, if they had been built up on schemes giving rise to multinomial or hypergeometrical series. PEARSON'S was a work on *non-linear regression*, but as I have endeavoured to prove³ in another place correlation surfaces to which the multinomial or hypergeometrical series may be applied must necessarily have *linear regression*.

Hence it may be seen that though binomial and hypergeometrical series give fairly general frequency curves their extension to frequency surfaces can cover only very special cases.

But, PEARSON'S theory of variation is not restricted to the above schemes. He has devised a far more general method, based on a certain differential equation of singular generality. For one variate the integration was easily performed, but for two variates this has hitherto, so far as I know, proved impossible. At least there has appeared up to date no theory resting on a similar basis.

However, very general mathematical expressions for correlation functions are now available. In recent years CHARLIER has developed a theory of skew variation a part of which has been simultaneously advanced by EDGEWORTH. By CHARLIER the theory has been shown to allow of a ready extension to correlation between any number of variates.⁴

The starting point of CHARLIER is entirely different from that of PEARSON, as the former starts from the hypothesis of elementary errors. CHARLIER'S theory is called by himself the *genetic theory of frequency*. But the developments of CHARLIER have, indeed, properties that make them more or less independent of their hypo-

¹ S. D. WICKSELL: Some theorems in the theory of probability, with special reference to their importance in the theory of homograde correlation. Svenska Aktuarietföreningens tidskrift, häft. 4—5, 1916. Meddelanden från Lunds Observatorium N:r 74.

² L. ISSERLIS: The application of solid hypergeometrical series to frequency distributions in space. Phil. Mag., Sept. 1914.

³ S. D. WICKSELL: The application of solid hypergeometrical series to frequency distributions in space. Phil. Mag., May 1917.

⁴ For the work of CHARLIER see: Meddelanden från Lunds Astronomiska Observatorium, Ser. I, n:ris 25, 26, 27, 34, 43, 49, 50, 51, 52, 57, 58, 61, 66, 71, and Ser. II, n:ris 4, 8, 9, 14. Lund 1905—1915.

thetical foundation. His functions have in a very high degree the properties of rather elastic developments of arbitrary functions, being in that respect in a way analogous to the FOURIER series.

The CHARLIER functions lead to two different types of variation, not easily distinguishable where they pass over into each other, but differing very widely in their extreme forms. They are called type *A* and type *B* and embrace the vast majority of all statistical series observed in nature.

It is only the functions of type *A* that have been applied by CHARLIER to correlation problems.

The present treatise is confined to the study of these functions. It is especially the regression of the characteristics that is the object of our investigation. I think the study will give ample illustration of the great elegance of application, mathematically and numerically, of these very remarkable expressions.

(1) *The general correlation function of the A-type.* The function of correlation of type *A* by *n* variates $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ is expressed by

$$F(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = \varphi(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) + \sum \sum \sum \dots \sum A_{i_1 i_2 i_3 \dots i_n} \frac{\partial^{i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n} \varphi(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)}{\partial x_1^{i_1} \partial x_2^{i_2} \partial x_3^{i_3} \dots \partial x_n^{i_n}}$$

where $i_1, i_2, i_3 \dots i_n$ assume all values for which $i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n \geq 3$, and φ is the so called normal correlation function, which, if $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ are reckoned from their means, is given by

$$\varphi(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = \frac{\sqrt{J}}{(2\pi)^{n/2}} e^{-1/2(a_{11}x_1^2 + a_{12}x_1x_2 + a_{13}x_1x_3 + \dots + a_{21}x_2x_1 + \dots)}$$

The parameters $a_{\alpha\beta}$ and $A_{i_1 i_2 i_3 \dots i_n}$ may be expressed in terms of the *moments*, and

$$J = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}$$

Further

$$a_{\alpha\beta} = a_{\beta\alpha}.$$

The parameters $a_{\alpha\beta}$ of the normal function have been determined in terms of the moments by several authors — first by PEARSON in various papers, further by GREINER.¹ For three variates the determination was first carried out by EDGE-

¹ GREINER: Über das Fehlersystem der Kollektivmasslehre. Zeitschr. f. Math. u. Phys. Bd 57. 1909.

WORTH.¹ See further the above mentioned Meddelande N:r 66 by CHARLIER. In the following we shall give the results as developed by a method which differs slightly from that of the above authors.²

Defining as the moments about the mean of the second order of the φ -function

$$\lambda_{\alpha\beta} = \int_{-\infty}^{\infty} dx_1 \int_{-\infty}^{\infty} dx_2 \int_{-\infty}^{\infty} dx_3 \dots \int_{-\infty}^{\infty} dx_n x_\alpha x_\beta \varphi(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n),$$

and employing the determinant

$$M = \begin{vmatrix} \lambda_{11}, & \lambda_{12}, & \lambda_{13}, & \dots & \lambda_{1n} \\ \lambda_{21}, & \lambda_{22}, & \lambda_{23}, & \dots & \lambda_{2n} \\ \lambda_{31}, & \lambda_{32}, & \lambda_{33}, & \dots & \lambda_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \lambda_{n1}, & \lambda_{n2}, & \lambda_{n3}, & \dots & \lambda_{nn} \end{vmatrix},$$

the parameters of the φ -function may be expressed in terms of the moments by the following equations

$$I = \frac{1}{M},$$

$$a_{\alpha\beta} = \frac{1}{M} \frac{\partial M}{\partial \lambda_{\alpha\beta}}.$$

Now it may easily be shown that the moments of the second order of the φ -function are identical with the moments of the same order of the correlation function of type A. Thus for $\lambda_{\alpha\beta}$ we may insert the moments of the observed correlation scheme.

For the parameters $A_{i_1 i_2 i_3 \dots i_n}$ of higher order than the second we will not give the general expressions. They are expressed in terms of the moments of the observed distribution of the orders below and equal to $i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n$.

(2) *Special case for one variate.* In case of the variation of only one variate x we obtain the frequency function by integrating for all values of $x_2, x_3, x_4, \dots, x_n$.

The result is, if x be reckoned from any origin,

$$F(x) = \varphi(x) + \sum_{i \geq 3} A_i \frac{d^i \varphi(x)}{dx^i},$$

where

¹ EDGEWORTH: On correlated averages. Phil. Mag. 1892.

² WICKSELL: The general characteristics of the frequency function of stellar movements etc. Meddelanden från Lunds Observ. Ser. II, N:r 12.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}.$$

Defining the moments by

$$\nu_i = \int_{-\infty}^{\infty} dx (x-m)^i F(x),$$

the coefficients are expressed by¹

m = the arithmetic mean of the variate.

$$\sigma^2 = \nu_2,$$

$$[3] A_3 = -\nu_3,$$

$$[4] A_4 = \nu_4 - 3\nu_2^2,$$

$$[5] A_5 = -\nu_5 + 10\nu_3\nu_2,$$

$$[6] A_6 = \nu_6 + 30\nu_2^3 - 15\nu_4\nu_2.$$

The quantities

$$\frac{3A_3}{\sigma^3} = S,$$

and

$$\frac{3A_4}{\sigma^4} = E,$$

are called by CHARLIER the *skewness* (PEARSON'S skewness with negative sign) and the *excess* in the variation of x .

(3) *Special case for two variates.* Taking now the case of two variates the correlation function will be (x and y being reckoned from any origin)

$$\begin{aligned} (A) \quad F(x, y) = & f(x, y) + A_{30} \frac{\partial^3 f(x, y)}{\partial x^3} + A_{21} \frac{\partial^3 f(x, y)}{\partial x^2 \partial y} + A_{12} \frac{\partial^3 f(x, y)}{\partial x \partial y^2} + A_{03} \frac{\partial^3 f(x, y)}{\partial y^3} + \\ & + A_{40} \frac{\partial^4 f(x, y)}{\partial x^4} + A_{31} \frac{\partial^4 f(x, y)}{\partial x^3 \partial y} + A_{22} \frac{\partial^4 f(x, y)}{\partial x^2 \partial y^2} + A_{13} \frac{\partial^4 f(x, y)}{\partial x \partial y^3} + A_{04} \frac{\partial^4 f(x, y)}{\partial y^4} + \\ & + A_{50} \frac{\partial^5 f(x, y)}{\partial x^5} + \dots \text{etc.} \end{aligned}$$

Here we have to put

$$f(x, y) = \frac{1}{\sigma_1 \sigma_2 \sqrt{1-r^2} 2\pi} \cdot e^{-\frac{1}{2(1-r^2)} \left[\frac{(x-m_1)^2}{\sigma_1^2} - 2r \frac{(x-m_1)(y-m_2)}{\sigma_1 \sigma_2} + \frac{(y-m_2)^2}{\sigma_2^2} \right]}.$$

Defining the moments by

¹ See CHARLIER. Loc. cit. Ser. II n:r 4. It should be observed that there is a printer's error in the formula for A_6 .

$$r_{ij} = \int_{-\infty}^{\infty} dx \int_{-\infty}^{\infty} dy (x - m_1)^i (y - m_2)^j F(x, y),$$

we have

$m_1 =$ the arithmetic mean of the variate x ;

$m_2 =$ » » » » » » » y ;

$$\sigma_1^2 = \nu_{20}; \quad r = \frac{\nu_{11}}{\sigma_1 \sigma_2}; \quad \sigma_2^2 = \nu_{02};$$

$$\begin{aligned} & [3A_{30} = -\nu_{30}; [2A_{21} = -\nu_{21}; [2A_{12} = -\nu_{12}; [3A_{03} = -\nu_{03}; [4A_{40} = \nu_{40} - 3\nu_{20}^2; [3A_{31} = \nu_{31} - 3\nu_{11}\nu_{20}; \\ & [2[2A_{22} = \nu_{22} - \nu_{20}\nu_{02} - 2\nu_{11}^2; [3A_{13} = \nu_{13} - 3\nu_{11}\nu_{02}; [4A_{04} = \nu_{04} - 3\nu_{02}^2. \end{aligned}$$

Regarded as a function to give an arbitrary $F(x, y)$ the above series is convergent in all cases where application to statistics is in question.

The mathematical conditions are chiefly these:

1. $F(x, y)$ must not, for any finite dominion of x and y , have an infinite number of maxima and minima.

2. The integral $\int \int F(x, y) dx dy$ must be convergent.

In this case the development will be convergent even if the parameters $m_1, m_2, \sigma_1, \sigma_2$ and r be given other values than the above, only then differential coefficients of the first and second order must also be included.²

If the variates be reckoned from their means and expressed in the dispersions σ_1 and σ_2 as units, the correlation function will be brought into a simpler form.

Putting

$$\frac{x - m_1}{\sigma_1} = \xi \quad \text{and} \quad \frac{y - m_2}{\sigma_2} = \eta,$$

the frequency function of ξ and η will be

$$(B) \quad F(\xi, \eta) = \varphi_0(\xi, \eta) + \sum_{i+j \geq 3} \beta_{ij} \frac{\partial^{i+j} \varphi_0(\xi, \eta)}{\partial \xi^i \partial \eta^j},$$

where now

$$\varphi_0(\xi, \eta) = \sigma_1 \sigma_2 \varphi(\xi, \eta) = \frac{1}{2\pi \sqrt{1-r^2}} e^{-\frac{1}{2(1-r^2)}[\xi^2 - 2r\xi\eta + \eta^2]}.$$

The parameters are here

$$\sigma_1^2 = \nu_{20}; \quad r = \frac{\nu_{11}}{\sigma_1 \sigma_2}; \quad \sigma_2^2 = \nu_{02};$$

$$\beta_{ij} = \frac{A_{ij}}{\sigma_1^i \sigma_2^j}.$$

¹ See CHARLIER Loc. cit. Ser. I n:r 58.

² For the proof compare CHARLIER: Loc. cit. Ser. I N:r 71. The proof given in this paper may easily be extended to the case of two variates.

In the above form we shall apply the A -function in the following.

The parameters $m_1, m_2, \sigma_1, \sigma_2, r, \beta_{ij}$ are called the characteristics of the correlation function.

To distinguish them from the parameters A_{ij} , which are also called characteristics, we shall call the β_{ij} the β -characteristics of the correlation surface.

(4) *General terminology.* For the benefit of readers not familiar with correlation work we shall here explain the notation generally used. It is mostly due to PEARSON.

Any fixed value of x or y will be written x_p and y_q .

Taking out all the individuals having the variate x within the limits $x_p \pm 1/2 \omega_1$ we shall generally find that the corresponding values of y form a statistical series of variation. This series of y -values is called an x -array of y :s.

Similarly fixing a value of y between the limits $y_q \pm 1/2 \omega_2$ we obtain an y -array of x :s.

Each x -array of y :s, as well as each y -array of x :s, has a frequency curve which we shall denote by $F_{x_p}(y)$ and $F_{y_q}(x)$ respectively. We then have

$$F_{x_p}(y) = F(x_p, y),$$

$$F_{y_q}(x) = F(x, y_q).$$

The relative number of individuals in each of the x -arrays gives the total frequency distribution of the x :s. We call it $F_1(x)$; the total frequency distribution of the y :s we call $F_2(y)$ and it is given by the relative number of individuals in the separate y -arrays.

We thus have

$$F_1(x) = \int_{-\infty}^{\infty} dy F(x, y)$$

$$F_2(y) = \int_{-\infty}^{\infty} dx F(x, y)$$

The mean of the y :s in an x -array is called \bar{y}_{x_p} or shortly \bar{y}_x . The dispersion we denote by $\sigma_{x_p}(y)$; the skewness by $S_{x_p}(y)$; the excess by $E_{x_p}(y)$. The moments about the mean \bar{y}_{x_p} in an x -array we denote by $\nu_s(y)_{x_p}$.

We then have

$$\bar{y}_{x_p} = \int_{-\infty}^{\infty} dy F(x_p, y) y : F_1(x_p),$$

$$\sigma_{x_p}^2(y) = \int_{-\infty}^{\infty} dy F(x_p, y) (y - \bar{y}_{x_p})^2 : F_1(x_p),$$

$$S_{x_p}(y) = - \int_{-\infty}^{\infty} dy F(x_p, y) (y - y_{x_p})^3 : F_1(x_p) \sigma_{x_p}^3(y) 2,$$

$$E_{x_p}(y) = \int_{-\infty}^{\infty} dy F(x_p, y) (y - y_{x_p})^4 : F_1(x_p) \sigma_{x_p}^4(y) 8 - \frac{3}{8},$$

$$\nu_s(y)_{x_p} = \int_{-\infty}^{\infty} dy F(x_p, y) (y - y_{x_p})^5 : F_1(x_p).$$

Plotting out against x_p the value of

y_{x_p}	we	obtain	the	curve	of	regression	of	y	on	x
$\sigma_{x_p}^2(y) : \sigma_2^2$	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
$S_{x_p}(y)$	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
$E_{x_p}(y)$	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
						»	»	»	»	»
						»	»	»	»	»
						»	»	»	»	»
						»	»	»	»	»

The last curve has not been dealt with by PEARSON. For the others the terminology is his.

The curve obtained by plotting out any characteristic or moment of the arrays against x_p as argument we shall shortly call the curve of regression of that characteristic.

Of course we have — *mutatis mutandis* — the same expressions for the characteristics and moments in the y -arrays; i. e.

$$x_{y_q}; \sigma_{y_q}^2(x); S_{y_q}(x); E_{y_q}(x); \nu_s(x)_{y_q}.$$

There is, however, one more characteristic of the arrays that is of importance. That is the position of the mode, or the most probable value of y or x , associated with any x_p or y_q respectively.

As the mode is approximately at the distance

$$\sigma \cdot \frac{S}{1 + 5 E}$$

from the mean we have for its position in the x -array of y :s

$$\delta_{x_p} = y_{x_p} + \sigma_{x_p}(y) \frac{S_{x_p}(y)}{1 + 5 E_{x_p}(y)},$$

and for its position in the y -array of x :s

$$\delta_{y_q} = x_{y_q} + \sigma_{y_q}(x) \frac{S_{y_q}(x)}{1 + 5 E_{y_q}(x)}.$$

If the E are small we may put instead

$$\delta_{x_p} = y_{x_p} + \sigma_{x_p}(y) S_{x_p}(y),$$

$$\delta_{y_q} = x_{y_q} + \sigma_{y_q}(x) S_{y_q}(x).$$

Plotting δ_{x_p} and δ_{y_q} against x_p and y_q as arguments we obtain the regression curves of the modes. Theoretically these are the really adequate regression curves, as they give the most probable value of the one variate for a fixed value of the other. Practically, however, they will be of but little use, as their equations are much more complicated than the equations for the regression of the means.

The regression curves of the modes may also be obtained from the equations

$$\frac{\partial F(x, \delta_x)}{\partial \delta_x} = 0,$$

$$\frac{\partial F(\delta_y, y)}{\partial \delta_y} = 0.$$

In this fashion we get *implicit* equations for the curves, while the regression of all the other characteristics is given by *explicit* functions. If we attempt to develop the roots of the above implicit functions in powers of the argument, there will be difficulties of convergency, as CHARLIER has shown (in a paper as yet unpublished).

From what has already been said on the convergency of the A -series as a function of interpolation for arbitrary functions, we may conclude that the distributions in the arrays may be given the following forms:

$$F_{x_p}(y) = \varphi_{x_p}(y) + \frac{1}{3} S_{x_p} \sigma_{x_p}^3 \frac{\partial^3 \varphi_{x_p}(y)}{\partial y^3} + \frac{1}{3} E_{x_p} \sigma_{x_p}^4 \frac{\partial^4 \varphi_{x_p}(y)}{\partial y^4} + \dots,$$

and

$$F_{y_q}(x) = \varphi_{y_q}(x) + \frac{1}{3} S_{y_q} \sigma_{y_q}^3 \frac{\partial^3 \varphi_{y_q}(x)}{\partial x^3} + \frac{1}{3} E_{y_q} \sigma_{y_q}^4 \frac{\partial^4 \varphi_{y_q}(x)}{\partial x^4} + \dots.$$

Here we must take

$$\varphi_{x_p}(y) = \frac{1}{\sigma_{x_p} \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(y - y_{x_p})^2}{2\sigma_{x_p}^2}},$$

and

$$\varphi_{y_q}(x) = \frac{1}{\sigma_{y_q} \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x - x_{y_q})^2}{2\sigma_{y_q}^2}}.$$

By the aid of these equations it will be possible to assign a certain probability that y will not deviate by more than a given quantity from \bar{y}_{x_p} when x has the value x_p ; and *vice versa* that x will not deviate by more than a given quantity from \bar{x}_{y_q} when y has the value y_q .

(5) *Mathematical developments necessary for the derivation of the formulae of regression of the characteristics.* Before proceeding to the development of the regression formulae we shall put together the mathematical formulae necessary for the development.

Employing the notation

$$I_{ij}^{(s)} = \int_{-\infty}^{\infty} d\xi \frac{\partial^{i+j} \varphi_0(\xi, r)}{\partial \xi^i \partial r^j} \xi^s,$$

we find at once (remembering that the φ -function and all its derivatives become zero when $\xi = \pm \infty$) by partial integration, that

$$(1) \quad I_{ij}^{(s)} = 0 \text{ when } i > s.$$

Further

$$I_{00}^{(s)} = \int_{-\infty}^{\infty} d\xi \varphi_0(\xi, r) \xi^s.$$

But we may write, completing the squares in the exponent,

$$\varphi_0(\xi, r) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\eta^2}{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi(1-r^2)}} e^{-\frac{(\xi-r)^2}{2(1-r^2)}}.$$

Introducing the symbol

$$\varphi_0(\eta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\eta^2}{2}},$$

we find

$$\varphi_0(\xi, r) = \frac{1}{\sqrt{1-r^2}} \varphi_0(\eta) \cdot \varphi_0\left(\frac{\xi-r}{\sqrt{1-r^2}}\right).$$

Thus, as

$$(2) \quad \int_{-\infty}^{\infty} \varphi_0\left(\frac{\xi-r}{\sqrt{1-r^2}}\right) d\xi = \sqrt{1-r^2},$$

we have

$$(1^*) \quad I_{00}^{(0)} = \varphi_0(r).$$

Further

$$(3) \quad \frac{1}{\sqrt{1-r^2}} \int_{-\infty}^{\infty} d\xi \varphi_0\left(\frac{\xi-r}{\sqrt{1-r^2}}\right) \xi = r,$$

$$(4) \quad \frac{1}{\sqrt{1-r^2}} \int_{-\infty}^{\infty} d\xi \varphi_0\left(\frac{\xi-r}{\sqrt{1-r^2}}\right) \xi^2 = 1 - r^2 + r^2 r^2 = 1 + r^2(r^2 - 1),$$

$$(5) \quad \frac{1}{\sqrt{1-r^2}} \int_{-\infty}^{\infty} d\xi \varphi_0 \left(\frac{\xi - r\eta}{\sqrt{1-r^2}} \right) \xi^3 = 3r\eta(1-r^2) + r^3\eta^3 = 3r\eta + r^3(\eta^3 - 3\eta),$$

$$(6) \quad \frac{1}{\sqrt{1-r^2}} \int_{-\infty}^{\infty} d\xi \varphi_0 \left(\frac{\xi - r\eta}{\sqrt{1-r^2}} \right) \xi^4 = 3(1-r^2)^2 + 6(1-r^2)r^2\eta^2 + r^4\eta^4 = 3 + 6r^2(\eta^2 - 1) + r^4(\eta^4 - 6\eta^2 + 3).$$

But we know that when we put

$$(7^*) \quad \frac{d^t \varphi_0(\eta)}{d\eta^t} = R_t(\eta) \cdot \varphi_0(\eta),$$

$R_t(\eta)$ is a polynomial of the t :th degree. It is called the polynomial of HERMITE of the t :th order. We have, indeed,

$$(7) \quad \begin{aligned} R_1(\eta) &= -\eta, \\ R_2(\eta) &= \eta^2 - 1, \\ R_3(\eta) &= -\eta^3 + 3\eta, \\ R_4(\eta) &= \eta^4 - 6\eta^2 + 3, \\ R_5(\eta) &= -\eta^5 + 10\eta^3 - 15\eta, \\ R_6(\eta) &= \eta^6 - 15\eta^4 + 45\eta^2 - 15, \\ R_7(\eta) &= -\eta^7 + 21\eta^5 - 105\eta^3 + 105\eta, \\ R_8(\eta) &= \eta^8 - 28\eta^6 + 210\eta^4 - 420\eta^2 + 105. \end{aligned}$$

To obtain the successive $R_t(\eta)$ the recursion formula

$$R_{t+1}(\eta) = \frac{d R_t(\eta)}{d\eta} - \eta R_t(\eta),$$

may be used. It is at once found if (7*) is differentiated and we remember that obviously $R_1(\eta) = -\eta$.

Now, at present, we only need the first four of equations (7). Multiplying (3), (4), (5), (6) by $\varphi_0(\eta)$ we arrive at the following important equations,

$$(8) \quad I_{00}^{(1)} = -r\varphi_0(\eta)R_1(\eta) = -r \frac{d\varphi_0(\eta)}{d\eta},$$

$$(9) \quad I_{00}^{(2)} = \varphi_0(\eta)(1 + r^2 R_2(\eta)) = \varphi_0(\eta) + r^2 \frac{d^2 \varphi_0(\eta)}{d\eta^2},$$

$$(10) \quad I_{00}^{(3)} = \varphi_0(\eta)(-3rR_1(\eta) - r^3 R_3(\eta)) = -3r \frac{d\varphi_0(\eta)}{d\eta} - r^3 \frac{d^3 \varphi_0(\eta)}{d\eta^3},$$

$$(11) \quad I_{00}^{(4)} = \varphi_0(\eta)(3 + 6r^2 R_2(\eta) + r^4 R_4(\eta)) = 3\varphi_0(\eta) + 6r^2 \frac{d^2 \varphi_0(\eta)}{d\eta^2} + r^4 \frac{d^4 \varphi_0(\eta)}{d\eta^4}.$$

As we have already found that

$$I_{ij}^{(s)} = 0 \text{ when } i > s,$$

we need only consider the quantities

$$\begin{aligned} & I_{0j}^{(0)}; \\ & I_{0j}^{(1)}, I_{1j}^{(1)}; \\ & I_{0j}^{(2)}, I_{1j}^{(2)}, I_{2j}^{(2)}; \\ & I_{0j}^{(3)}, I_{1j}^{(3)}, I_{2j}^{(3)}, I_{3j}^{(3)}; \\ & I_{0j}^{(4)}, I_{1j}^{(4)}, I_{2j}^{(4)}, I_{3j}^{(4)}, I_{4j}^{(4)}. \end{aligned}$$

We have

$$I_{ij}^{(s)} = \int_{-\infty}^{\infty} d\xi \frac{\partial^{i+j} \varphi_0(\xi, r)}{\partial \xi^i \partial r^j} \xi^s = \frac{d^j}{dr^j} \int_{-\infty}^{\infty} d\xi \frac{\partial^i \varphi_0(\xi, r)}{\partial \xi^i} \xi^s.$$

Integrating *per partes* we find

$$I_{ij}^{(s)} = (-1)^i s(s-1)(s-2) \dots (s-i+1) \frac{d^j}{dr^j} \int_{-\infty}^{\infty} d\xi \varphi_0(\xi, r) \xi^{s-i},$$

that is, completing by (1),

$$\begin{aligned} I_{ij}^{(s)} &= (-1)^i \frac{\lfloor s \rfloor}{\lfloor s-i \rfloor} \frac{d^j I_{00}^{(s-i)}}{dr^j} \text{ when } i \leq s, \\ I_{ij}^{(s)} &= 0 \text{ when } i > s. \end{aligned}$$

Using the above equation, we find with the aid of (1*), (8), (9), (10), (11), the following five systems of formulae.

I (12)
$$I_{0j}^{(0)} = \frac{d^j \varphi_0(r)}{dr^j} = R_j(r) \varphi_0(r).$$

II (13)
$$I_{0j}^{(1)} = -r \frac{d^{j+1} \varphi_0(r)}{dr^{j+1}} \dots = -r \varphi_0(r) R_{j+1}(r),$$

(13*)
$$I_{1j}^{(1)} = -\frac{d^j \varphi_0(r)}{dr^j} = -\varphi_0(r) R_j(r).$$

III (14)
$$I_{0j}^{(2)} = \frac{d^j \varphi_0(r)}{dr^j} + r^2 \frac{d^{j+2} \varphi_0(r)}{dr^{j+2}} = [R_j(r) + r^2 R_{j+2}(r)] \varphi_0(r),$$

(15)
$$I_{1j}^{(2)} = 2r \frac{d^{j+1} \varphi_0(r)}{dr^{j+1}} = 2r R_{j+1}(r) \varphi_0(r),$$

(16)
$$I_{2j}^{(2)} = 2 \frac{d^j \varphi_0(r)}{dr^j} = 2 R_j(r) \varphi_0(r).$$

$$\text{IV (17)} \quad I_{0j}^{(3)} = -3r \frac{d^{j+1} \varphi_0(t)}{dr^{j+1}} - r^3 \frac{d^{j+3} \varphi_0(t)}{dr^{j+3}} = -[3r R_{j+1}(t) + r^3 R_{j+3}(t)] \varphi_0(t),$$

$$(18) \quad I_{1j}^{(3)} = -3 \frac{d^j \varphi_0(t)}{dr^j} - 3r^2 \frac{d^{j+2} \varphi_0(t)}{dr^{j+2}} = -[3 R_j(t) + 3r^2 R_{j+2}(t)] \varphi_0(t),$$

$$(19) \quad I_{2j}^{(3)} = -6r \frac{d^{j+1} \varphi_0(t)}{dr^{j+1}} = -6 R_{j+1}(t) \varphi_0(t),$$

$$(20) \quad I_{3j}^{(3)} = -6 \frac{d^j \varphi_0(t)}{dr^j} = -6 R_j(t) \varphi_0(t)$$

$$\text{V (21)} \quad I_{0j}^{(4)} = 3 \frac{d^j \varphi_0(t)}{dr^j} + 6r^2 \frac{d^{j+2} \varphi_0(t)}{dr^{j+2}} + r^4 \frac{d^{j+4} \varphi_0(t)}{dr^{j+4}} = [3 R_j(t) + 6r^2 R_{j+2}(t) + r^4 R_{j+4}(t)] \varphi_0(t),$$

$$(22) \quad I_{1j}^{(4)} = 12r \frac{d^{j+1} \varphi_0(t)}{dr^{j+1}} + 4r^3 \frac{d^{j+3} \varphi_0(t)}{dr^{j+3}} = [12r R_{j+1}(t) + 4r^3 R_{j+3}(t)] \varphi_0(t),$$

$$(23) \quad I_{2j}^{(4)} = 12 \frac{d^j \varphi_0(t)}{dr^j} + 12r^2 \frac{d^{j+2} \varphi_0(t)}{dr^{j+2}} = [12 R_j(t) + 12r^2 R_{j+2}(t)] \varphi_0(t),$$

$$(24) \quad I_{3j}^{(4)} = 24r \frac{d^{j+1} \varphi_0(t)}{dr^{j+1}} = 24r R_{j+1}(t) \varphi_0(t),$$

$$(25) \quad I_{4j}^{(4)} = 24 \frac{d^j \varphi_0(t)}{dr^j} = 24 R_j(t) \varphi_0(t).$$

These are the systems of formulae that will enable us presently to find our equations for the regression of the characteristics.

Systems I, II are required to obtain the curve of regression of the means of the η -arrays.

Systems I, III are required to obtain the curve of regression of the second moments in the η -arrays. From these curves we find the *scedastic* curves.

Systems I, IV are required to obtain the curve of regression of the moments of the third order in the η -arrays. Hence we derive the *clitic* curves.

System I, V are required to obtain the curve of regression of the moments of the fourth order in the η -arrays. Hence we derive the *synagic* curves.

All these curves will be — *mutatis mutandis* — the same for the regression of the characteristics in the ξ -arrays.

Finally, remembering that

$$\xi = \frac{x - m_1}{\sigma_1}, \quad \eta = \frac{y - m_2}{\sigma_2},$$

we find the curves of regression of the characteristics in the x - and y -arrays.

(6) *The order of magnitude of the different coefficients in the expression for the correlation function.* Before proceeding to the development of the regression formulae it will be necessary to pay some attention to the order of magnitude of the characteristics of higher order. When that has been done we shall find exactly where the A -series for the correlation function (and with it the regression formulae) are

to be broken off in order that they may give the best possible fit to the observed data.

It was mentioned on p. 8 that the description given by a series of type A of an arbitrary function is convergent if only two conditions are fulfilled. These conditions are of such a character as to be very generally fulfilled by correlation functions.

The convergence of our series being secured, there arises the question of how rapidly it converges. Naturally this rapidity may vary in a high degree.

As has been pointed out by PEARSON and others, there is not much use for a theory requiring moments of higher than the 6:th order. Generally even the fourth order is the limit. The reason for this lies in the great mean errors to which the higher moments are exposed. But the parameters are functions of the moments. And the characteristics of the i :th order do not contain moments of a higher order than the i :th. Thus we should generally have to restrict the use of the equation (B) to cases where terms multiplied by the coefficients of up to the fourth order are enough to give a fairly good description of the correlation surface. Hence, we should break off (B) with terms for which $i + j = 4$. The resulting correlation function will be found to embrace a very large number of the cases occurring in practice.

However, one more step may be taken. As it is, the A -functions are not merely functions of interpolation. When applied to frequencies they have also a genetic foundation which is afforded by the hypothesis of elementary errors. If this be taken into account, it will be possible to learn something about the order of magnitude of the different characteristics, as well as to include some more terms depending only on moments of a lower order than the fourth. This was first shown by EDGEWORTH¹ in the case of the A -function of one variate. EDGEWORTH found that a wider range of applicability will be covered by the function

$$(C) \quad F(\xi) = \varphi_0(\xi) + \beta_3 \frac{d^3 \varphi_0(\xi)}{d\xi^3} + \beta_4 \frac{d^4 \varphi_0(\xi)}{d\xi^4} + \frac{\beta_5^2}{2} \cdot \frac{d^6 \varphi_0(\xi)}{d\xi^6},$$

than if the function be broken off before the last term. The reason for this fact is that if s be the number of elementary error-sources it will be found that²

$$\begin{array}{r} \beta_3 \text{ is of the order of magnitude of } \frac{1}{\sqrt{s}} \\ \beta_4 \text{ » » » » » » » } \frac{1}{s} \\ \beta_5 \text{ » » » » » » » } \frac{1}{s} \\ \beta_6 \text{ » » » » » » » } \frac{1}{s\sqrt{s}} \end{array}$$

¹ EDGEWORTH: The law of error. Cambr. Phil. Trans Vol. XX.

² As will be seen in the following pages this is really no *necessary* consequence of the hypothesis of elementary errors.

As s may be assumed to be a great number and as β_6 happens to have the form

$$\beta_6 = \frac{\beta_s^2}{2} + \text{term of order } \frac{1}{s^2}$$

an approximation of the order $\frac{1}{s}$ leads to the above form (C) for the A -function.

Similar discussions of the orders of magnitude have been given by CHARLIER¹ in the case of the description of the point binomial by functions of type A .

Owing to the importance of the subject we shall here investigate the case of two variates.

The hypothesis of elementary errors assumes that there are at work s error-sources, which we denote by $Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_s$. The errors produced by, say, the source Q_i being denoted by x_i , we assume that the probability that in a certain instance x_i will fall within the limits $x \pm \frac{1}{2} dx$ is given by the function

$$f_i(x) dx.$$

The observed variates x and y are then given by

$$\begin{aligned} x &= k_1 x_1 + k_2 x_2 + k_3 x_3 + \dots + k_s x_s \\ y &= l_1 x_1 + l_2 x_2 + l_3 x_3 + \dots + l_s x_s \end{aligned}$$

where k_i and l_i are constant coefficients characteristic of the source Q_i .

As has been shown by CHARLIER² the hypothesis generally leads to a correlation function of type A . If it be of type A we have

$$(A^*) \quad F(x, y) = \varphi(x, y) + \sum_{p+q \geq 3} A_{pq} \frac{\partial^{p+q} \varphi(x, y)}{\partial x^p \partial y^q}.$$

In the course of his work CHARLIER³ introduced some quantities $c_2^{(i)}, c_3^{(i)}, a_4^{(i)}, \dots$ which are characteristics of the probability function $f_i(x_i)$ of the source Q_i . Assuming all the probability functions of the error sources to be of type A the nature of these characteristics is defined by writing the A -function in the symbolical form of EDGEWORTH, whence we have

$$f_i(x_i) = e^{-\frac{a_3^{(i)}}{3} D_3 + \frac{a_4^{(i)}}{4} D_4 + \frac{a_6^{(i)}}{6} D_6 + \dots} \varphi_i(x_i)$$

where

$$\varphi_i(x_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi a_2^{(i)}}} \cdot e^{-\frac{x_i^2}{2a_2^{(i)}}}.$$

¹ CHARLIER: Die strenge Form des Bernoullischen Theorems, loc. cit. n:r 43.

² CHARLIER: The correlation function of type A , loc. cit. n:r 58.

³ Loc. cit.

The usual form of the function is obtained by expanding the exponential and putting

$$D_i q_i(x_i) = \frac{d^t q_i(x_i)}{dx_i^t}.$$

If a more general definition of the characteristics $a_i^{(i)}$ is desired it may be shown that they are identical with the half-invariants of THIELE and that, whatever be the form of $f_i(x_i)$, they are given by the identity

$$(26) \quad e^{\frac{a_2^{(i)}}{2} r^2 + \frac{a_3^{(i)}}{6} r^3 + \frac{a_4^{(i)}}{24} r^4 + \dots} = \int_{-\infty}^{\infty} f_i(x_i) e^{x_i r} dx_i$$

Now instead of the characteristics $A_{pq}, \sigma_1, \sigma_2, r$ of the correlation function CHARLIER makes use of certain parameters a_{pq} , which he shows are connected with the former through the relations

$$(27) \quad a_{20} = \sigma_1^2; \quad a_{11} = r \cdot \sigma_1 \sigma_2; \quad a_{02} = \sigma_2^2$$

and the identity

$$(28) \quad e^{\frac{1}{2}(a_{20} \omega_1^2 + 3 a_{21} \omega_1^2 \omega_2 + 3 a_{12} \omega_1 \omega_2^2 + a_{03} \omega_2^3) + \frac{1}{4}(a_{40} \omega_1^4 + 4 a_{31} \omega_1^3 \omega_2 + 6 a_{22} \omega_1^2 \omega_2^2 + 4 a_{13} \omega_1 \omega_2^3 + a_{04} \omega_2^4) + \dots} = 1 - (A_{30} \omega_1^3 + A_{21} \omega_1^2 \omega_2 + A_{12} \omega_1 \omega_2^2 + A_{03} \omega_2^3) + (A_{40} \omega_1^4 + A_{31} \omega_1^3 \omega_2 + A_{22} \omega_1^2 \omega_2^2 + A_{13} \omega_1 \omega_2^3 + A_{04} \omega_2^4) + \dots$$

For our purpose the most interesting feature of the theory lies in the way in which the a_{pq} and thus also the A_{pq} are expressed through the $a^{(i)}$ of the error-sources. It may be shown that

$$a_{20} = \sum_{i=1}^s a_2^{(i)} k_i^2; \quad a_{11} = \sum_{i=1}^s a_2^{(i)} k_i l_i; \quad a_{02} = \sum_{i=1}^s a_2^{(i)} l_i^2;$$

and in general that

$$a_{pq} = \sum_{i=1}^s a_{p+q}^{(i)} k_i^p l_i^q.$$

Denoting by a_{pq} the mean value of $a_{p+q}^{(i)} k_i^p l_i^q$ for all the error-sources we have

$$(29) \quad \begin{aligned} a_{20} &= s \bar{a}_{20}; & a_{11} &= s \bar{a}_{11}; & a_{02} &= s \bar{a}_{02} \\ a_{30} &= s \bar{a}_{30}; & a_{21} &= s \bar{a}_{21}; & a_{12} &= s \bar{a}_{12}; & a_{03} &= s \bar{a}_{03} \\ a_{40} &= s \bar{a}_{40}; & a_{31} &= s \bar{a}_{31}; & a_{22} &= s \bar{a}_{22}; & a_{13} &= s \bar{a}_{13}; & a_{04} &= s \bar{a}_{04}. \end{aligned}$$

etc.

By equation (28) we find that

$$\begin{aligned}
& [3]A_{30} = -a_{30}; [2]A_{21} = -a_{21}; [2]A_{12} = -a_{12}; [3]A_{03} = -a_{03}; [4]A_{40} = a_{40}; [3]A_{31} = a_{31}; [2][2]A_{22} = a_{22}; \\
& [3]A_{13} = a_{13}; [4]A_{04} = a_{04}; [5]A_{50} = -a_{50}; [4]A_{41} = -a_{41}; [3][2]A_{32} = -a_{32}; [2][3]A_{23} = -a_{23}; [4]A_{14} = -a_{14}; \\
& [5]A_{05} = -a_{05}; [6]A_{60} = a_{60} + 10a_{30}^2; [5]A_{51} = a_{51} + 10a_{30}a_{21}; [4][2]A_{42} = a_{42} + 4a_{30}a_{12} + 6a_{21}^2; [3][3]A_{33} = \\
& = a_{33} + a_{30}a_{03} + 9a_{21}a_{12}; [2][4]A_{24} = a_{24} + 4a_{30}a_{21} + 6a_{12}^2; [5]A_{15} = a_{15} + 10a_{03}a_{12}; [6]A_{06} = a_{06} + 10a_{03}^2.
\end{aligned}$$

As now the β -characteristics are defined by

$$j_{pq} = \frac{A_{pq}}{\bar{a}_1^p \bar{a}_2^q},$$

we find that, putting

$$\frac{\bar{a}_{pq}}{\bar{a}_1^p \bar{a}_2^q} = \gamma_{pq} \underline{p|q},$$

we have

$$\begin{aligned}
\text{for } p+q=3 \quad j_{pq} &= \bar{\gamma}_{pq} \frac{1}{\sqrt{s}} \\
\text{, } p+q=4 \quad j_{pq} &= \gamma_{pq} \frac{1}{s} \\
\text{» } p+q=5 \quad j_{pq} &= \gamma_{pq} \frac{1}{s\sqrt{s}} \\
\text{» } p+q=6 \quad j_{60} &= \gamma_{60} \frac{1}{s^2} + \frac{1}{s} \frac{1}{2} \bar{\gamma}_{30}^2, \\
j_{51} &= \gamma_{51} \frac{1}{s^2} + \frac{1}{s} \gamma_{30} \gamma_{21}, \\
j_{42} &= \gamma_{42} \frac{1}{s^3} + \frac{1}{s} \left(\gamma_{30} \gamma_{12} + \frac{1}{2} \bar{\gamma}_{21}^2 \right), \\
j_{53} &= \gamma_{53} \frac{1}{s^2} + \frac{1}{s} (\gamma_{30} \gamma_{03} + \gamma_{21} \gamma_{12}), \\
j_{21} &= \gamma_{24} \frac{1}{s^2} + \frac{1}{s} \left(\gamma_{03} \gamma_{21} + \frac{1}{2} \bar{\gamma}_{12}^2 \right), \\
j_{15} &= \gamma_{15} \frac{1}{s^2} + \frac{1}{s} \gamma_{03} \gamma_{12}, \\
j_{06} &= \gamma_{06} \frac{1}{s^2} + \frac{1}{s} \frac{1}{2} \gamma_{03}^2.
\end{aligned}$$

In the following we shall now have to consider two different cases. The quantities a_{pq} are the sums of the quantities $a_{p+q}^{(i)} k_i^p l_i^q$. For them all to be of the order of unity $a_{p+q}^{(i)}$ would generally have to be of the order $\frac{1}{s}$, which would not prevent some few of the quantities from being of a larger order. Then we should find that the coefficients

$$\sqrt[p+q]{\gamma_{p+q}^{(i)}} = \frac{\alpha_{p+q}^{(i)}}{\alpha_2^{(i)p+q}},$$

which measure the skewness and excess of the error distribution within the source Q_i , would have to be of the order $s^{\frac{p+q}{2}-1}$.

Now this is not impossible. We shall here give an example.

If we assume that the x_i are discontinuous and may be written $x_i = \varepsilon_i u_i$ where ε_i is a constant and u_i any integer, and if we further assume that $f_i(x_i)$ is given by the POISSON limit to the point binomial

$$\varepsilon_i f_i(u_i \varepsilon_i) = e^{-\lambda^{(i)}} \frac{\lambda^{(i)u_i}}{u_i!},$$

it may be shown that

$$\alpha_2^{(i)} = \lambda^{(i)} \varepsilon_i^2; \alpha_3^{(i)} = \lambda^{(i)} \varepsilon_i^3; \alpha_4^{(i)} = \lambda^{(i)} \varepsilon_i^4; \text{ etc.}$$

and thus

$$\sqrt[p+q]{\gamma_{p+q}^{(i)}} = \left(\frac{1}{\sqrt{\lambda^{(i)}}} \right)^{p+q-2}.$$

As $\alpha_2^{(i)} = \lambda^{(i)} \varepsilon_i^2$ can at most be of the order $\frac{1}{s}$ we should find, assuming ε_i to be not very small, $\gamma_{p+q}^{(i)}$ to be of the order $s^{\frac{p+q}{2}-1}$.

In such a case it is easily seen that *the β_{p+q} may all be of the same order of magnitude, or at least that their magnitudes do not decrease with increasing number of error sources.*

Indeed, if $\gamma_{p+q}^{(i)}$ for any $p+q$ are in all the sources of the same order of magnitude, it may be seen that γ_{p+q} will be of the same order. Thus γ_{p+q} should be of the order of $s^{\frac{p+q}{2}-1}$, and consequently the characteristics should be of the order of unity. Or at least they do not disappear if s be taken infinitely great. In such a case, however, the arrangement may well be such that for other reasons than the greatness of s the β_{p+q} fall off in magnitude when $p+q$ is taken greater and greater, but then there is not the least necessity to suppose that β_{p+q}^2 for $p+q=4$ and 6 are of the same order of magnitude as β_{p+q}^2 for $p+q=3$. On the contrary, when A -correlation does arise from such an arrangement of the elementary errors, we should be justified in breaking off the series with the terms for which $p+q=4$. Really, in practice, the excess has often been found to be of the same order as the skewness, not as the square of the skewness.

The other case to be regarded is the one where the skewness and excess of the error distributions are thought to be of an order of magnitude that is the same whether

s be great or small. Then the $\gamma_{p+q}^{(i)} = \frac{a_{p+q}^{(i)}}{a_2^{(i)^{\frac{p+q}{2}}}} \frac{1}{p+q}$ are independent of s . As $a_2^{(i)}$

must, however, be small of the order $\frac{1}{s}$ the $a_{p+q}^{(i)}$ for $p+q > 2$ must necessarily be of a still smaller order of magnitude. Then the coefficients a_{pq} must be of the order of unity only in case $p+q=2$; when $p+q > 2$ they must (due regard being had to their higher dimensions) be of a smaller order. If the $\gamma_{p+q}^{(i)}$ are on the whole of the same order for any assigned value of $p+q$ we should expect $\bar{\gamma}_{pq}$ to differ only by a constant factor from their mean. Then $\bar{\gamma}_{pq}$ is also independent of s and we should find

$$\begin{aligned} \text{when } p+q=3 & \quad \beta_{pq} \text{ of the order } \frac{1}{\sqrt{s}} \\ \text{'' } p+q=4 & \quad \beta_{pq} \text{ '' } \frac{1}{s} \\ \text{'' } p+q=6 & \quad \beta_{pq} \text{ '' '' '' } \frac{1}{s} \end{aligned}$$

and when $p+q=5$ or greater than 6, β_{pq} of a smaller order than $\frac{1}{s^{3/2}}$.

In order to obtain an approximation of the order $\frac{1}{s}$ we should have to include also the terms multiplied by β_{pq} for $p+q=6$. We need not, however, use the whole of these terms. Indeed we only have to put

$$\begin{aligned} \beta_{03} &= \frac{\beta_{30}^2}{2}, \\ \beta_{31} &= \beta_{30} \beta_{21}, \\ \beta_{42} &= \beta_{30} \beta_{12} + \frac{1}{2} \beta_{21}^2, \\ \beta_{33} &= \beta_{30} \beta_{03} + \beta_{21} \beta_{12}, \\ \beta_{24} &= \beta_{03} \beta_{21} + \frac{1}{2} \beta_{12}^2, \\ \beta_{15} &= \beta_{03} \beta_{12}, \\ \beta_{06} &= \frac{\beta_{03}^2}{2}. \end{aligned} \tag{31}$$

Hence, even in this case we need take into account only the first four orders of moments.

In (B) therefore we have to make $i+j=3, 4, 6$, and for the β_{ij} for $i+j=6$ to insert the values (31).

To decide whether we shall have recourse to the one or to the other kind of approximation we propose to use the following rule, which really is only provisional

and should always be tested by constructing the curves for the marginal frequencies by aid of (C).

I. When the characteristics of the fourth order are of the same order of magnitude as the characteristics of the third order we break off by the terms multiplied by β_{ij} for $i+j=4$.

II. When the characteristics of the fourth order are of the same order of magnitude as the squares and products of the characteristics of the third order we include also the terms multiplied by the coefficients (31).

Now, naturally, with either sort of approximation the A -function will give an adequate description of the correlation function only within a limited domain of the x,y -plane. Generally this domain will be found to extend over 3 times the dispersions to either side of the mean.

Probably both kinds of arrangement leading to approximations I and II may occur in nature. From one point of view, however, I am inclined to regard I as the general rule. Considerations which lead to case II, i. e. cases where the error-sources have probability functions whose anormality does not depend on the number s of sources, must lead to the conclusion that if s be infinitely great the correlation must be normal. Consequently if such an arrangement occurred a case of skew correlation could not be consistent with an assumption of s as infinite. But I think that the fact that the observed correlation is skew forms no obstacle to this assumption. Clearly there can be no limit to the number of ways in which any finite number of sources may be subdivided; and as the theory requires the sources to be independent of each other, we must have recourse to these divisions. For instance, if two definite sources are dependent on each other, this dependence may be considered as being due to the fact that a part of their error impulses have a common cause. If then the part of the errors having this common cause be taken away from both sources and attributed to this cause as a special source, we have three sources instead of the two previously recognized. If these subdivisions are carried on far enough *the sources will be very great in number but will become to a greater extent independent of each other.* Clearly this method of reasoning depends on our regarding the errors produced by any definite source of finite influence as being in their turn the effects of a summation of a number of sub-sources. And this is the consequence of our conception of the interdependence of two definite sources as caused by some sub-sources being common to them. In my opinion the assumption of independent causes must generally lead to our making divisions terminating in an infinite or very great number of sub-sources.

But if sources are assumed to be infinite in number their error distributions must be infinitely skew in order that a skew correlation surface may result, because, as the a_{pq} are then given by observation and some of them are not very small, the $a_{p+q}^{(i)}$ must be of the order $\frac{1}{s}$, and some of the coefficients of skewness and excess within the sources, $\frac{a_{p+q}^{(i)}}{a_2^{(i) \frac{p+q}{2}}}$, are then of the order $s^{\frac{p+q}{2}-1}$, as in the case of the POISSON limit.

(7) *The regression of the means.* The mean of the ξ :s in a r -array are given by

$$\bar{\xi}_\eta = \int_{-\infty}^{\infty} d\xi F(\xi, \eta) \xi : \int_{-\infty}^{\infty} d\xi F(\xi, \eta).$$

Thus, in cases of correlation of type *A*, we have

$$\bar{\xi}_\eta = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} d\xi \cdot \xi \left[q_0(\xi, \eta) + \sum_{i+j \geq 3} \beta_{ij} \frac{\partial^{i+j} q_0(\xi, \eta)}{\partial \xi^i \partial \eta^j} \right]}{\int_{-\infty}^{\infty} d\xi \left[q_0(\xi, \eta) + \sum_{i+j \geq 3} \beta_{ij} \frac{\partial^{i+j} q_0(\xi, \eta)}{\partial \xi^i \partial \eta^j} \right]}$$

Hence, by the definition of the symbols $I_{ij}^{(1)}$ and $I_{ij}^{(0)}$ we find

$$\bar{\xi}_\eta = \frac{I_{00}^{(1)} + \beta_{03} I_{03}^{(1)} + \beta_{12} I_{12}^{(1)} + \beta_{04} I_{04}^{(1)} + \beta_{13} I_{13}^{(1)} + \dots}{I_{00}^{(0)} + \beta_{03} I_{03}^{(0)} + \beta_{04} I_{04}^{(0)} + \dots},$$

which by aid of system I, II gives

$$(32) \quad \bar{\xi}_\eta = \frac{r\eta - r\beta_{03}R_4(\eta) - \beta_{12}R_2(\eta) - r\beta_{04}R_5(\eta) - \beta_{13}R_3(\eta) \dots}{1 + \beta_{03}R_3(\eta) + \beta_{04}R_4(\eta) + \dots}.$$

This is the exact formula of regression of the mean of ξ on η . *Mutatis mutandis* it gives also the regression of η on ξ .

Utilising the conclusions arrived at in paragraph (6) we are led to the following regression formulae:

Case I. Correct to the fourth order.

$$(32^*) \text{ I} \quad \bar{\xi}_\eta = \frac{r\eta - r\beta_{03}R_4(\eta) - \beta_{12}R_2(\eta) - r\beta_{04}R_5(\eta) - \beta_{13}R_3(\eta)}{1 + \beta_{03}R_3(\eta) + \beta_{04}R_4(\eta)}$$

Case II. Correct to the fourth order.

$$(32^*) \text{ II} \quad \bar{\xi}_\eta = \frac{r\eta - r\beta_{03}R_4(\eta) - \beta_{12}R_2(\eta) - r\beta_{04}R_5(\eta) - \beta_{13}R_3(\eta) - \frac{1}{2}\beta_{03}^2R_7(\eta) - \beta_{03}\beta_{12}R_5(\eta)}{1 + \beta_{03}R_3(\eta) + \beta_{04}R_4(\eta) + \frac{1}{2}\beta_{03}^2R_6(\eta)}$$

Mutatis mutandis the formulae are valid also for r_{ξ} .

The regression curves (32*) I, II may be directly constructed. When the characteristics $\sigma_1, \sigma_2, r, \beta_{30}, \beta_{21}, \beta_{12}, \beta_{03}, \beta_{40}, \beta_{31}, \beta_{13}, \beta_{04}$, are found, each term in the numerator, as well as in the denominator, may be rapidly computed if we have a short table of the polynoms $R_i(\eta)$. Of course both numerator and denominator may be

transformed by arranging the terms in powers of η by the aid of equations (7). Then no tables are required for the computation. Some work will however be spared by using a table. We give here a short table which is quite sufficient for the construction of the regression curves. Any required values of ξ_η for an assigned argument r_{η} may then be found graphically or by interpolation.

η	$R_2(\eta)$	$R_3(\eta)$	$R_4(\eta)$	$R_5(\eta)$	$R_6(\eta)$	$R_7(\eta)$	$R_8(\eta)$
-3,5	+ 11,2500	+ 32,3750	+ 79,5625	+ 148,9688	+ 123,5781	- 461,2891	- 2479,5538
-3,0	+ 8,0000	+ 18,0000	+ 30,0000	+ 18,0000	- 96,0000	- 396,0000	- 516,0000
-2,5	+ 5,2500	+ 8,1250	+ 4,5625	- 21,0938	- 75,5469	- 62,3047	+ 373,0664
-2,0	+ 3,0000	+ 2,0000	- 5,0000	- 18,0000	- 11,0000	+ 86,0000	+ 249,0000
-1,5	+ 1,2500	- 1,1250	- 5,4375	- 3,6563	+ 21,7031	+ 54,4922	- 70,1835
-1,0	- 0,0000	- 2,0000	- 2,0000	+ 6,0000	+ 16,0000	- 20,0000	- 132,0000
-0,5	- 0,7500	- 1,3750	+ 1,5625	+ 6,2813	- 4,6719	- 40,0234	+ 12,6914
$\pm 0,0$	- 1,0000	0,0000	+ 3,0000	0,0000	- 15,0000	0,0000	+ 105,0000
+ 0,5	- 0,7500	+ 1,3750	+ 1,5625	- 6,2813	- 4,6719	+ 40,0234	+ 12,6914
+ 1,0	- 0,0000	+ 2,0000	- 2,0000	- 6,0000	+ 16,0000	+ 20,0000	- 132,0000
+ 1,5	+ 1,2500	+ 1,1250	- 5,4375	+ 3,6563	+ 21,7031	- 54,4922	- 70,1835
+ 2,0	+ 3,0000	- 2,0000	- 5,0000	+ 18,0000	- 11,0000	- 86,0000	+ 249,0000
+ 2,5	+ 5,2500	- 8,1250	+ 4,5625	+ 21,0938	- 75,5469	+ 62,3047	+ 373,0664
+ 3,0	+ 8,0000	- 18,0000	+ 30,0000	- 18,0000	- 96,0000	+ 396,0000	- 516,0000
+ 3,5	+ 11,2500	- 32,3750	+ 79,5625	- 148,9688	+ 123,5781	+ 461,2891	- 2479,5588

The table has been confined to the interval $\eta = -3,5$ to $\eta = +3,5$. It will very seldom be of any use to construct the regression curves further than to 3,5 times the dispersion reckoned from the mean. Generally, when the correlation is moderately skew, some 10000 observations should be required in order that the domain of variation of more than the distance $3,5 \sigma$ from the mean may contain 5 individuals. In addition the number of terms included in the formulae will generally not be enough to give a sufficient degree of approximation when $|\eta| > 3,5$.

However, when the correlation is not very considerably skew formulae I and II may be written in other forms that are somewhat easier to handle numerically. If the denominator be inverted and transformed into a series in powers of $\beta_{03}R_3(\eta) + \beta_{04}R_4(\eta) + \text{etc.}$ this series will be convergent so long as the denominator does not become zero or exceed 2.

The range within which this convergence takes place for different values of β_{03} and β_{04} will be the following:

$$\begin{aligned}
 & \text{for } |\beta_{03}| = 0,02; |\beta_{04}| = 0,02 \text{ when } |\eta| < 3,0 \text{ case I} \\
 & \gg |\beta_{03}| = 0,06; |\beta_{04}| = 0,06 \quad \gg \quad |\eta| < 2,5 \quad \gg \quad \text{I} \\
 & \gg |\beta_{03}| = 0,10; |\beta_{04}| = 0,01 \quad \gg \quad |\eta| < 2,4 \quad \gg \quad \text{II} \\
 & \gg |\beta_{03}| = 0,17; |\beta_{04}| = 0,03 \quad \gg \quad |\eta| < 2,1 \quad \gg \quad \text{II} \\
 & \gg |\beta_{03}| = 0,12; |\beta_{04}| = 0,12 \quad \gg \quad |\eta| < 2,0 \quad \gg \quad \text{I}
 \end{aligned}$$

But both in case I and in case II we have already neglected terms whose coefficients are of a smaller order of magnitude than β_{04} . Thus in expanding the denominator we should have to neglect such terms. Hence we have to put:

In formula I

$$(33) \text{ I} \quad \frac{1}{1 + \beta_{03} R_3(r) + \beta_{04} R_4(r)} = 1 - \beta_{03} R_3(r) - \beta_{04} R_4(r).$$

In formula II

$$(33) \text{ II} \quad \frac{1}{1 + \beta_{03} R_3(r) + \beta_{04} R_4(r) + \frac{1}{2} \beta_{03}^2 R_6(r)} = 1 - \beta_{03} R_3(r) - \beta_{04} R_4(r) - \frac{1}{2} \beta_{03}^2 R_6(r) + \beta_{03}^2 R_3^2(r).$$

Now these expressions will not give a good approximation at the extremes of the above ranges. As we may well deem the approximation to be very good if, say, the first term neglected does not amount to more than one fifth of the last term included, we obtain the following ranges within which our formulae (33) may be used with perfect safety.

Case I. Range for which $|\beta_{03} R_3(r) + \beta_{04} R_4(r)| < 0,2$

$$\begin{array}{ll} |\beta_{03}| = |\beta_{04}| = 0,002 & |r| < 3,5 \\ |\beta_{03}| = |\beta_{04}| = 0,004 & |r| < 3,0 \\ |\beta_{03}| = |\beta_{04}| = 0,015 & |r| < 2,5 \\ |\beta_{03}| = |\beta_{04}| = 0,030 & |r| < 2,0. \end{array}$$

In this case the greatest error to be feared is that produced by multiplying by 0,8 instead of by 0,84.

Case II. Range for which $|2\beta_{03}\beta_{04} R_3(r) R_4(r) + \beta_{03}^2 R_3(r) [R_6(r) - R_3^2(r)]| < 0,2 |\beta_{04} R_4(r) + \frac{1}{2} \beta_{03}^2 [R_6(r) - 2R_3^2(r)]|$.

$$\begin{array}{lll} |\beta_{03}| = 0,006 & |\beta_{04}| = 0,0000 & |r| < 3,5 \\ |\beta_{03}| = 0,010 & |\beta_{04}| = 0,0001 & |r| < 3,0 \\ |\beta_{03}| = 0,017 & |\beta_{04}| = 0,0003 & |r| < 2,5 \\ |\beta_{03}| = 0,058 & |\beta_{04}| = 0,0034 & |r| < 2,0. \end{array}$$

Here, however, the restriction that the quantities neglected shall amount to only 0,2 of the smallest quantities included is at times unnecessarily punctilious. A positive sign of β_{04} will also have the effect of improving the convergence. On the whole the ranges may often be considerably greater than those given above, or, the range being fixed, the magnitude of β_{03} may be allowed to be greater.

If now the forms (33) are used for the denominators in (I) and (II) and the factors are multiplied, we shall again have to neglect terms of lower order than those contained in the factors.

The resulting expressions will be much simplified by arranging the terms according to powers of r . *It will be found that in this case the regression will be cubic.* The

fourth and higher powers of r will have coefficients of an order already neglected. The result will be the following: Introducing the notations

$$(34) \quad \begin{aligned} r_{30} &= \beta_{21} - 3r\beta_{30}; & r_{40} &= \beta_{31} - 4r\beta_{40}; \\ r_{03} &= \beta_{12} - 3r\beta_{03}; & r_{04} &= \beta_{13} - 4r\beta_{04}, \end{aligned}$$

we find

$$(34^*) \text{ I} \quad \begin{aligned} \xi_{\eta} &= r_{03} + \eta(r - 3r_{04}) - \eta^2 r_{03} + \eta^3 r_{04}, \\ \eta_{\xi} &= r_{30} + \xi(r - 3r_{40}) - \xi^2 r_{30} + \xi^3 r_{40}; \end{aligned}$$

$$(34^*) \text{ II} \quad \begin{aligned} \xi_{\eta} &= r_{03} + \eta[r - 3(r_{04} - 4\beta_{03}r_{03})] - \eta^2 r_{03} + \eta^3(r_{04} - 6\beta_{03}r_{03}), \\ \eta_{\xi} &= r_{30} + \xi[r - 3(r_{40} - 4\beta_{30}r_{30})] - \xi^2 r_{30} + \xi^3(r_{40} - 6\beta_{30}r_{30}). \end{aligned}$$

These are the regression formulae for moderately skew correlation. Their range of applicability will as a rule amount to some 2 or 3 times the dispersions on either side of the mean. When the correlation is considerably anormal we had better use the original forms (32*) (I) and (II). Compare, however, the discussion of the numerical examples.

The coefficients $r_{30}, r_{03}; r_{40}, r_{04}$, which must disappear when the regression is linear, we shall call the *correlation coefficients of the third and fourth order*.

Expressed in the variates observed we have

$$(35) \text{ I} \quad \begin{aligned} x_y - m_1 &= \sigma_1 r_{03} + (y - m_2) \frac{\sigma_1}{\sigma_2} (r - 3r_{04}) - (y - m_2)^2 \frac{\sigma_1}{\sigma_2^2} r_{03} + (y - m_2)^3 \frac{\sigma_1}{\sigma_2^3} r_{04}, \\ y_x - m_2 &= \sigma_2 r_{30} + (x - m_1) \frac{\sigma_2}{\sigma_1} (r - 3r_{40}) - (x - m_1)^2 \frac{\sigma_2}{\sigma_1^2} r_{30} + (x - m_1)^3 \frac{\sigma_2}{\sigma_1^3} r_{40}; \end{aligned}$$

$$(35) \text{ II} \quad \begin{aligned} x_y - m_1 &= \sigma_1 r_{03} + (y - m_2) \frac{\sigma_1}{\sigma_2} [r - 3(r_{04} - 4\beta_{03}r_{03})] - (y - m_2)^2 \frac{\sigma_1}{\sigma_2^2} r_{03} + (y - m_2)^3 \frac{\sigma_1}{\sigma_2^3} (r_{04} - 6\beta_{03}r_{03}), \\ y_x - m_2 &= \sigma_2 r_{30} + (x - m_1) \frac{\sigma_2}{\sigma_1} [r - 3(r_{40} - 4\beta_{30}r_{30})] - (x - m_1)^2 \frac{\sigma_2}{\sigma_1^2} r_{30} + (x - m_1)^3 \frac{\sigma_2}{\sigma_1^3} (r_{40} - 6\beta_{30}r_{30}). \end{aligned}$$

To test the formulae we may make use of the following method. First we remember that

$$(36) \quad \begin{aligned} \int_{-\infty}^{\infty} F_2(r) dr &= 1; & \int_{-\infty}^{\infty} r F_2(r) dr &= 0; & \int_{-\infty}^{\infty} r^2 F_2(r) dr &= 1; \\ \int_{-\infty}^{\infty} r^3 F_2(r) dr &= -6\beta_{03}; & \int_{-\infty}^{\infty} r^4 F_2(r) dr &= 24\beta_{04} + 3, \end{aligned}$$

and further

(36*)

$$\int_{-\infty}^{\infty} \bar{\xi}_\eta F_2(r) dr = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \xi F(\xi, r) d\xi dr = 0;$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \bar{\xi}_\eta r F_2(r) dr = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \xi r F(\xi, r) d\xi dr = r.$$

Multiplying (34*) by $F_2(r)dr$ and $rF_2(r)dr$ respectively and integrating we find

I. $0 = r_{03} - r_{03} + \text{terms of order neglected,}$
 $r = r - 3r_{01} + 3r_{04} + \text{terms of order neglected;}$

II. $0 = r_{03} - r_{03} + \text{terms of order neglected,}$
 $r = r - 3r_{04} + 12\beta_{03}r_{03} + 6\beta_{03}r_{03} + 3r_{04} - 18\beta_{03}r_{03} + \text{terms of order neglected.}$

(8) *The curves of scedasticity or regression of the characteristics of the second order.*
 The moments of the second order of the ξ :s in an r -array are given by

$$v'_2(\xi)_r = \int_{-\infty}^{\infty} \xi^2 F(\xi, r) d\xi : \int_{-\infty}^{\infty} F(\xi, r) d\xi.$$

The moment about the mean $\bar{\xi}_r$ of the array will then be

$$v_2(\xi)_r = v'_2(\xi)_r - \bar{\xi}_r^2.$$

We clearly have

(37)
$$v'_2(\xi)_r = \frac{I_{00}^{(2)} + \beta_{03}I_{03}^{(2)} + \beta_{12}I_{12}^{(2)} + \beta_{21}I_{21}^{(2)} + \beta_{04}I_{04}^{(2)} + \beta_{13}I_{13}^{(2)} + \beta_{22}I_{22}^{(2)} + \dots}{I_{00}^{(0)} + \beta_{03}I_{03}^{(0)} + \beta_{04}I_{04}^{(0)} + \dots}$$

This gives for our two cases according to systems I, III p. 14

(37*) I
$$v'_2(\xi)_r = [1 + r^2R_2(r) + \beta_{03}(R_3(r) + r^2R_5(r)) + \beta_{04}(R_4(r) + r^2R_6(r)) + 2\beta_{12}rR_3(r) + 2\beta_{13}rR_4(r) + 2\beta_{21}R_1(r) + 2\beta_{22}R_2(r)] : [1 + \beta_{03}R_3(r) + \beta_{04}R_4(r)];$$

(37*) II
$$v'_2(\xi)_r = [1 + r^2R_2(r) + \beta_{03}(R_3(r) + r^2R_5(r)) + \beta_{04}(R_4(r) + r^2R_6(r)) + 2\beta_{12}rR_3(r) + 2\beta_{13}rR_4(r) + 2\beta_{21}R_1(r) + 2\beta_{22}R_2(r) + \frac{1}{2}\beta_{03}^2(R_6(r) + r^2R_8(r)) + 2\beta_{03}\beta_{12}rR_6(r) + 2(\beta_{03}\beta_{21} + \frac{1}{2}\beta_{12}^2)R_4(r)] : [1 + \beta_{03}R_3(r) + \beta_{04}R_4(r) + \frac{1}{2}\beta_{03}^2R_6(r)].$$

If $\nu'_2(\xi)_\eta$ be computed by the aid of the tables of $R_i(r)$ and ξ_η^2 be subtracted we may construct the curves of scedasticity. The curve will be applicable within the whole range where the A -function is applicable.

Within the ranges discussed in the preceding paragraph the form (33) for the denominators may be used. Hence, neglecting quantities of an order already disregarded, and arranging according to powers of r , we find, writing the additions to be made in case II within square brackets,

$$(38) \text{ I and [II]} \quad \nu'_2(\xi)_\eta = 1 - r^2 - 2\beta_{22} + 6r\beta_{13} - 12r^2\beta_{04} + [3\beta_{12}^2 + 6\beta_{03}\beta_{21} - 30r\beta_{03}\beta_{12} + 45r^2\beta_{03}^2] - \\ - r(2\beta_{21} - 6r\beta_{12} + 12r^2\beta_{03}) + \\ + r^2(r^2 + 2\beta_{22} - 12r\beta_{13} + 36r^2\beta_{04} - [6\beta_{12}^2 + 6\beta_{03}\beta_{21} - 72r\beta_{03} + \beta_{12}144r^2\beta_{03}^2]) - \\ - r^3(2r\beta_{12} - 6r^2\beta_{03}) + \\ + r^4(2r\beta_{13} - 8r^2\beta_{04} + [\beta_{12}^2 - 18r\beta_{03}\beta_{12} + 45r^2\beta_{03}^2])$$

But from (34*) we conclude that

$$\xi_\eta^2 - [r\beta_{12}^2 - 6r\beta_{12}\beta_{03} + 9r^2\beta_{03}^2] + \\ + r(2r\beta_{12} - 6r^2\beta_{03}) + \\ + r^2(r^2 - 6r\beta_{13} + 24r^2\beta_{04} - [2\beta_{12}^2 - 36r\beta_{03}\beta_{12} + 90r^2\beta_{03}^2]) - \\ - r^3(2r\beta_{12} - 6r^2\beta_{03}) \\ + r^4(2r\beta_{13} - 8r^2\beta_{04} + [\beta_{12}^2 - 18r\beta_{03}\beta_{12} + 45r^2\beta_{03}^2]).$$

Hence, it follows that

$$(40) \text{ I} \quad \nu_2(\xi)_\eta = \sigma_\eta^2(\xi) = 1 - r^2 - 2\beta_{22} + 6r\beta_{13} - 12r^2\beta_{04} \\ - r(2\beta_{21} - 4r\beta_{12} + 6r^2\beta_{03}) \\ + r^2(2\beta_{22} - 6r\beta_{13} + 12r^2\beta_{04}).$$

$$(40) \text{ II} \quad \nu_2(\xi)_\eta = \sigma_\eta^2(\xi) = 1 - r^2 - 2\beta_{22} + 6r\beta_{13} - 12r^2\beta_{04} + 2\beta_{12}^2 + 6\beta_{03}\beta_{21} - 24r\beta_{03}\beta_{12} + 36r^2\beta_{03}^2 - \\ - r(2\beta_{21} - 4r\beta_{12} + 6r^2\beta_{03}) + \\ + r^2(2\beta_{22} - 6r\beta_{13} + 12r^2\beta_{04} - 4\beta_{12}^2 - 6\beta_{03}\beta_{21} + 36r\beta_{03}\beta_{12} - 54r^2\beta_{03}^2).$$

In both cases the higher powers of η have coefficients that are of an order already neglected. *Thus the curves of scedasticity in an approximation to the fourth order will be parabolic.*

Formula (38) may be checked in the same manner as in the preceding paragraph if we remember that

$$(41) \quad \int_{-\infty}^{\infty} \nu'_2(\xi)_\eta F_2(r) d r = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \xi^2 F(\xi, r) d \xi d r = 1; \\ \int_{-\infty}^{\infty} r \nu'_2(\xi)_\eta F_2(r) d r = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \xi^2 r F(\xi, \eta) d \xi d \eta = -2\beta_{21}.$$

The result will be found satisfactory.

If we write the indices backwards and interchange η and ξ the formulae (40) will give also the value of $\sigma_{\xi}^2(\eta)$ and thus the curve of seedasticity of η on ξ .

In the following the formulae of the regression of the moments of the third and fourth order in the arrays will be deduced. On account of the complexity of the algebraic developments only case I will be regarded. It will be found that in the same approximation as before the characteristics of the third order will have *linear regression*, and the characteristics of the fourth order will have *no regression* at all but have a constant value in all the arrays. The same result will hold for case II. It will also be supposed, when nothing is stated to the contrary, that $1 - r^2$ is a quantity that is not very small (of the order of magnitude of the β_{ij}).

(9) *The regression of the characteristics of the third order.*

Here we have

$$\nu'_3(\xi)\eta = \int_{-\infty}^{\infty} \xi^3 F(\xi, \eta) d\xi : \int_{-\infty}^{\infty} F(\xi, \eta) d\xi,$$

and further

$$(42) \quad \nu_3(\xi)\eta = \nu'_3(\xi)\eta - 3\sigma_{\eta}^2(\xi) \cdot \xi\eta - \xi\eta^3.$$

We find

$$\nu'_3(\xi)\eta = \frac{I_{00}^{(3)} + \beta_{03} I_{03}^{(3)} + \beta_{12} I_{12}^{(3)} + \beta_{21} I_{21}^{(3)} + \beta_{30} I_{30}^{(3)} + \beta_{04} I_{04}^{(3)} + \beta_{13} I_{13}^{(3)} + \beta_{22} I_{22}^{(3)} + \beta_{31} I_{31}^{(3)} + \dots}{I_{00}^{(0)} + \beta_{03} I_{03}^{(0)} + \beta_{04} I_{04}^{(0)} + \dots}.$$

This leads to the formula

$$(43) \quad \begin{aligned} \nu'_3(\xi)\eta = & [-3rR_1(\eta) - r^3R_3(\eta) - \beta_{03}(3rR_4(\eta) + r^3R_6(\eta)) - \beta_{04}(3rR_5(\eta) + r^3R_7(\eta)) - \\ & - 3\beta_{12}(R_2(\eta) + r^2R_4(\eta)) - 3\beta_{13}(R_3(\eta) + r^2R_5(\eta)) - 6r\beta_{21}R_2(\eta) - 6r\beta_{22}R_3(\eta) - \\ & - 6\beta_{30} - 6\beta_{31}R_1(\eta)] : [1 + \beta_{03}R_3(\eta) + \beta_{04}R_4(\eta)]. \end{aligned}$$

In case II the terms $-\frac{1}{2}\beta_{03}^2(3rR_7(\eta) + r^3R_9(\eta)) - 3\beta_{03}\beta_{12}(R_5(\eta) + r^3R_7(\eta)) - 6\left(\beta_{03}\beta_{21} + \frac{1}{2}\beta_{12}^2\right)rR_5(\eta) - 6(\beta_{30}\beta_{03} + \beta_{12}\beta_{21})R_3(\eta)$ should be added to the numerator and the term $+\frac{1}{2}\beta_{03}^2R_6(\eta)$ to the denominator.

Developing the denominator and arranging in powers of r we obtain

$$(44) \quad \begin{aligned} \nu'_3(\xi)\eta = & -(6\beta_{30} - 3\beta_{12} - 6r\beta_{21} + 9r\beta_{03} + 9r^2\beta_{12} - 15r^3\beta_{03}) + \\ & + \eta(3r + 6\beta_{31} - 3r^3 - 9\beta_{13} - 18r\beta_{22} + 36r\beta_{04} + 45r^2\beta_{13} - 96r^3\beta_{04}) - \\ & - \eta^2(3\beta_{12} + 6r\beta_{21} - 9r\beta_{03} - 18r^2\beta_{12} + 36r^3\beta_{03}) + \\ & + \eta^3(r^3 + 3\beta_{13} + 6r\beta_{22} - 12r\beta_{04} - 30r^2\beta_{13} + 84r^3\beta_{04}) - \\ & - \eta^4(3r^2\beta_{12} - 9r^3\beta_{03}) + \\ & + \eta^5(3r^2\beta_{13} - 12r^3\beta_{04}). \end{aligned}$$

To check we have as before to multiply by $F_2(\eta) d\eta$ and $\eta F_2(\eta) d\eta$ and integrate. If we remember that

$$(45) \quad \int_{-\infty}^{\infty} \nu'_3(\xi)_\eta F_2(\eta) d\eta = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \xi^3 F(\xi, \eta) d\xi d\eta = -6\beta_{30};$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \eta \nu'_3(\xi)_\eta F_2(\eta) d\eta = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \xi^3 \eta F(\xi, \eta) d\xi d\eta = 6\beta_{31} + 3r$$

the result will be found satisfactory.

Now we have from the preceding formulae

$$\begin{aligned} \sigma_\eta^2(\xi) \cdot \xi_\eta &= \beta_{12} - 3r\beta_{03} - r^2\beta_{12} + 3r^3\beta_{03} + \\ &+ \eta(r - r^3 - 3\beta_{13} - 2r\beta_{22} + 12r\beta_{04} + 9r^2\beta_{13} - 24r^3\beta_{04}) - \\ &- \eta^2(\beta_{12} + 2r\beta_{21} - 3r\beta_{03} - 5r^3\beta_{12} + 9r^3\beta_{03}) + \\ &+ \eta^3(\beta_{13} + 2r\beta_{22} - 4r\beta_{04} - 7r^2\beta_{13} + 16r^2\beta_{04}), \end{aligned}$$

and

$$\begin{aligned} \xi_\eta^3 &= \eta^2(3r^2\beta_{12} - 9r^3\beta_{03}) + \\ &+ \eta^3(r^3 - 9r^2\beta_{13} + 36r^3\beta_{04}) - \\ &- \eta^4(3r^2\beta_{12} - 9r^3\beta_{03}) + \\ &+ \eta^5(3r^2\beta_{13} - 12r^3\beta_{04}). \end{aligned}$$

Thus, according to (42)

$$(46) \quad \begin{aligned} \nu_3(\xi)_\eta &= -6\beta_{30} + 6r\beta_{21} - 6r^2\beta_{12} + 6r^3\beta_{03} + \\ &+ \eta(6\beta_{31} - 12r\beta_{22} + 18r^2\beta_{13} - 24r^3\beta_{04}). \end{aligned}$$

This formula gives the regression of the moments of the third order in the arrays, when the correlation is only moderately skew. When the correlation is considerably anormal formula (43) should be used, and the quantities $3\sigma_\eta^2(\xi)\xi_\eta + \xi_\eta^3$, which are found from I (32*) and I (37), subtracted. The range of applicability is the same as for formula I (34*) and I (40). When the indices are written backwards and ξ is put for η the formula gives the value of $\nu_3(\eta)_\xi$.

(10) *The regression of the characteristics of the fourth order.*

We have here

$$\nu'_4(\xi)_\eta = \int_{-\infty}^{\infty} \xi^4 F(\xi, \eta) d\xi : \int_{-\infty}^{\infty} F(\xi, \eta) d\xi.$$

Further the moment about the mean ξ_η of the array is given by

$$(47) \quad \nu_4(\xi)_\eta = \nu'_4(\xi)_\eta - 4\nu_3(\xi)_\eta \cdot \xi_\eta - 6\sigma_\eta^2(\xi)\xi_\eta^2 - \xi_\eta^4.$$

Evidently we have to put

$$\nu'_4(\xi)_\eta = \frac{I_{00}^{(4)} + \beta_{03} I_{03}^{(4)} + \beta_{12} I_{12}^{(4)} + \beta_{21} I_{21}^{(4)} + \beta_{30} I_{30}^{(4)} + \beta_{04} I_{04}^{(4)} + \beta_{13} I_{13}^{(4)} + \beta_{22} I_{22}^{(4)} + \beta_{31} I_{31}^{(4)} + \beta_{40} I_{40}^{(4)} + \dots}{I_{00}^{(0)} + \beta_{03} I_{03}^{(0)} + \beta_{04} I_{04}^{(0)} + \dots}$$

Using formulae V (21), (22), (23), (24), (25) we find for case I of approximation

$$(48) \quad \begin{aligned} \nu'_4(\xi)_\eta = & [3 + 6r^2 R_2(\eta) + r^4 R_4(\eta) + \beta_{30} 24r R_1(\eta) + \beta_{21} 12(R_1(\eta) + r^2 R_3(\eta)) + \beta_{12}(12r R_3(\eta) + \\ & + 4r^3 R_5(\eta)) + \beta_{03}(3R_3(\eta) + 6r^2 R_5(\eta) + r^4 R_7(\eta)) + 24\beta_{40} + \beta_{31} 24r R_2(\eta) + \\ & + \beta_{22} 12(R_2(\eta) + r^2 R_4(\eta)) + \beta_{13}(12r R_4(\eta) + 4r^3 R_6(\eta)) + \beta_{04}(3R_4(\eta) + 6r^2 R_6(\eta) + \\ & + r^4 R_8(\eta))] : [1 + \beta_{03} R_3(\eta) + \beta_{04} R_4(\eta)]. \end{aligned}$$

If the denominator be inverted according to (33) and the terms arranged according to powers of η we obtain

$$(49) \quad \begin{aligned} \nu'_\eta(\xi)_\eta = & 3 + 24\beta_{40} - 12\beta_{22} - 6r^2 + 3r^4 + 36r\beta_{13} - 24r\beta_{31} + 36r^2\beta_{22} - 72r^2\beta_{04} - 60r^3\beta_{13} + 96r^4\beta_{04} - \\ & - \eta(12\beta_{21} + 24r\beta_{30} - 36r\beta_{12} - 36r^2\beta_{21} + 72r^2\beta_{03} + 60r^3\beta_{12} - 96r^4\beta_{03}) + \\ & + \eta^2(6r^2 - 6r^4 + 12\beta_{22} + 24r\beta_{31} - 72r\beta_{13} - 72r^2\beta_{22} + 216r^2\beta_{04} + 180r^3\beta_{13} + 384r^4\beta_{04}) - \\ & - \eta^3(12r\beta_{12} + 12r^2\beta_{21} - 36r^2\beta_{03} - 40r^3\beta_{12} + 84r^4\beta_{03}) + \\ & + \eta^4(r^4 + 12r\beta_{13} + 12r^2\beta_{22} - 48r^2\beta_{04} - 60r^3\beta_{12} + 168r^4\beta_{04}) - \\ & - \eta^5(4r^3\beta_{12} - 12r^4\beta_{03}) + \\ & + \eta^6(4r^3\beta_{13} - 16r^4\beta_{04}). \end{aligned}$$

Here the powers of η higher than the sixth order are multiplied by factors that are of the order neglected in case I.

Here also we may check by multiplying (49) by $F_2(\eta)d\eta$ and $\eta F_2(\eta)d\eta$ and integrating. It is only necessary to remember that

$$(50) \quad \begin{aligned} \int_{-\infty}^{\infty} \nu'_4(\xi)_\eta F_2(\eta) d\eta &= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \xi^4 F(\xi, \eta) d\xi d\eta = 24\beta_{40} + 3; \\ \int_{-\infty}^{\infty} \eta \nu'_4(\xi)_\eta F_2(\eta) d\eta &= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \xi^4 \eta F(\xi, \eta) d\xi d\eta = -24r\beta_{30} - 12\beta_{21} - [24\beta_{41}]. \end{aligned}$$

The result will be found satisfactory.

Using formulae (34), (34* I), (40 I), (46) we find with the same approximation as before

$$\begin{aligned} \nu_3(\xi)_\eta \bar{\xi}_\eta = & -\eta(6r\beta_{30} - 6r^2\beta_{21} + 6r^3\beta_{12} - 6r^4\beta_{03}) + \\ & -\eta^2(6r\beta_{31} - 12r^3\beta_{22} + 18r^3\beta_{13} - 24r^4\beta_{04}); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\sigma_{\eta}^2(\xi)\xi_{\eta}^2 = & -\nu_1(-2r\beta_{12} + 6r^2\beta_{03} + 2r^3\beta_{13} - 6r^4\beta_{03}) + \\
& + \nu_1^2(r^2 - r^4 - 6r\beta_{13} - 2r^2\beta_{22} + 24r^2\beta_{04} + 12r^3\beta_{13} - 36r^4\beta_{04}) - \\
& - \nu_1^3(2r\beta_{12} - 6r^2\beta_{03} + 2r^2\beta_{21} - 6r^3\beta_{12} + 12r^4\beta_{03}) + \\
& + \nu_1^4(2r\beta_{13} - 8r^2\beta_{04} + 2r^2\beta_{22} - 8r^3\beta_{13} + 20r^4\beta_{04}); \\
\xi_{\eta}^4 = & -\nu_1^3(-4r^3 + 12r^4\beta_{03}) + \\
& + \nu_1^4(r^4 - 12r^3\beta_{13} + 48r^4\beta_{04}) - \\
& - \nu_1^5(4r^3\beta_{12} - 12r^4\beta_{03}) + \\
& + \nu_1^6(4r^3\beta_{13} - 16r^4\beta_{04}).
\end{aligned}$$

On account of (47) we now have for the moments of the fourth order in the ν_1 -arrays, the formula

$$\begin{aligned}
\nu_1^4(\xi)_{\eta} = & 3 + 24\beta_{10} - 12\beta_{22} - 6r^2 + 3r^4 + 36r\beta_{13} - 24r\beta_{31} + 36r^2\beta_{22} - 72r^2\beta_{04} - 60r^3\beta_{13} + 96r^4\beta_{04} - \\
(51) \quad & - \nu_1(12\beta_{21} - 24r\beta_{12} - 12r^2\beta_{21} + 36r^2\beta_{03} + 24r^3\beta_{12} - 36r^4\beta_{03}) + \\
& + \nu_1^2(12\beta_{22} - 36r\beta_{13} - 12r^2\beta_{22} + 72r^2\beta_{04} + 36r^3\beta_{13} - 72r^4\beta_{04}).
\end{aligned}$$

This is the formula of regression of the fourth order moments. Its range of applicability is seen from the discussions of paragraph 7.

However, the characteristics of the fourth order in the arrays are not directly proportional to $\nu_1(\xi)_{\eta}$. Instead it is the quantities

$$\nu_4(\xi)_{\eta} - 3\sigma_{\eta}^4(\nu_1) = \lambda_1(\xi)_{\eta},$$

that are proportional to those characteristics.

As from (40 I) it follows that

$$\begin{aligned}
\sigma_{\eta}^4(\xi) = & 1 - 2r^2 + r^4 - 4\beta_{22} + 10r\beta_{13} - 24r^2\beta_{04} + 4r^2\beta_{22} - 12r^3\beta_{13} + 24r^4\beta_{04} - \\
(52) \quad & - \nu_1(4\beta_{21} - 8r\beta_{12} + 12r^2\beta_{03} - 4r^2\beta_{21} + 8r^2\beta_{12} - 12r^4\beta_{03}) + \\
& + \nu_1^2(4\beta_{22} - 12r\beta_{13} + 24r^2\beta_{04} - 4r^2\beta_{22} + 12r^3\beta_{13} - 24r^4\beta_{04}),
\end{aligned}$$

we find, with the same approximation as in the case of formulae (34* I), (40 I), (46) and (51),

$$\lambda_1(\xi)_{\eta} = 24\beta_{10} - 24r\beta_{31} + 24r^2\beta_{22} - 24r^3\beta_{13} + 24r^4\beta_{04}.$$

This formula will be applicable wherever formulae (34* I), (40* I), (46) and (51) are applicable, that is, on the whole when the skewness of the correlation is moderate. If formula (48) be used instead, and the quantity $4\nu_3(\xi)_{\eta}\xi_{\eta} + 6\sigma_{\eta}^2(\xi)\xi_{\eta}^2 + \xi_{\eta}^3 + 3\sigma_{\eta}^4(\xi)$ subtracted, the value of $\lambda_1(\xi)_{\eta}$ obtained will be found valid within the whole of the domain where the A -function is valid.

If the indices be written backwards and ν_1 and ξ are interchanged we obtain the formula for $\lambda_1(\nu_1)_{\xi}$

(11) *The clitic curves, the syngic curves and the curves of regression of the modes in the arrays.*

The skewness of the distribution in the η -arrays is given by

$$S_{\eta}(\xi) = -\frac{\nu_3(\xi)_{\eta}}{2 \cdot \sigma_{\eta}^3(\xi)}.$$

From (40 I) and (46) we obtain

$$(54) \quad S_{\eta}(\xi) = 3 \frac{\beta_{20} - r\beta_{21} + r^2\beta_{12} - r^3\beta_{03} - r_1(\beta_{31} - 2r\beta_{22} + 3r^2\beta_{13} - 4r^4\beta_{04})}{[1 - r^2 - 2\beta_{22} + 6r\beta_{13} - 12r^2\beta_{04} - r_1(2\beta_{21} - 4r\beta_{12} + 6r^2\beta_{03}) + r_1^2(2\beta_{22} - 6r\beta_{13} + 12r^2\beta_{04})]^{3/2}}.$$

If $S_{\eta}(\xi)$ is plotted against r_1 (or y) as argument the *clitic curve* is obtained. The *excess* of the distribution in an η -array is given by

$$E_{\eta}(\xi) = \frac{\lambda_4(\xi)_{\eta}}{8\sigma_{\eta}^4(\xi)}.$$

Hence we obtain from (40 I) and (53)

$$(55) \quad E_{\eta}(\xi) = 3 \frac{\beta_{40} - r\beta_{31} + r^2\beta_{22} - r^3\beta_{13} + r^4\beta_{04}}{[1 - r^2 - 2\beta_{22} + 6r\beta_{13} - 12r^2\beta_{04} - r_1(2\beta_{21} - 4r\beta_{12} + 6r^2\beta_{03}) + r_1^2(2\beta_{22} - 6r\beta_{13} + 12r^2\beta_{04})]^2}.$$

The denominator may also (if $1 - r^2$ is not very small) be taken from (52).

If $E_{\eta}(\xi)$ is plotted against r_1 as argument we obtain the *syngic curve*.

In deducing the formulae for the regression of the characteristics of the third and fourth order we have made the approximation under the assumption that $1 - r^2$ is a quantity of greater order of magnitude than the β_{ij} . If the correlation is moderately anormal this does not prevent r from being considerably great, say, upwards of 0,7. In such a case it will be consistent with our previous principles of approximation if we write

$$(56) \quad S_{\eta}(\xi) = \frac{3}{\sqrt{1 - r^2}} [\beta_{30} - r\beta_{21} + r^2\beta_{12} - r^3\beta_{03} - r_1(\beta_{31} - 2r\beta_{22} + 3r^2\beta_{13} - 4r^4\beta_{04})],$$

$$(57) \quad E_{\eta}(\xi) = \frac{3}{(1 - r^2)^2} [\beta_{40} - r\beta_{31} + r^2\beta_{22} - r^3\beta_{13} + r^4\beta_{04}].$$

The distances from the means ξ_{η} to the *modes* of the arrays will then, in the same degree of approximation, be

$$(58) \quad A_{\eta}(\xi) = \frac{3}{1 - r^2} (\beta_{30} - r\beta_{21} + r^2\beta_{12} - r^3\beta_{03} - r_1(\beta_{31} - 2r\beta_{22} + 3r^2\beta_{13} - 4r^4\beta_{04})).$$

Hence, for the regression of the modes, or, which is the same thing, for the equation connecting any fixed value of η with the most probable value of ξ associated with it, we obtain the cubic

$$\begin{aligned}
\delta_\eta = & \beta_{12} - 3r\beta_{03} + \frac{3}{1-r^2}(\beta_{30} - r\beta_{21} + r^2\beta_{12} - r^3\beta_{03}) + \\
(59) \quad & + r[\beta_{13} - 4r\beta_{04}] - \frac{3}{1-r^2}(\beta_{31} - 2r\beta_{22} + 3r^2\beta_{13} - 4r^3\beta_{04}) - \\
& - r^2[\beta_{12} - 3r\beta_{03}] + \\
& + r^3[\beta_{13} - 4r\beta_{04}].
\end{aligned}$$

As the range of the applicability of this curve, even in the case of moderate skewness of correlation, in a high degree depends on the value of r , the greatest caution must be observed whenever it is used.

Mutatis mutandis the formulae of this paragraph may be used also to obtain the regression of the characteristics of the distribution of the η 's in the ξ -arrays.

(12) *General conclusions.* The formulae of regression have been derived for all the characteristics up to the fourth order in the arrays. For the two highest orders, however, they have been derived only in the case of approximation referred to as case I.

Now the terms neglected are in all the formulae of the same order of magnitude in *absolute* measure. Not so, however, in a *relative* measure. Provided r is not nearly equal to unity the effect of the neglected terms in percentage of the regressing characteristics will be about of the same magnitude in the case of the means and of the moments of the second order.

But in the case of the characteristics $\nu_3(\xi)_\eta$ and $\lambda_4(\xi)_\eta$ the percentual effect of neglected terms will be greater. The quantities to be plotted out in the curves are proportional to $\bar{\xi}_\eta + \frac{m_1}{\sigma_1}$; $\sigma_\eta^2(\xi)$, $\nu_3(\xi)_\eta$ and $\lambda_4(\xi)_\eta$. The first two quantities are of the order of magnitude of unity, but the last two are of the same order as the β_{ij} . The terms neglected are in all cases of the order $\beta_{ij} \cdot \beta_{pq}$. Thus we see that when it comes to a study of the *forms* of the curves, not merely of the absolute values of their ordinates, the curves of regression of the characteristics of the fourth and third order will be less well defined than the curves giving the regression of the means and dispersions. This of course holds good only so far as formulae (34* I), (40 I), (46), and (53) are concerned. In the case referred to as case II formula (53) will be even quite illusory. From this it follows that too much importance must not be attributed to the fact that according to formulae (46) and (53) the clisy is linear and the concentricity is constant.

Some conclusions may, nevertheless, still be drawn from the formulae. PEARSON has introduced the term *homoscedasticity* when the correlation is such that $\sigma_\eta(\xi)$ and $\sigma_\xi(\eta)$ are constant in all arrays. Similarly he talks of *homoclisys* when $S_\xi(\eta)$ and $S_\eta(\xi)$ are constant. We shall add the term *homo-synagicity* when $E_\eta(\xi)$ and $E_\xi(\eta)$ are constant. Further PEARSON talks of the variates being *uncorrelated* when $\bar{\xi}_\eta$ and $\bar{\eta}_\xi$ are constant. To this last term, so far as it gives a definition of *independency* of the variates, we shall have to advance an objection. Clearly for the variates, to be independent we should require that they could be separated in the correlation function. Thus, that

$$F(\xi, \eta) = F_1(\xi) \cdot F_2(\eta).$$

Now, this requires that the β_{ij} shall vanish whenever i or j are equal to 1 or 2, and further that $r=0$; $\beta_{pq} = \beta_{p0} \cdot \beta_{0q}$ for p and $q > 2$. Thus we conclude, with aid of the exact formula (32), that independency of the variates will make $\bar{\xi}_{ij} = 0$ and $\bar{\eta}_{ij} = 0$. But this conclusion cannot be reversed, because the β_{i2} and β_{2j} , i and $j > 1$, do not enter into the exact formula of regression of the means. Thus, while $\bar{\xi}_{ij} = 0$; $\bar{\eta}_{ij} = 0$ makes it necessary that β_{i1} and β_{1j} as well as r should be zero, the values of some of the β_{i2} and β_{2j} may still be considerable, and the variates then cannot be separated in the correlation function.

From our formulae we conclude that:

1. A necessary and sufficient condition for independency of the variates is that $r=0$; $\beta_{ij}=0$ for i or j equal to 1 or 2; $\beta_{ij} = \beta_{i0}\beta_{0j}$ for i or $j > 2$.

2. A necessary condition for the regression of the means to be parallel to the axes, that is, for the means in the arrays to be independent of the arguments of the arrays, is that

$$r = 0; \beta_{12} = 0; \beta_{21} = 0; \beta_{31} = 0; \beta_{13} = 0 \text{ etc.}$$

3. A condition for linearity of regression is that

$$r_{30} = 0; r_{10} = 0 \text{ for the one curve,}$$

$$r_{03} = 0; r_{01} = 0 \text{ » » other » » .}$$

4. An approximative condition for homoscedasticity is that

$$\beta_{21} - 2r\beta_{12} + 3r^2\beta_{03} = 0; \beta_{22} - 3r\beta_{13} + 6r^2\beta_{01} = 0,$$

$$\beta_{12} - 2r\beta_{21} + 3r^2\beta_{30} = 0; \beta_{22} - 3r\beta_{31} + 6r^2\beta_{40} = 0.$$

5. An approximative condition for homoclisys is that

$$\beta_{31} - 2r\beta_{22} + 3r^2\beta_{13} - 4r^3\beta_{04} = 0$$

$$\beta_{13} - 2r\beta_{22} + 3r^2\beta_{31} - 4r^3\beta_{40} = 0.$$

Conditions 4, 5 are only valid as far as our approximations of case I are applicable. In 3 the conditions are valid in so far as case I or case II of approximation is sufficient. Conditions 1 and 2 are not subject to any restrictions.

(13) *Examples.*

Example 1. Case of skew correlation with linear regression and parabolic scedasticity. Number of trumps on the first two hands in 25000 deals of whist. Experiment by PEARSON, recorded by L. ISSERLIS Phil. Mag. Sept. 1914.

The number of trumps were distributed according to the following table.

Table I.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8		\bar{xy}	$\sigma_y^2(x)$	$\nu_3(x)$
0		3	22	38	76	65	26	12	4	246	3,82	1,90	+ 0,42
1	5	43	159	380	531	358	153	54	4	1687	3,50	1,77	+ 0,12
2	20	183	746	1458	1590	926	323	49	7	5302	3,15	1,61	+ 0,17
3	42	360	1451	2297	2059	934	222	34	4	7403	2,83	1,47	+ 0,23
4	54	542	1588	2048	1497	505	101	14	1	6350	2,51	1,40	+ 0,26
5	45	387	906	926	506	139	25	3		2928	2,18	1,30	+ 0,31
6	34	166	312	255	96	21	2			886	1,82	1,21	+ 0,25
7	10	47	69	34	16	2				178	1,53	1,18	+ 0,50
8	5	2	9	4						20	1,10	1,14	- 0,47
\bar{y}_x	215	1724	5262	7440	6371	2950	852	166	20	25000			
	3,80	3,50	3,17	2,83	2,50	2,17	1,86	1,46	1,20				

In the marginal columns the characteristics of the arrays are given. The moments corrected for errors of grouping are

$$\begin{aligned}
 m_1 &= 3,2494 & m_2 &= 3,2505 \\
 \nu_{20} &= 1,6613 & \nu_{11} &= -0,5528 & \nu_{02} &= 1,6831 \\
 \nu_{30} &= 0,3909 & \nu_{21} &= -0,1324 & \nu_{12} &= -0,1361 & \nu_{03} &= 0,4054 \\
 \nu_{40} &= 8,0995 & \nu_{31} &= 2,7103 & \nu_{22} &= 3,4814 & \nu_{13} &= 3,7925 & \nu_{04} &= 8,3664.
 \end{aligned}$$

The characteristics are

$$\begin{aligned}
 \sigma_1 &= 1,2889 & r &= -0,3305 & \sigma_2 &= 1,2974 \\
 \beta_{30} &= -0,0304 & \beta_{21} &= +0,0307 & \beta_{12} &= +0,0314 & \beta_{03} &= -0,0319 \\
 \beta_{40} &= -0,0027 & \beta_{31} &= +0,0041 & \beta_{22} &= +0,0067 & \beta_{13} &= +0,0012 & \beta_{04} &= -0,0019.
 \end{aligned}$$

The coefficients of correlation of higher order are

$$\begin{aligned}
 r_{30} &= +0,0006 & r_{40} &= +0,0004 \\
 r_{03} &= -0,0002 & r_{04} &= -0,0012.
 \end{aligned}$$

The formulae of regression will be

$$\begin{aligned}
 \bar{y}_x - m_2 &= +0,0008 - 0,3275(x - m_1) - 0,0005(x - m_1)^2 + 0,0002(x - m_1)^3, \\
 \bar{x}_y - m_1 &= -0,0003 - 0,3224(y - m_2) - 0,0002(y - m_2)^2 - 0,0007(y - m_2)^3.
 \end{aligned}$$

The curve of scedasticity of x on y is given by

$$\sigma_y^2(x) = 1,4624 - 0,1060(y - m_2) + 0,0105(y - m_2)^2.$$

The goodness of fit of our curves will be seen from plate I.

Example 2. Case of non-linear regression. Correlation between weight of new-born child and weight of *placenta*. Boys. Material supplied by the Maternity Hospital of Lund.¹

¹ E. WIDMARK and S. WICKSELL; Om viktsförhållandet mellan barn och efterbörd. Allm. Svenska Läkartidningen Nr. 32 1917.

The arrays headed $x_y - m_1^1$; $\sigma_y^2(x)$; $y_x - m_2^1$; $\sigma_x^2(y)$ are expressed in the class ranges as units. Those are 300 and 80 gr.

Table II.

Weight of placenta	Weight of boy											Total	$x_y - m_1^1$	$\sigma_y^2(x)$
	1710— —2000	2010— —2300	2310— —2600	2610— —2900	2910— —3200	3210— —3500	3510— —3800	3810— —4100	4110— —4400	4410— —4700	4710— —5000			
270—340	1		2		1							4	-3,000	2,00
350—420	2	10	8	25	21	14	2					82	-1,743	1,91
430—500	2	2	12	34	94	77	37	10	2			270	-0,567	1,59
510—580		1	4	17	55	111	84	37	10		1	320	+0,275	1,55
590—660		1	3	6	24	51	92	78	22	3		280	+0,989	1,66
670—740		2	1	2	4	15	40	51	24	8	4	151	+1,636	2,25
750—820					2	8	13	26	20	11	3	83	+2,193	1,80
830—900						4	1	8	3	6	4	26	+2,692	2,59
910—880						1	1	3			2	7	+2,428	3,10
Total	5	16	30	84	201	281	270	213	81	28	14	1223		
$y_x - m_2^1$	-2,800	-2,060	-1,967	-1,880	-1,502	-0,925	-0,337	+0,385	+0,728	+1,714	+2,071			
$\sigma_x^2(y)$	0,56	2,07	1,35	0,99	0,98	1,44	1,25	1,50	1,30	0,85	1,79			

$$m_1^1 = 3350 \text{ gr.}$$

$$m_1 = 3490,55$$

$$m_2^1 = 630 \text{ gr.}$$

$$m_2 = 584,28$$

The moments (corrected for grouping) were found to be, as expressed in the class range unit:

$$\begin{aligned} \nu_{20} &= + 2,8346 & \nu_{11} &= + 1,5629 & \nu_{02} &= + 2,0684 \\ \nu_{30} &= - 0,6298 & \nu_{21} &= + 0,2615 & \nu_{12} &= + 0,5245 & \nu_{03} &= + 1,4351 \\ \nu_{40} &= + 26,4017 & \nu_{31} &= + 13,2361 & \nu_{22} &= + 10,3485 & \nu_{13} &= + 8,6632 & \nu_{04} &= + 12,3621 \end{aligned}$$

and the characteristics with mean errors

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= + 1,6836 \pm 0,0340 & r &= + 0,6455 \pm 0,0167 & \sigma_2 &= + 1,4381 \pm 0,0291 \\ \beta_{30} &= + 0,0220 \pm 0,0116 & \beta_{10} &= + 0,0119 \pm 0,0058 \\ \beta_{21} &= - 0,0321 \pm 0,0420 & \beta_{31} &= - 0,0013 \pm 0,0175 \\ \beta_{12} &= - 0,0753 \pm 0,0420 & \beta_{22} &= + 0,0170 \pm 0,0240 \\ \beta_{03} &= - 0,0804 \pm 0,0116 & \beta_{13} &= - 0,0345 \pm 0,0175 \\ & & \beta_{04} &= - 0,0046 \pm 0,0058. \end{aligned}$$

The correlation coefficients of higher order are

$$\begin{aligned} r_{30} &= - 0,0747 \pm 0,04 & r_{40} &= - 0,0320 \pm 0,02 \\ r_{03} &= + 0,0804 \pm 0,04 & r_{04} &= - 0,0227 \pm 0,02. \end{aligned}$$

The equations for the regression of the means ($x - m_1$ expressed in a unit of 300 gr.; $y - m_2$ expressed in a unit of 80 gr.)

$$(35) \text{ I.} \quad \begin{aligned} y_x - m_2 &= -0,1094 + 0,6334(x - m_1) + 0,0331(x - m_1)^2 - 0,0096(x - m_1)^3, \\ x_y - m_1 &= +0,1353 + 0,8353(y - m_2) - 0,0654(y - m_2)^2 - 0,0128(y - m_2)^4. \end{aligned}$$

In the case of the second curve the range of applicability will be small, amounting to less than $2\sigma_2$ on the positive side of the mean. The reason for this lies in the large values for β_{12} , β_{03} and β_{13} . Of course this could be avoided by using formula (32*). In this case we have

$$x_y - m_1 - \sigma_1 \cdot \frac{0,6455\eta + 0,0519R_1(\eta) + 0,0753R_2(\eta) + 0,0029R_5(\eta) + 0,0345R_3(\eta)}{1 - 0,0804R_j(\eta) - 0,0046R_4(\eta)}.$$

Plotting this curve in the xy plane we have to multiply by $\sigma_1 = 1,6836$. Taking for $y - m_2$ the values $\pm 4,3146$, $\pm 3,5955$, $\pm 2,8764$, $\pm 2,1573$, $\pm 1,4382$, $\pm 0,7191$ and $0,0000$ as measured in the class range as unit, the corresponding values of η will be $\pm 3,0$, $\pm 2,5$, $\pm 2,0$, $\pm 1,5$, $\pm 1,0$, $\pm 0,5$ and $0,0$ and the tables for $R_i(\eta)$ can be used.

In plate 1 all three curves will be seen. As the A -function in approximation I is not valid below $\eta = -2,7$ the fractional curve will naturally not fit the observations below that limit.

The scedastic curves computed from (40) I are

$$\begin{aligned} \sigma_y^2(x) &= 1,4365 + 0,1393(y - m_2) + 0,1050(y - m_2)^2, \\ \sigma_x^2(y) &= 1,1436 + 0,0155(x - m_1) + 0,0222(x - m_1)^2. \end{aligned}$$

As the material used consists of only 1223 individuals it is evident that the points representing the *observed* square dispersion in the arrays must be much scattered. For the same reason as in the case of the regression curves we find that the curve for $\sigma_y^2(x)$ is applicable only within a range of less than $2\sigma_2$ from the mean.

The curves are seen from plate 1.

It must be remarked that the mean errors do not affect the fit of the curves to our given data. Their influence affects only the reliability of the curves and the extent to which their special forms are really characteristic to the correlation in general between weight of child and weight of placenta.

Example 3. Case of non-linear regression. Correlation between weight of newborn child and weight of *placenta*. Girls. Same source as in example 2.

The remarks and discussion in case of example 2 apply here also. The only difference is that the range of applicability of formulae (34*) I here is somewhat greater than in example 2. We will give only the numerical data. The mean errors are nearly the same as in example 2.

Table III.

Weight of placenta	Weight of girl												$x_y - m_1^1$	
	1410— —1700	1710— —2000	2010— —2300	2310— —2600	2610— —2900	2910— —3200	3210— —3500	3510— —3800	3810— —4100	4110— —4400	4410— —4700	4710— —5000		
270—340	1	3	3	3	1	1							12	-3,750
350—420	1	6	2	20	25	18	6	3					81	-2,087
430—500		1	7	10	40	92	71	26	3		1		251	-0,792
510—580			5	5	20	68	90	61	21	6			276	-0,080
590—660			2	1	8	36	73	97	44	12	1	1	275	+0,607
670—740					2	9	26	40	41	14	9		141	+1,326
750—820					2	1	4	14	19	6	5	2	53	+1,793
830—900							1	5	1	1	2	2	12	+2,333
910—980								1		1	1	1	4	+3,250
990—1060										1			1	+3,000
	2	10	19	39	98	225	271	247	129	41	19	6	1106	
$\bar{y}_x - m_2^2$	-3,500	-3,200	-1,946	-2,487	-1,764	-1,328	-0,785	-0,142	+0,462	+0,780	+1,421	+2,333		
				$m_1^1 = 3350$ gr.					$m_2^2 = 630$ gr.					
				$m_1^2 = 3365,72$					$m_2^1 = 574,66$					

The moments are

$$\begin{aligned}
 \nu_{20} &= + 2,7892 & \nu_{11} &= + 1,5145 & \nu_{02} &= + 1,9656 \\
 \nu_{30} &= - 1,0013 & \nu_{21} &= - 0,2070 & \nu_{12} &= + 0,1952 & \nu_{03} &= + 0,9111 \\
 \nu_{40} &= + 28,5337 & \nu_{31} &= + 14,5672 & \nu_{13} &= + 8,6499 & \nu_{04} &= + 11,4050
 \end{aligned}$$

and the characteristics

$$\begin{aligned}
 \sigma_1 &= + 1,6701 & r &= + 0,6535 & \sigma_2 &= + 1,3877 \\
 \beta_{30} &= + 0,0358 & \beta_{10} &= + 0,0278 \\
 \beta_{21} &= + 0,0268 & \beta_{31} &= + 0,0488 \\
 \beta_{12} &= - 0,0304 & \beta_{13} &= - 0,0037 \\
 \beta_{03} &= - 0,0568 & \beta_{04} &= + 0,0031.
 \end{aligned}$$

The correlation coefficients of higher order are found to be

$$\begin{aligned}
 r_{30} &= - 0,0433 & r_{40} &= - 0,0238 \\
 r_{03} &= + 0,0810 & r_{04} &= - 0,0118.
 \end{aligned}$$

According to (35) I we obtain

$$\begin{aligned}
 \bar{y}_x - m_2 &= - 0,0600 + 0,6023(x - m_1) + 0,0215(x - m_1)^2 - 0,0070(x - m_1)^3, \\
 x_y - m_1 &= + 0,1352 + 0,8290(y - m_2) - 0,0702(y - m_2)^2 - 0,0074(y - m_2)^3.
 \end{aligned}$$

For the second curve the more exact form (32*) I gives

$$\bar{x}_y - m_1 = 1,6701 \frac{0,6535 R_1 + 0,0371 R_4(t) + 0,0304 R_2(t) - 0,0020 R_5(t) + 0,0037 R_3(t)}{1 - 0,0568 R_2(t) - 0,0031 R_4(t)}$$

If the table of $R_i(\eta)$ be used the values obtained for $\eta = \pm 3,0, \pm 2,5, \pm 2,0, \pm 1,5, \pm 1,0, \pm 0,5, 0,0$ should be plotted against $y - m_2 = \pm 4,1631, \pm 3,4693, \pm 2,7754, \pm 2,0816, \pm 1,3877, \pm 0,6939, \pm 0,0000$.

The fit of the curves is seen from plate 1. The scedastic curves we have not computed for this example.

Example 4. Case of considerably anormal correlation. Material due to W. JOHANNSEN. »Reine Linie» M. M. 1903. Beans. Correlation of length and breadth. Class range in length 0,50 mm.; in breadth 0,25 mm. Moments corrected for grouping. The means are at 14,4043 mm. and 7,9755 mm.

Table IV.

	6,25— —6,50	6,50— —6,75	6,75— —7,00	7,00— —7,25	7,25— —7,50	7,50— —7,75	7,75— —8,00	8,00— —8,25	8,25— —8,50	8,50— —8,75	8,75— —9,00	9,00— —9,25	Total	$\bar{x}_y - m_1^1$
9,25— 9,75	1												1	-6,00
9,75—10,25	1	3	1	1	1								7	-4,28
10,25—10,75	1	4	7	6									18	-4,00
10,75—11,25	1	1	13	11	11								36	-3,11
11,25—11,75			12	32	22	4							70	-2,74
11,75—12,25		2	21	25	37	27	3						115	-2,35
12,25—12,75			8	35	78	55	19	3					199	-1,76
12,75—13,25			9	28	124	175	89	12					437	-1,21
13,25—13,75			1	18	137	361	330	73	9				929	-0,65
13,75—14,25				13	91	469	794	362	56	2			1787	-0,11
14,25— 14,75				1	23	236	871	913	227	23			2294	+0,50
14,75—15,25					6	65	385	956	574	93		3	2082	+1,11
15,25—15,75						4	81	375	494	156	19		1129	+1,69
15,75—16,25						1	7	44	105	101	17		275	+2,27
16,25—16,75								4	18	23	8	2	55	+2,74
16,75—17,25										2	4		6	+3,66
Total	4	10	72	170	530	1397	2579	2742	1483	400	48	5	9440	
$\bar{y}_x - m_2^1$	-5,75	-5,60	-3,47	-2,26	-0,73	+0,55	+1,52	+2,47	+3,26	+4,02	+4,94	+4,20		
	$m_1^1 = 7,875$						$m_2^1 = 13,50$							

$$\nu_{20} = + 1,8483 \qquad \nu_{11} = + 1,9115 \qquad \nu_{02} = + 3,2402$$

$$\nu_{30} = - 1,1070 \qquad \nu_{21} = - 1,7850 \qquad \nu_{12} = - 2,8748 \qquad \nu_{03} = - 5,3057$$

$$\nu_{10} = + 12,4823 \qquad \nu_{31} = + 13,5553 \qquad \nu_{13} = + 28,3729 \qquad \nu_{04} = + 50,9967$$

$$\sigma_1 = + 1,3595 \pm 0,0099 \qquad r = + 0,7810 \pm 0,0050 \qquad \sigma_2 = + 1,8000 \pm 0,0131$$

$$\beta_{30} = + 0,0733 \qquad \beta_{40} = + 0,0272$$

$$\beta_{21} = + 0,2682 \qquad \beta_{31} = + 0,1087$$

$$\beta_{12} = + 0,3261 \qquad \beta_{13} = + 0,2052$$

$$\beta_{03} = + 0,1515 \qquad \beta_{04} = + 0,0772$$

$$r_{30} = + 0,0965 \qquad r_{40} = + 0,0238$$

$$r_{03} = - 0,0288 \qquad r_{04} = - 0,0360$$

In approximating the A -series case II must here be applied. This is most easily seen from the frequency curves for the marginal distributions. It will be seen that in the case of the distribution of the length, the A -function cannot be broken off with the term $\beta_{04}\varphi_0^{(4)}(t)$. If the term $\frac{1}{2}\beta_{03}^2\varphi_0^{(6)}(t)$ be added the fit will be very much better. In case of the distribution of the breadths it is of but little consequence whether the term $\frac{1}{2}\beta_{30}^2\varphi_0^{(6)}(t)$ is included or not. Exactly how the last term works may be seen from figures 1 and 2.

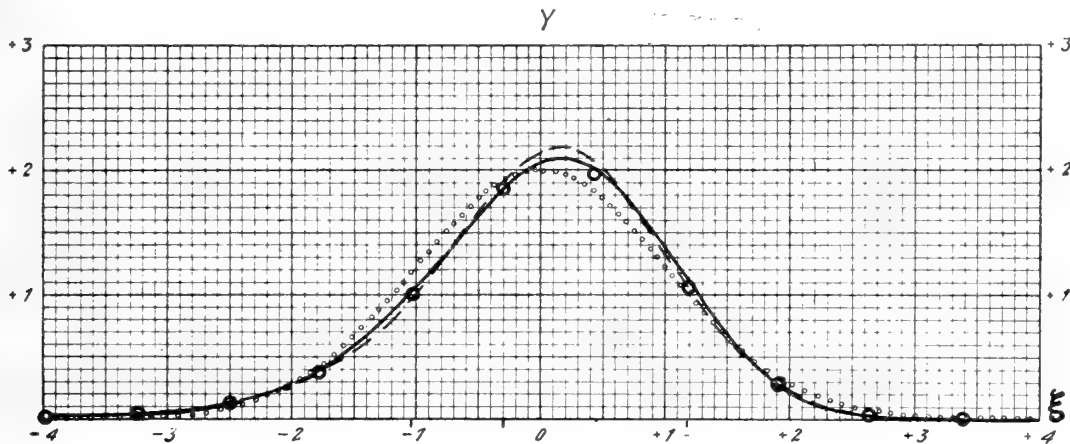


Fig. 1. Frequency curves for the horizontal marginal distribution.

The dotted curve is the normal curve $y = \varphi_0$.

The dashed curve is the A -curve I $y = \varphi_0 + \beta_{30}\varphi_0^{(3)} + \beta_{40}\varphi_0^{(4)}$.

The unbroken curve is the A -curve II $y = \varphi_0 + \beta_{30}\varphi_0^{(3)} + \beta_{40}\varphi_0^{(4)} + \frac{1}{2}\beta_{30}^2\varphi_0^{(6)}$.

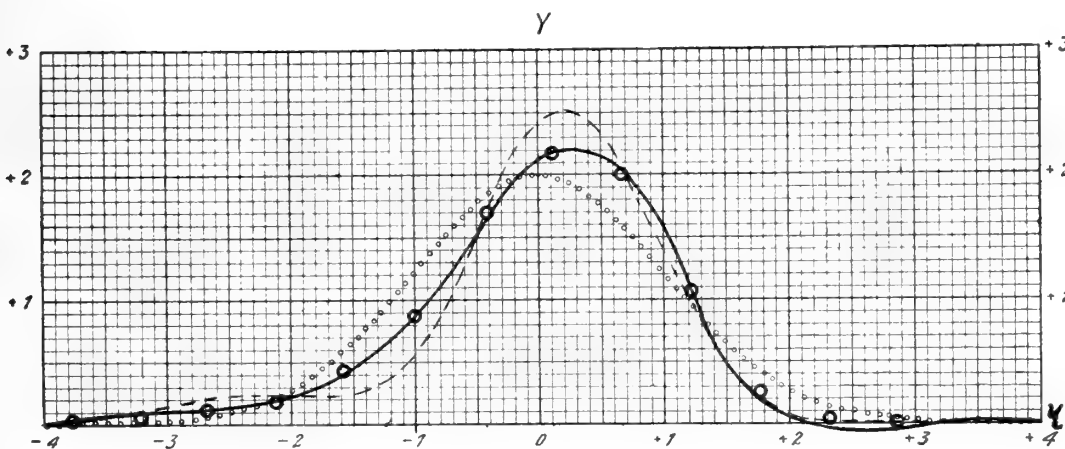


Fig. 2. Frequency curves for the vertical marginal distribution.

The dotted curve is the normal curve $y = \varphi_0$.

The dashed curve is the A -curve I $y = \varphi_0 + \beta_{03}\varphi_0^{(3)} + \beta_{04}\varphi_0^{(4)}$.

The unbroken curve is the A -curve II $y = \varphi_0 + \beta_{03}\varphi_0^{(3)} + \beta_{04}\varphi_0^{(4)} + \frac{1}{2}\beta_{03}^2\varphi_0^{(6)}$.

According to formulae (34*) II we find

$$\eta_{\xi} = +0,0792 + 0,7792\xi - 0,0792\xi^2 - 0,0110\xi^3,$$

$$\xi_{\eta} = -0,0288 + 0,8366\eta + 0,0288\eta^2 - 0,0098\eta^3.$$

Hence it follows from (35) II that

$$y_x - m_2 = +0,1426 + 1,0316(x - m_1) - 0,0731(x - m_1)^2 - 0,0079(x - m_1)^3,$$

$$x_y - m_1 = -0,0391 + 0,6318(y - m_2) + 0,0121(y - m_2)^2 - 0,0023(y - m_2)^3.$$

The first of these curves will be found to fit the data very well. The second curve does not deviate very much from a straight line. Indeed, the regression of x on y is very nearly linear. However, as is well seen from fig. 2, the A -function does not give the correlation very far beyond $y = m_2 + 2\sigma_2$. Indeed for $y - m_2 = 2,1\sigma_2$ the curve given by (32*) II will have an asymptote parallel to the x -axis. Consequently it will not be advisable to use our second curve beyond $y - m_2 = 2\sigma_2$. But on the negative side, the curve may be extended further. Here, however, the curve of form (32*) will give a better fit. Its equation is

$$x_y - m_1 = 1,3595 \frac{0,7810\eta - 0,1183R_4(\eta) - 0,3261R_2(\eta) - 0,1096R_5(\eta) - 0,2052R_3(\eta) - 0,0090R_7(\eta)}{1 + 0,1515R_3(\eta) + 0,0772R_4(\eta) + 0,0115R_6(\eta)}.$$

Taking for η the values $-2,0, -1,5, -1,0, -0,5, -0,0, +0,5, +1,0, +1,5, +2,0, +2,5, +3,0$ and $+3,5$ the corresponding value of $\bar{x}_y - m_1$ should be plotted against the arguments $y - m_2 = -3,6000, -2,7000, -1,8000, -0,9000, 0,0000, +0,9000, +1,8000, +2,7000, +3,6000, +4,5000, +5,4000, +6,3000$.

Finally we must add one more word about the curve of regression of x on y . Really this regression might as well be assumed to be exactly linear. As it is a well known fact that in such a case the straight line

$$\bar{x}_y - m_1 = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} r(y - m_2),$$

gives the best fit to the data *whatever may be the form of the correlation function*, we can use this line instead of the curves derived from (32*) II and (35) II. *Then we have the advantage of being able to use the line within the whole domain of the observations.* Numerically the equation to the regression line will be

$$x_y - m_2 = 0,5898(y - m_2).$$

That it well fits the data will be seen from plate 2, where also for the sake of comparison the other curves are plotted out. The curve of regression of y on x will not be improved by applying a formula derived from (32*) II. Nor can it be regarded as linear.

The following examples we take from PEARSON'S memoir on *Skew Correlation and non-linear regression*. They are all examples used by him as illustrations of his regression formulae. Thus a very interesting comparison is afforded, as we shall also record PEARSON'S results. As will be seen the comparison is in no way to our disadvantage minding that in two of the examples the distribution is really not of the *A*-type and considering that *our curves include only moments of up to the fourth order*, while PEARSON'S theory, if cubical regression formulae are required, *must include also moments of the fifth and generally even of the sixth order*. As the moment r_{22} is not recorded by PEARSON we cannot examine also the scedastic curves.

Example 5. PEARSON'S illustration *A*.¹ On the skew correlation between the number of branches to the whorl and position of the whorl on spray in case of *Asperula odorata*.

As the correlation table is of rather special form we reproduce it here.

Table V.

Whorl	Number of branches in whorl					Totals	x_y
	4	5	6	7	8		
First		3	66	42	39	150	6,780
Second		3	61	47	39	150	6,813
Third		6	60	40	44	150	6,813
Fourth	1	12	68	39	22	142	6,486
Fifth	1	13	53	10	10	87	6,172
Totals	2	37	308	178	154	679	

The characteristics needed in (34*) we derive from PEARSON'S moments. They are not corrected for grouping.

$$m_1 = 6,6553$$

$$m_2 = 2,8026$$

$$\sigma_1 = 0,8978$$

$$\sigma_2 = 1,3369$$

$$r = -0,2076$$

$$\beta_{03} = -0,0217$$

$$\beta_{04} = -0,0488$$

$$\beta_{12} = +0,0736$$

$$\beta_{13} = +0,0341$$

$$r_{03} = +0,0601$$

$$r_{04} = -0,0064$$

Hence we derive using (35) II

$$x_y = 6,7093 - 0,1417(y - m_2) - 0,0302(y - m_2)^2 + 0,0005(y - m_2)^3.$$

¹ We may mention that our $r_{30} = -\frac{1}{2}\bar{\varepsilon}$ and our $r_{40} = \frac{1}{6}\bar{\zeta}$ in PEARSON'S notation.

Within the range of the observation the corresponding curve will be a parabola of the second order.

PEARSON found (using moments to the fourth order)

$$x_y = 6,7941 - 0,1259(y - m_2) - 0,0776(y - m_2)^2.$$

His cubical formula involving moments to the sixth order was found to give no better fit.

A comparison of results and observation gives the following table.

Table VI.

Whorl	x_y (PEARSON)	\bar{x}_y ((35) II)	Observation
First	6,777	6,867	6,780
Second	6,854	6,803	6,813
Third	6,775	6,680	6,813
Fourth	6,541	6,500	6,486
Fifth	6,151	6,254	6,172

The curves will be seen in Plate 2.

Example 6. PEARSON'S illustration B. Correlation between age and height of head in 2272 girls.

For the moments and correlation table we refer to PEARSON'S memoir. The characteristics needed for the regression of the head-heights on the age were

$$m_1 = 12,7007 \text{ years} \qquad m_2 = 124,0467 \text{ mm.}$$

$$\sigma_1 = 3,0648 \quad \gg \qquad \sigma_2 = 6,9083 \text{ mm.}$$

$$r = +0,2941$$

$$\beta_{30} = -0,006090 \qquad \beta_{40} = -0,012068$$

$$\beta_{21} = +0,030159 \qquad \beta_{31} = -0,022285$$

and we find

$$r_{30} = +0,035533 \qquad r_{40} = -0,008087.$$

By (35) I we find, measuring \bar{y}_x in mm:s

$$y_x - m_2 = 0,245470 + 0,717663(x - m_1) - 0,026133(x - m_1)^2 - 0,001941(x - m_1)^3.$$

The corresponding curve PEARSON found to be (including moments to the sixth order)

$$y_x - m_2 = 0,280194 + 0,722866(x - m_1) - 0,029580(x - m_1)^2 - 0,002223(x - m_1)^3.$$

The correspondence between our result, PEARSON'S result and the observation is seen from the following table and from Plate 2.

Table VII.

x	$\bar{y}_x(\text{PEARSON})$	$y_x((35)\text{I})$	Observation
3,5	116,90	117,00	115,25
4,5	117,66	117,72	116,96
5,5	118,42	118,49	117,47
6,5	119,24	119,30	119,10
7,5	120,08	120,12	120,30
8,5	120,93	120,96	121,63
9,5	121,78	121,79	121,72
10,5	122,62	122,61	122,82
11,5	123,42	123,39	123,14
12,5	124,18	124,15	123,89
13,5	124,88	124,84	124,86
14,5	125,52	125,48	125,71
15,5	126,07	126,05	126,16
16,5	126,52	126,53	126,53
17,5	126,87	126,92	126,91
18,5	127,09	127,19	127,02
19,5	127,18	127,35	129,56
20,5	127,11	127,38	123,82
21,5	126,88	127,26	126,50
22,5	126,48	127,00	125,25

Example 7. PEARSON's illustration C. On the skew correlation between size of cell and size of body in 2010 *Daphnia magna*. This is a case where no regression formulae that are given by whole rational functions can give any very good fit. Indeed, the regression, for certain reasons mentioned by PEARSON, varies periodically. Hence, neither PEARSON's nor our curves will give a really good description of the data.

For the moments and correlation table we refer to PEARSON's memoir. We have (x size of body; y size of cell)

$$m_1 = 8,5025$$

$$m_2 = 9,2686$$

$$\sigma_1 = 3,8648$$

$$\sigma_2 = 2,5417$$

$$r = +0,3963$$

$$\beta_{30} = +0,0148$$

$$\beta_{04} = -0,0441$$

$$\beta_{21} = +0,1594$$

$$\beta_{31} = -0,0535$$

$$r_{30} = +0,1410$$

$$r_{40} = +0,0164$$

Now, here, it will make very little difference whether (35) I or II is used. We give here the curve (35) II. It is

$$y_x = 9,6290 + 0,2446(x - m_1) - 0,0241(x - m_1)^2 + 0,00017(x - m_1)^3.$$

PEARSON found, using moments up to the sixth order

$$y_x = 10,0215 + 0,1931(x - m_1) - 0,0498(x - m_1)^2 + 0,00171(x - m_1)^3,$$

and using moments only to the fourth order

$$y_x = 10,3663 + 0,2361(x - m_1) - 0,0734(x - m_1)^2.$$

When tried on the data the curves will be found to fit equally well, so we shall compare only with the second, which depends on the same moments as our curve. The result is

Table VIII.

x	$y_x(\text{PEARSON})$	$y_x(35) \text{ II}$	Observation
1	4,458	6,437	5,300
2	5,724	7,020	5,833
3	6,842	7,554	7,790
4	7,813	8,040	8,050
5	6,638	8,477	9,473
6	9,315	8,866	8,436
7	9,846	9,207	8,596
8	10,229	9,501	10,267
9	10,466	9,745	10,761
10	10,555	9,942	11,027
11	10,498	10,090	10,953
12	10,293	10,190	9,100
13	9,942	10,242	9,000
14	9,143	10,245	10,036
15	8,798	10,201	10,317

The curves will be seen in plate 2. For a material amounting to 2010 individuals the fit is not very satisfactory in the case of either curve.

PEARSON'S example D, which is his last and concerns the correlation of the number of branches to the whorl and the position of the whorl on the stem in 1448 *Equisetum arvense*, we shall not attempt to treat by our methods. PEARSON has here himself been obliged to have recourse to quartic regression, which requires that moments up to the *eight order* shall be computed. Probably in order to apply the *A*-function we should have to use equally high moments. Our formulae (34*) are, however, not given in a form fit for the use of higher than the fourth moments. Evidently there would be no difficulty in extending the formulae, but we presume that the use of moments up to the eighth order is no gain for any theory.

(14) *Summary of results.* In the preceding treatise we have found that, assuming the *A*-function to give an adequate description of the correlation surface, we may always express the regression of any characteristic of the arrays through a

fractional function in which the numerator and the denominator are developed in polynomes of HERMITE. Thus $\nu'_s(x)_y$ being any moment of the y -arrays as taken about the total mean of x , we have

$$(\alpha) \quad \nu'_s(x)_y = \frac{a_0 + a_1 R_1(y) + a_2 R_2(y) + a_3 R_3(y) + a_4 R_4(y) + a_5 R_5(y) + \dots}{1 + c_3 R_3(y) + c_4 R_4(y) + \dots}$$

The characteristics are then proportional to the functions

$$(\beta) \quad \begin{aligned} 1^{\text{st}} \text{ order} \quad \bar{x}_3 &= \nu'_1(x)_y, \\ 2^{\text{nd}} \quad \gg \quad \sigma_y^2(x) &= \nu'_2(x)_y - \nu'_1(x)_y^2, \\ 3^{\text{rd}} \quad \gg \quad \nu_3(x)_y &= \nu'_3(x)_y - 3\nu_2(x)_y \nu'_1(x)_y - \nu'_1(x)_y^3, \\ 4^{\text{th}} \quad \gg \quad \lambda_4(x)_y &= \nu'_4(x)_y - 4\nu_3(x)_y \nu'_1(x)_y - 6\nu_2(x)_y \nu'_1(x)_y^2 - \nu'_1(x)_y^4 - 3\nu_2(x)_y^2. \end{aligned}$$

Of course the expressions (α) as well as (β) may be written in the form of fractional functions in which the numerator and denominator are arranged in powers of y . Thus any characteristic is given by the ratio of two power-series in y . However, it will here be natural to retain the arrangement in polynoms of HERMITE, by which the characteristics of higher order than the first will contain squares and products of the polynoms in both numerator and denominator.

Two different cases of approximation occur when moments up to the fourth order are considered. They are referred to as case I and II. No difficulty whatever presents itself in deciding which case we have to deal with in a special instance.

If the denominator of (α) or (β) be expanded the same two cases must be considered. It is, however, most advantageous to split up the polynoms of HERMITE and arrange according to powers of y . We then get for the characteristics expressions of the forms

$$(\gamma) \quad \begin{aligned} x_y - m_1 &= b_0 + b_1(y - m_2) + b_2(y - m_2)^2 + b_3(y - m_2)^3, \\ \sigma_y^2(x) &= b'_0 + b'_1(y - m_2) + b'_2(y - m_2)^2, \\ \nu_3(x)_y &= b''_0 + b''_1(y - m_2), \\ \lambda_4(x)_y &= b'''_0. \end{aligned}$$

The coefficients are in both cases (I and II) expressed in terms of the characteristics $\sigma_1, \sigma_2, r, \beta_{ij}$ of the correlation surface. The neglected terms are in all the equations of the same absolute order of magnitude, being always of a smaller order than $\beta_{ij}\beta_{pq}$ where in case I $i+j+p+q > 4$ and in case II $i+j+p+q > 6$. In addition characteristics β_{ij} for $i+j=5$ are always neglected.

The range of applicability of formulae (γ) is *theoretically* smaller than, or at most as great as, the corresponding range for formulae (α) and (β). In practice, however, we find that the range is generally large enough, and that at times it is even greater than for formulae (α) and (β). The latter case occurs, I presume, when the regressions are not far from linear, as then (we speak here only of the regression

of the means) formula (a) cannot be extended over the limit where the denominator changes sign (which occurs in the case of very skew correlation), but formula (γ) will often apply beyond that limit. The cause of this, it seems to me, lies in a certain »inertia» of formula (γ), which arises from the fact that the linear formula

$$x_y - m_1 = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} r(y - m_2),$$

is a true theoretical regression formula for linear regression, *whatever may be the form of the correlation surface*. Thus for moderately non-linear regression we may naturally expect the parabolae of the second or third order to give the deviations from linearity.

Having studied the use of the method in four numerical examples we have proceeded to a comparison with PEARSON'S results in three of the four examples of his celebrated memoir on skew correlation.

Though PEARSON'S work on the subject is very justly regarded as a standard work, his method suffers under some disadvantages. A few which are of a theoretical nature we have mentioned in the introduction. Others of practical importance are: that the formulae are very complicated and cumbersome; that when moments below or equal to the fourth order are used the method does not give other than parabolic regression. To obtain cubical regression PEARSON must go so far as to use moments of the sixth order.

From the preceding we may now conclude that our formulae with the aid of moments to the fourth order often give as good a description of regression curves as PEARSON'S using moments to the sixth order.

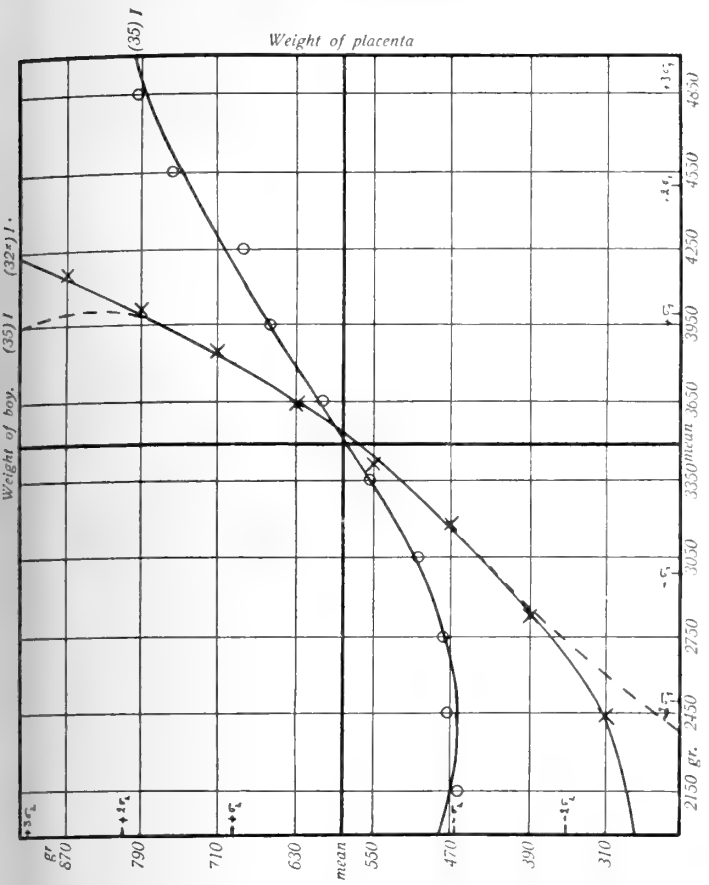
Finally we may say: that our formulae, especially (35) are very simple and ready of application; that they may easily be extended to the use of higher moments and to a more rigorous approximation; that their convergence is founded on a sound mathematical basis, and can be studied in each special case.

The arithmetical work has been carefully checked, and the plates have been drawn with the greatest possible accuracy. All the numerical work was performed on a calculator.

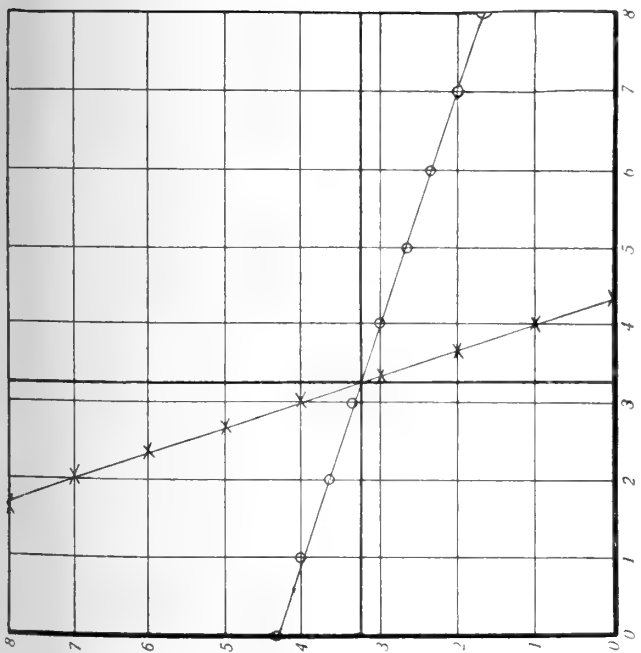
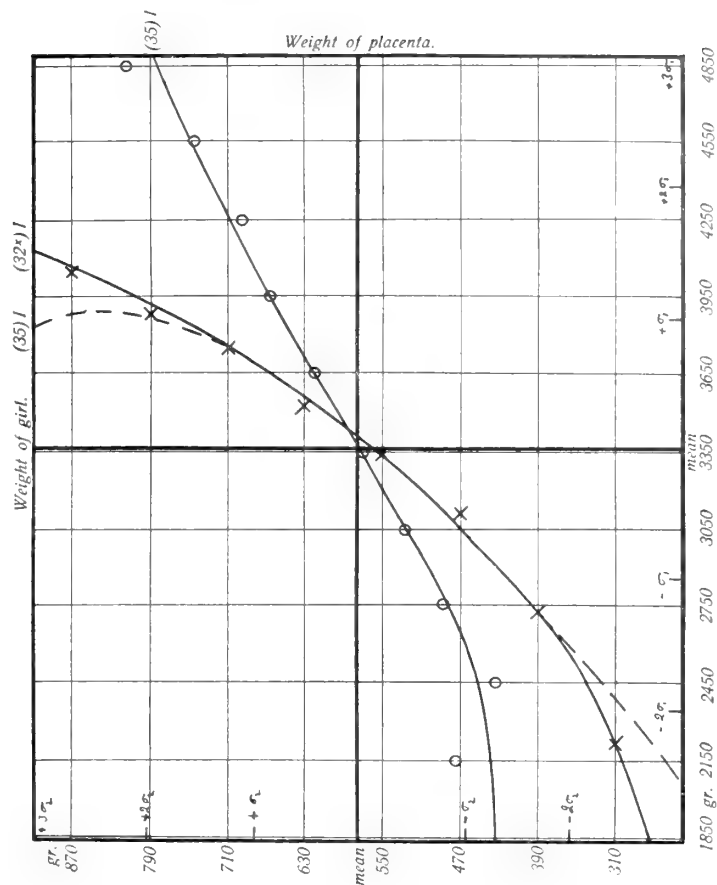
Note. Having in the preceding article thoroughly analysed the properties of the correlation function of type A in sections parallel to the xz - and yz -planes, there remains, for the purpose of application as well as from the standpoint of the theory of cognition, to consider also the properties of the function in sections parallel to the xy -plane. These sections which give rise to the curves of equal frequency or, to complete the terminology, the *iso-pyknic* curves, have been studied by the author in the »Meddelande» nr. 80.



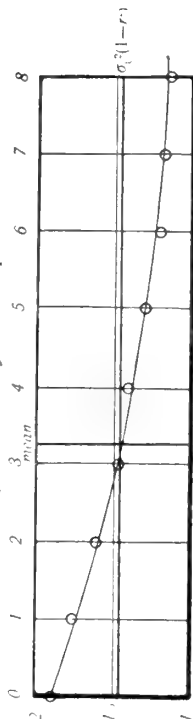
Tryckt den 7 december 1917.



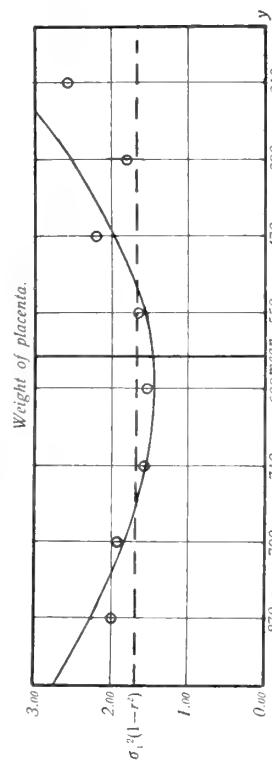
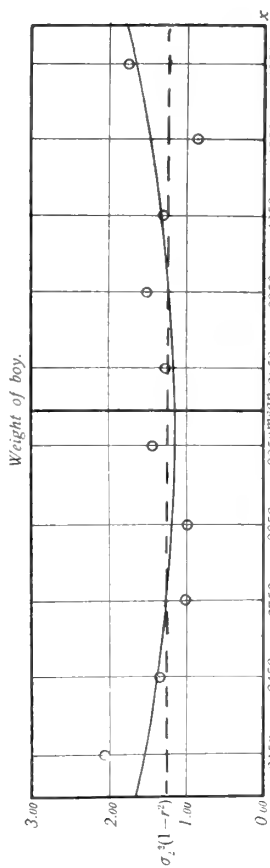
Curves of regression. Example 3.



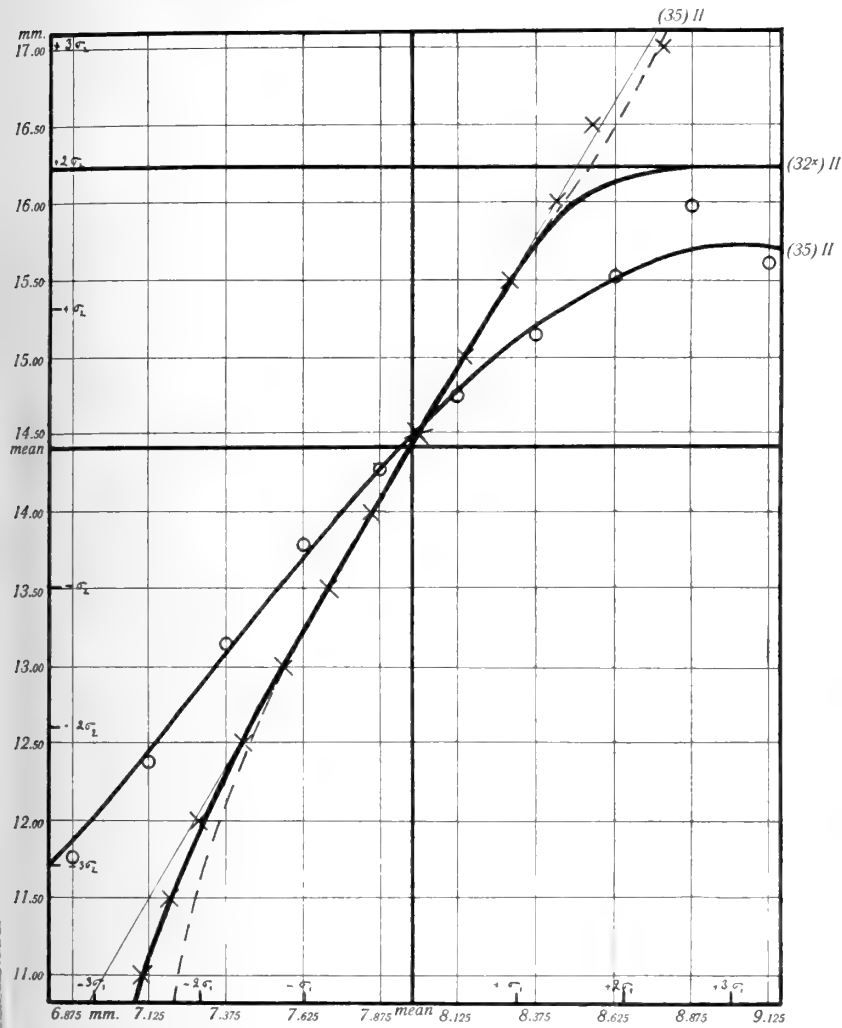
Curve of scedasticity. Example 1.



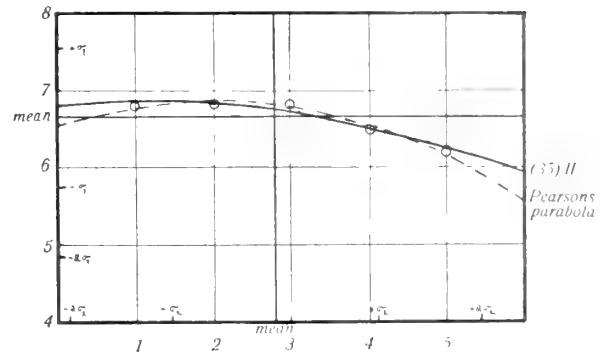
Curves of scedasticity. Example 2.



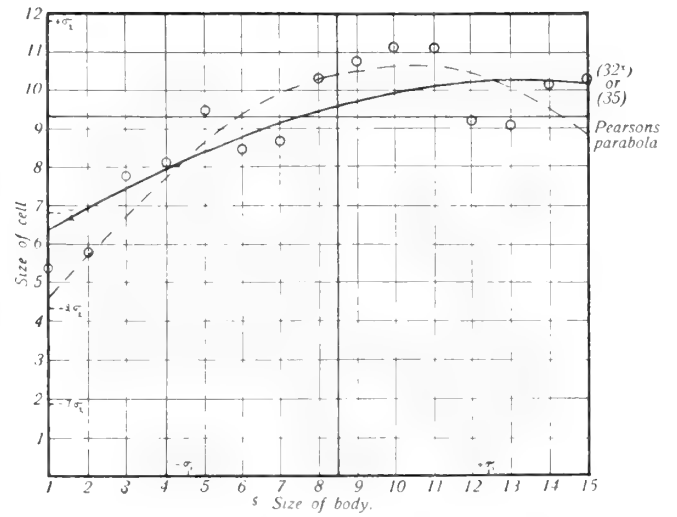
Curves of regression. Example 4.



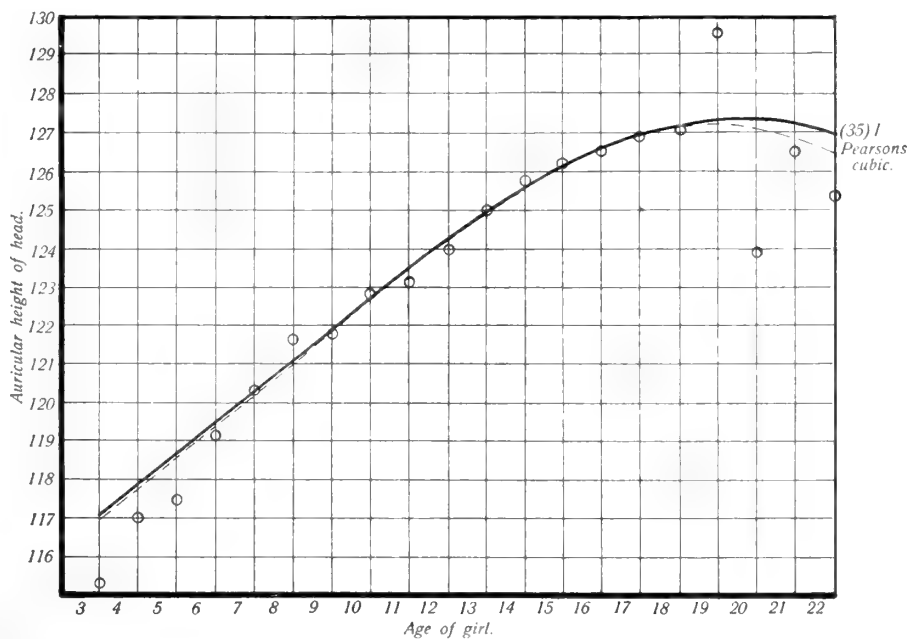
Curve of regression. Example 5.



Curve of regression. Example 7.



Curve of regression. Example 6.



RECHERCHES SUR
LE GRADIENT DU POTENTIEL ÉLECTRIQUE
DE L'ATMOSPHÈRE A UPSALA

$\varphi = 59^{\circ} 51,5' N$
 $\lambda = 15^{\circ} 10,5' E$
DE GREENWICH

PAR

HARALD NORINDER

AVEC 3 PLANCHES

COMMUNIQUÉ LE 9 MAI 1917 PAR H. HILDEBRANDSSON ET N. EKHOLM



STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1917

Avant-Propos.

Ce mémoire contient les résultats d'observations sur le gradient du potentiel électrique de l'atmosphère, effectuées à l'Institut météorologique de l'Université d'Upsala pendant la période septembre 1912—décembre 1914. On trouvera au début un exposé des procédés employés.

Le directeur de l'Institut météorologique d'Upsala M. FILIP ÅKERBLOM, professeur de météorologie à l'Université, avait engagé l'auteur à faire ces recherches, et c'est l'Institut météorologique qui a fait les frais d'acquisition des instruments.

Je tiens ici à remercier M. FILIP ÅKERBLOM qui m'a prodigué ses précieux conseils au cours de mon travail.

Je dois aussi des remerciements, pour leur part de collaboration, à ma femme, à M. JÖRAN ROSENLUND et à M:lle FRIDA JANSSON qui m'ont aidé pour le calcul numérique.

Institut météorologique de l'Université d'Upsala avril 1917.

Installation de l'électromètre enregistreur.

Le gradient du potentiel électrique (le potentiel) a été mesuré à Upsala par un électromètre à quadrants de BENNDORF (électrographe). L'instrument enregistrait le potentiel pour chaque minute.

L'électrographe avait été installé dans le vestibule du pavillon des instruments de l'Observatoire météorologique. La tige qui supportait le collecteur sortait horizontalement dans la direction du sud-est par un trou percé dans le mur de la maison. Le collecteur était à une distance de 2,0 m du sol. Les quadrants de l'électrographe ont été chargés par une pile de charge normale (type KRÜGER) composée de 100 éléments de WESTON. La pile avait un potentiel de 102 volts et était divisée en intervalles de 10 éléments. Chaque paire de quadrants a été chargée au même potentiel par la pile normale mais d'un signe contraire. En changeant le potentiel des quadrants, on pouvait changer la sensibilité de l'électrographe.

La variation absolue de la température dans la chambre d'installation n'a pas dépassé 20° C. La pile normale, qui a chargé les quadrants était indépendante de la température, c'est pourquoi les variations de la température dans la chambre d'installation n'ont pas influé sur la sensibilité de l'électrographe.

Graduation.

Le coefficient de sensibilité de l'électrographe en volts par mm de déviation a été déterminé par la méthode ordinaire en mettant l'aiguille en communication avec un potentiel connu d'une pile placée dans une chambre intérieure. Par l'enregistrement simultané de l'électrographe, on a calculé le coefficient de sensibilité. Le potentiel connu a été produit par: 1) une pile normale (type KRÜGER), 2) une pile au sulfate de magnésium (voir page 9). Celle-ci avait un potentiel presque constant pendant un long intervalle de temps.

Pour les graduations faites pendant la période $^{1/10}$ 1912— $^{2/10}$ 1913 on a mesuré le potentiel des piles, chargeant l'aiguille de l'électrographe, avec un électromètre à fils de quartz, type WULF, sans tenir compte de la température sur l'écart des fils.

Dans les graduations suivantes qui sont effectuées à l'aide d'un électromètre à fil, type LUTZ, on a cependant éliminé l'influence de la température (voir p. 9). Pour la réduction des courbes enregistrées pendant la période sept. 1912—19 février 1914, on s'est servi des coefficients de sensibilité déterminés le 14 janvier 1914. En voici les raisons: 1°) la distance bifilaire de l'électrographe a été constante pendant la période sept. 1912—19 févr. 1914; 2°) les différences entre les coefficients de sensibilité pendant ce temps-là n'étaient pas plus grandes que les erreurs que l'on aurait pu faire en négligeant l'influence de la température sur l'électromètre de WULF (voir tab. 1); 3°) les coefficients de sensibilité mesurés pendant l'année 1914 avec élimination de l'influence de la température ne présentaient que des variations insignifiantes (voir tab. 2). Depuis le 19 février 1914, on a employé pour le dépouillement les moyennes arithmétiques des coefficients de sensibilité du tab. 2 en exceptant le coefficient du $17/2$ 1915.

Tab. 1.

Date	Charge des quadrants. Nombre d'éléments de WESTON, pile type KRÜGER	Valeur en volts d'un millimètre d'écart
1912	$1/10$	± 30 10,3
	$24/10$	± 30 10,0
	$28/10$	± 30 10,1
1913	$14/1$	± 30 11,4
	$6/1$	$\left\{ \begin{array}{l} \pm 50 \\ \pm 30 \end{array} \right.$ 5,7 10,6
	$10/5$	± 30 10,2
	$15/8$	$\left\{ \begin{array}{l} \pm 50 \\ \pm 30 \\ \pm 10 \end{array} \right.$ 5,7 9,9 28,6
	$2/10$	± 30 11,2
1914	$14/1$	$\left\{ \begin{array}{l} \pm 50 \\ \pm 30 \\ \pm 20 \end{array} \right.$ 5,1 8,6 12,6
	$19/2$	$\left\{ \begin{array}{l} \pm 50 \\ \pm 30 \\ \pm 10 \end{array} \right.$ 5,2 8,7 25,7

Tab. 2.

Date	Charge des quadrants. Nombre d'éléments de WESTON, pile type KRÜGER	Valeur en volts d'un millimètre d'écart
1914	$21/2$	$\left\{ \begin{array}{l} \pm 50 \\ \pm 30 \\ \pm 20 \end{array} \right.$ 10,1 10,2 16,8 24,9
	$3/1$	$\left\{ \begin{array}{l} \pm 50 \\ \pm 30 \end{array} \right.$ 10,5 10,7 18,1
	$14/5$	$\left\{ \begin{array}{l} \pm 50 \\ \pm 30 \\ \pm 20 \end{array} \right.$ 10,6 18,9 28,9
	$23/6$	$\left\{ \begin{array}{l} \pm 50 \\ \pm 30 \end{array} \right.$ 10,5 18,5
	$20/8$	$\left\{ \begin{array}{l} + 50 \\ + 30 \\ \pm 20 \end{array} \right.$ 10,3 17,0 26,2
	$30/10$	$\left\{ \begin{array}{l} \pm 50 \\ \pm 30 \end{array} \right.$ 10,1 17,4
1915	$[7/2]$	$\left\{ \begin{array}{l} \pm 50 \\ \pm 30 \end{array} \right.$ 9,9 17,0

Le $19/2$ 1914 à 5 h. p. m. on a changé la distance bifilaire de l'électrographe, ce qui a amené de nouveaux coefficients de sensibilité donnés au tab. 2 ci-dessus.

Collecteur.

La prise de potentiel était faite par un collecteur à l'ionium fourni par la maison GÜNTHER et TEGETMEYER de Braunschweig.

Le disque métallique couvert d'ionium, diamètre 2,3 cm, couvert d'une mince surface en émail, était protégé par une capsule métallique.

Jusqu'au 27 nov. 1913, le disque couvert d'ionium était porté par une perche en forme de T. passant horizontalement par un trou dans le mur. La perche reposait sur deux isoloirs de soufre fixés au mur intérieur et desséchés dans une caisse par du chlorure de chaux.

Le collecteur + la perche + le fil métallique qui relie le collecteur à l'électromètre + l'aiguille de l'électromètre formaient un système fermé de conducteurs. Avec un condensateur de deux plaques circulaires la capacité du système à été mesurée à 260 cm environ.

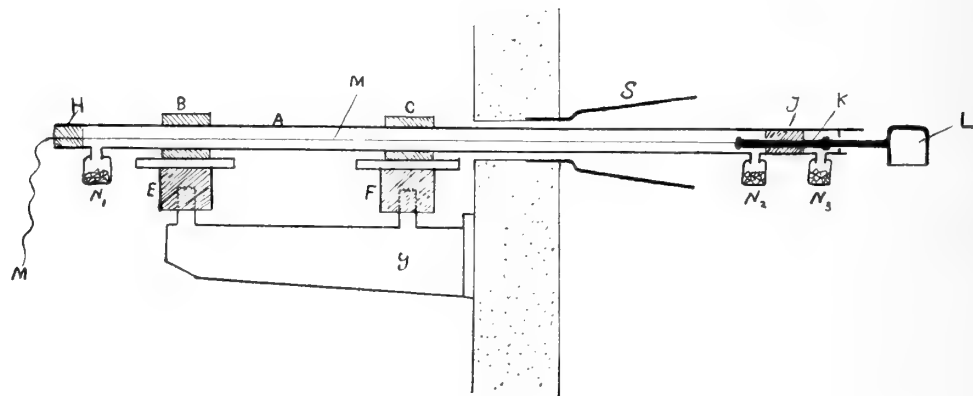


Fig. 1.

Ce dispositif de collecteur ressemble à peu près aux arrangements dans d'autres endroits, soit que la prise de potentiel ait été faite par un collecteur à veine liquide ou à élément radioactif. Quand le collecteur avec son point actif est relié à une tige horizontale et sans abri, il se produit à mon avis les inconvénients suivants:

1) La capacité totale du système devient inutilement grande, ce qui empêche l'enregistrement des variations rapides du potentiel.

2) La tige isolée prend à la neige et à la pluie des charges propres d'électricité qui ne se déchargent pas assez vite par le collecteur. Dans le cas actuel la surface de la tige de collecteur exposée aux précipitations était de 880 cm² surface et par conséquent trop grande en comparaison de celle du disque de collecteur qui était de 40 cm².

Pour diminuer ces inconvénients j'ai construit, après quelques essais préliminaires en novembre 1913, un nouveau dispositif de collecteur (voir fig. 1).

Un tube d'aluminium A fut fixé avec des isoloirs doubles de soufre B, C et E, F à la console G du mur, bien étayée contre les oscillations. Dans le tube A, furent placés deux isoloirs de soufre H et I. Au centre de la partie extérieure de I fut

fixée une petite tige métallique K qui portait la capsule de collecteur L. La tige K fut directement reliée avec l'électrographe par le fil central M. Les petits réservoirs N_1 , N_2 , N_3 , pour le chlorure de chaux desséchaient les surfaces des isoloirs dans le tube. S formait un manteau conique d'abri contre les araignées. Sans cet abri celles-ci pouvaient perturber l'enregistrement en plaçant des fils, conducteurs dans l'air humide, entre la tige de collecteur et le mur. En enduisant de temps en temps la surface S avec de la colle gluante, on empêchait les araignées d'atteindre le tube A.

L'installation du nouveau dispositif de collecteur entraîna les avantages suivants:

1°) La capacité du système fut ramenée à 102 cm, ce qui facilitait l'enregistrement des variations rapides du potentiel.

2°) La surface exposée aux précipitations n'était que celle de L, soit 40 cm² environ. Avec le dispositif précédent la surface correspondante était de 880 cm². Les perturbations directes par précipitations diminuaient donc ainsi.

3°) Si l'isolation intérieure à I et à H dans des circonstances défavorables ne fonctionnait pas, l'enregistrement de l'électrographe continuait quoiqu'avec une plus grande capacité.

Isolation et charge.

Avant le montage de l'électrographe on a constaté par des épreuves que l'isolation de ses divers accessoires était bonne. Comme c'est déjà montré dans d'autres publications,¹ il importe de mesurer l'isolation et la vitesse de charge de tout le système (électrographe + fil + tige + collecteur) aussi pendant l'enregistrement.

La vitesse de charge a été mesurée en mettant subitement en fonction le collecteur après l'avoir relié au sol. La courbe de charge au potentiel de l'atmosphère a été obtenue par l'enregistrement. La déperdition électrique du système a été mesurée en fermant le collecteur avec un couvercle métallique et en chargeant le système fermé à 100—250 volts. La courbe de déperdition a été enregistrée par l'instrument.

Nous donnons ci-dessous le resultat de cinq observations faites à des occasions différentes. La vitesse de charge est donnée par le pour cent du potentiel atmosphérique (du moment de l'observation) avec lequel le système de collecteur se chargeait pendant la première minute après que la communication avec le sol avait été rompue. La décharge est donnée en nombre de volts que le système chargé, le collecteur étant fermé, perdait en deux minutes.

Vitesse de charge en % pendant la première minute	23	34	28	66	40
Décharge en deux minutes, en volts	2,1	3,2	5,8	7,5	7,0

¹ BENNDORF, H.: Wien. Ber. 118 II a. Wien 1909. — ISING, G.: Några luftelektriska iakttagelser i Lappland. K. Svenska V. A:s arkiv för matematik, astronomi och fysik, Bd 7, n:o 8. Stockholm 1911. — NORINDER, E. H.: Observations de l'électricité atmosphérique à Vassijaure. K. Svenska V. A:s handlingar, Bd 55, n:o 6. Stockholm 1916.

Comme on le voit, les valeurs des observations différentes varient. Il importe de noter que les grandes valeurs de décharge 5,8, 7,0 et 7,5 volts ont été observées avec le système chargé à 100—200 volts au-dessus du potentiel atmosphérique au moment de l'observation.

Réduction au plan.

Les réductions au plan, nécessaires pour déterminer les valeurs absolues du champ en volts par mètre, ont été faites sur une plaine ouverte et sans cause de perturbation, située environ à 150 m à l'ouest du pavillon des instruments.

On a placé verticalement sur le sol une canne d'ébonite longue de 1,5 m et bien vernie à la gomme-laque. Cette canne ne pouvait pas perturber les surfaces équipotentiellles au voisinage. A la canne d'ébonite ont été fixés par de petites bandes deux collecteurs à l'ionium du même type et des mêmes dimensions que celui de l'électrographe. On pouvait changer très facilement la distance des collecteurs en déplaçant les bandes.

On pouvait supposer que les collecteurs fixés à la même canne d'ébonite, l'un près de l'autre, peuvent perturber réciproquement leur champ électrique. Pour éviter en quelque mesure cette cause d'erreur, j'ai fixé chaque collecteur à une canne d'ébonite, avec une distance de 5 m entre les deux. Par un changement des collecteurs, en mettant le supérieur à l'une place, l'inférieur à l'autre et vice versa, on pouvait éliminer les petites perturbations causées par les irrégularités du sol.

La différence du potentiel en volts/mètre entre les deux collecteurs a été mesurée avec un électromètre de LUTZ. Des deux collecteurs deux fils étaient tendus horizontalement à l'électromètre: l'un des collecteurs a été relié à la corde mobile de l'électromètre de LUTZ et l'autre fil a été relié à l'enveloppe de l'électromètre, isolée par des plaques de paraffine et de soufre. L'électromètre était placé à une distance assez grande pour éviter des perturbations du champ dans le voisinage des collecteurs. L'instrument était entouré d'un chapiteau en tôle de fer relié avec le sol. Ce chapiteau muni d'un thermomètre servait d'abri contre: les rayons directs du soleil, les changements rapides de la température, les charges d'influence.

En se servant de deux collecteurs, l'un placé au-dessus de l'autre, on éliminait les erreurs causées par déperdition dans l'atmosphère. La déperdition baisseraient probablement dans la même proportion le potentiel des deux fils. Au reste les fils qui passaient dans les surfaces équipotentiellles fonctionnaient comme collecteurs, car ils se chargeaient partiellement avec les capsules de collecteur fermées.

Quand à titre d'essai j'ai mesuré le coefficient de réduction au plan en décembre 1913, l'écart de l'électromètre de LUTZ ne m'a pas paru indépendant de la température. Pour étudier cette cause d'erreur dont on n'a pas assez tenu compte, j'ai pris les dispositions suivantes.

D'abord j'ai diminué autant que possible le coefficient de température par le dispositif pour la compensation de la température de l'électromètre. Pour étalonner

l'électromètre, j'ai construit une pile au sulfate de magnésium avec une densité spécifique de la dissolution saline de 1,04. La pile était formée par 100 petits tubes de verre. On remplissait le tiers des tubes avec la dissolution du sel, après quoi on les recouvrait de paraffine liquide. Les tubes furent montés dans une plaque de paraffine. La partie des électrodes au-dessus du liquide, de même que le bord des tubes, furent paraffinés afin d'éviter la formation de sels grimpants et l'évaporation. Le potentiel de la pile fut pratiquement constant pendant plusieurs mois et, huit mois après le montage, le potentiel n'avait diminué que de 4 %, diminution causée par l'évaporation dans quelques éléments. D'après l'étude de M. DAMIEN¹ le potentiel de cet élément au sulfate de magnésium est compris entre 1,04 à 1,06 volts et reste presque indépendant du degré de concentration de la dissolution saline et de la température. Deux jours après le montage, j'ai calculé avec un potentiel de 1,05 volt de chaque élément. Les différences des potentiels entre les différentes intervalles de 10 éléments étaient les mêmes. Au cours des étalonnages de l'électromètre de LUTZ, la température de la pile était toujours + 17° Cels. environ, tandis que la température de l'électromètre fut variée. D'abord l'électromètre, étant placé dans la même chambre que la pile, fut étalonné à une température de 17,2°. Puis il fut exposé hors de la maison à l'air libre et quand il eut atteint une température de - 10,5° un nouvel étalonnage fut fait. Enfin un étalonnage de contrôle à + 17° concorda avec la première série. Egalement on entreprit un étalonnage de l'électromètre à la température de + 4,0°. Un écart de 50,0 divisions d'échelle donna 109,4 volts à + 17,2°; le même écart donna 91,3 volts à - 10,5°. En se servant de l'étalonnage on traça des courbes de graduation pour les températures citées de l'électromètre et par interpolation pour les températures intermédiaires on évita l'erreur de la température. J'ai aussi mesuré l'influence de la température sur l'électromètre de WULF mis à notre disposition par le Comité de Vassijaure. Quelquefois j'ai employé cet électromètre pour déterminer le coefficient de sensibilité de l'électrographe (voir page 4). Un écart de 165 degrés d'échelle donnait 164,6 volts à une température de l'électromètre de + 17° C., 169,2 volts à - 15° C. Il ressort de cette recherche que les électromètres à fils employés en plein air sont exposés à des causes d'erreur par suite de l'influence de la température.

Les mesures indiquées plus haut sur le gradient du potentiel électrique ont été exécutées pendant des intervalles de temps que le champ électrique n'était pas perturbé. Au cours de ces mesures les lectures de l'électromètre furent faites pour chaque minute et à la seconde même où l'électrographe enregistrait le potentiel. Le facteur de réduction au plan k est calculé par la formule $\frac{dv}{dh} = kV$, où $\frac{dv}{dh}$ désigne le gradient du potentiel en volts/mètre et V désigne le potentiel simultanément de l'électrographe. Nous donnons ci-dessous le résultat.

¹ DAMIEN, B. C.: Lumière électrique XVIII, 1885, p. 361.

A. Ancien dispositif du collecteur de l'électrographe.

Les collecteurs étaient fixés à la même canne d'ébonite.

Tab. 3.

Date	Nombre des observ.	Valeur de k
20/1	44	0,70
22/1	41	0,52
23/2	38	0,65
24/2	34	0,76
24/2	43	0,76
24/2	53	0,87
25/2	46	0,69

De ces valeurs, on a calculé la moyenne arithmétique de $k = 0,71$. On a considéré les trois groupes du 24/2 comme indépendants, puisqu'ils sont faits une fois avec et deux fois sans protecteur conique autour de la tige du collecteur.

B. Nouveau dispositif du collecteur de l'électrographe.

Tab. 4.

Collecteurs fixés à la même canne d'ébonite, l'un au-dessus de l'autre. Cas 1			Collecteurs fixés à deux cannes d'ébonite à une distance horizontale de 5 mètres. Cas 2		
Date	Nombre des observations	Valeur de k	Date	Nombre des observations	Valeur de k
1914 16/1	76	0,72	1914 25/11	17	0,70
22/4	45	0,81	1915 4/6	13 1 ^{re} position	0,72
14/5	32	0,60	»	13 2 ^e position	0,66
			»	13 1 ^{re} position	0,70

Dans la deuxième position du cas 2 (tab. 4) on a changé la place des collecteurs sur les cannes respectives. Les différences entre les valeurs de k trouvées dans la 1^{re} et la 2^e position sont évidemment plus petites que les erreurs à craindre dans les valeurs isolées. Encore plus petites sont les différences entre les valeurs moyennes de k au cas 1 et 2. De là, il résulte que les collecteurs fixés à la même canne d'ébonite ne perturbent pas sensiblement le champ électrique entre eux. Pour cette raison, j'ai donné le même poids à toutes les valeurs de k , dont la moyenne pour le nouveau dispositif de collecteur est 0,70. La différence de k pour les deux dispositifs de collecteur est insignifiante. De là, en réduisant tous les enregistrements pendant la période sept. 1912—déc. 1914, j'ai pris comme facteur de réduction $k = 0,71$.

Dépouillements des courbes et réduction en volts/mètre.

Les temps indiqués dans ce mémoire se rapportent au temps civil suédois (= temps moyen de l'Europe centrale) qui est de $10^m 30^s$ en retard sur le temps local d'Upsala.

Par une échelle en millimètres, j'ai fait le dépouillement des enregistrements toutes les six minutes. Par exemple, le dépouillement pour une heure à 2^h p. m. a commencé à 1^h 30^m p. m., et a été fait toutes les six minutes jusqu'à 2^h 24^m p. m. La moyenne des dix valeurs a été multipliée par le facteur de sensibilité correspondant à la charge des quadrants de l'électromètre (tab. 1, 2) et par le facteur k de réduction. De cette façon on a, pour l'heure en question, calculé le potentiel en volts/mètre réduit au plan. Les valeurs horaires du potentiel ainsi calculées sont données pour la période d'observation au tab. 19 (p. 29).

Il est arrivé quelquefois au moment de variations vives et fortes du potentiel que certains des 60 points de l'heure atteignaient la limite de l'enregistrement. Autant que possible on diminuait alors la sensibilité de l'électrographe. Les valeurs horaires du potentiel calculées avec des enregistrements à la limite sont imprimées avec des caractères plus petits dans le tab. 19. On n'a pas exclu ces valeurs pour le calcul des moyennes générales. Si l'enregistrement pendant une heure a été interrompu et si le potentiel ne montrait pas de grandes variations pendant les heures voisines, le potentiel de cette heure a été interpolé. Ces valeurs sont marquées dans les tableaux par un i .

Classification des jours et calcul des moyennes.

Dans beaucoup d'observatoires où l'on a fait de longues séries d'observations sur le gradient du potentiel, on n'a employé pour le calcul des moyennes des variations quotidiennes et annuelles que certains jours avec un potentiel que l'on a noté comme plus ou moins non perturbé. Il est regrettable que les principes changent pour le choix de ces jours «non perturbés». Un certain nombre d'observateurs ont calculé les moyennes des jours par ciel serein et sans précipitation, d'autres ont établi les moyennes d'un certain nombre de journées ayant pendant l'enregistrement un potentiel principalement positif. On n'a pas tenu compte des autres conditions météorologiques.

A Upsala on a pris en compte le plus grand nombre de jours possible pendant la période d'observation. On a seulement exclu du calcul les jours ayant un potentiel incertain par suite d'un défaut d'isolation ou d'enregistrement. Les dates des jours exclus ont été données en parenthèse dans les tableaux. Si à Upsala on n'avait calculé que les jours non perturbés par précipitation, brouillard, poussière, nuages inférieurs les recherches n'auraient porté que sur 14 % du temps pendant la période d'observation. Ainsi on n'aurait pas obtenu un aperçu général sur le gradient du potentiel considéré comme phénomène météorologique.

Quand on fait des recherches sur le potentiel, pendant une période assez longue, il importe de donner à chaque jour un certain caractère gradué au point de vue des perturbations. En comparant chaque jour les courbes du potentiel d'une part au journal météorologique tenu à l'Institut météorologique d'ici sur les observations de précipitation, des nuages, du brouillard etc.¹ d'autre part aux notes prises directement par moi, chaque jour le potentiel (0^h a. m.—12^h p. m.) a été marqué d'un certain caractère, indiqué dans les tableaux, d'après les principes suivants:

0 = potentiel positif et régulier, les jours sans précipitation et brouillard, la nébulosité généralement < 5 et toujours < 5 quand les nuages consistaient en nimbus et stratus.

1 = potentiel positif sans perturbations visibles de brouillard et de précipitation.

2 = potentiel positif et perturbations insignifiantes par précipitation et brouillard.

3 = potentiel changeant de signe, ou le potentiel gardant le signe positif avec perturbations assez fortes causées par précipitation, brouillard ou poussière (en quelques cas).

4 = potentiel très perturbé avec de nombreux changements de signe et avec des irrégularités, se présentant en même temps que de fortes précipitations, du brouillard ou d'autres causes de perturbation.

On a calculé des moyennes de mois, de saisons et d'années en réunissant les jours présentant le même caractère de perturbation. Par ex. l'indication car. 0—2 signifie que la moyenne de la période en question se composait de jours ayant le caractère 0, 1 et 2.

Perturbations du champ électrique.

Une première remarque sur les observations du potentiel par rapport à certaines perturbations ne manque pas d'intérêt. Pendant les jours calmes et sereins on constatait un champ électrique normal et un potentiel positif avec une variation diurne bien marquée. Mais les brouillards, les précipitations et les orages de grande intensité perturbaient le champ, tandis que les précipitations faibles et les brouillards faibles ne causaient pas de grandes différences du potentiel par comparaison avec les jours sereins. Des particules solides de poussière et de neige tourbillonnant dans les couches d'air voisines du pavillon des instruments produisaient quelquefois de petites perturbations négatives du potentiel.

Les perturbations les plus remarquables m'ont paru être les suivantes:

a) Brouillard. Le brouillard entourant le pavillon des instruments ou se trouvant à une petite hauteur au-dessus du sol dans les environs de l'observatoire agrandissait positivement le potentiel. Seulement pendant 4 heures le brouillard a coïncidé, avec le potentiel négatif; trois de ces heures tombaient en été et l'explication doit être que le brouillard était accompagné de pluie avec des charges négatives.

¹ ÅKERBLÖM, F.: Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsala. 1912—1914.

Pour étudier quantitativement l'agrandissement du potentiel par le brouillard, on a choisi d'après le journal météorologique de l'Institut en 1913 et 1914 toutes les heures où régnait un assez fort brouillard. On a calculé une moyenne du potentiel pour ces heures (au nombre de 310). Pour éviter les erreurs de variation diurne et annuelle du potentiel, on a calculé une moyenne correspondante du potentiel pendant les jours les plus voisins et non perturbés (caractère 0, 1 et dans quelques exceptions 2). On trouvera le résultat dans le tableau ci-dessous:

Tab. 5.

Années 1913, 1914	Hiver	Printemps. Automne	Été
	Déc., Janv., Févr.	Mars, Avril, Mai Sept., Oct., Nov.	Juin, Juillet, Août
Moyenne du potentiel pendant heures avec brouillard volts/mètre	147	143	68
Nombre d'observations	134	142	34
Moyenne pendant les heures correspondantes des jours voisins non perturbés volts/mètre	101	74	54
Nombre d'observations	134	142	34

Il en résulte que le plus petit agrandissement du potentiel par le brouillard se faisait en été et le plus grand au printemps et en automne.

b) Orage. L'électrographe fut installé pour enregistrer le potentiel relativement non perturbé. Voilà pourquoi pendant les orages et les pluies, l'aiguille de l'électrographe atteignit parfois la limite d'enregistrement, en sorte qu'on peut seulement faire quelques remarques sur la marche générale du potentiel pendant les orages.

Si les orages passaient plus centralement au-dessus d'Upsala le potentiel variait entre de hautes valeurs positives et négatives. Simultanément il pleuvait parfois violemment ce qui explique en partie les variations brusques, d'autant plus que les violentes averses en été produisaient assez souvent un champ extrêmement positif.

Les orages qui étaient plus éloignés d'Upsala et qui n'apportaient pas de pluie sur la ville provoquaient ordinairement de fortes perturbations négatives. Cette observation a été faite en 1913—1914 dans 9 cas différents. Trois orages à distance n'ont amené que de petites irrégularités à la courbe du potentiel. Un orage à 30 km a été accompagné d'une forte perturbation négative.

c) Pluie. Une remarque préliminaire s'impose d'abord. Il y a une différence entre les perturbations du potentiel produites par la pluie en été et en hiver. En hiver les pluies étaient plus manifestement suivies de grands potentiels négatifs qu'en été où nous avons observé des pluies de courte durée avec un champ positif intense. Cela a motivé une étude spéciale où l'on a noté en 1913 et 1914 le signe positif ou négatif de la perturbation par la pluie. La perturbation a été considérée comme positive si le gradient était positif et notablement plus élevé que la moyenne des

jours non perturbés; comme négative si le gradient était assez haut mais négatif. Les cas avec pluie d'orage, pluie mêlée de neige, ou brouillard pendant la pluie ont été laissés de côté. En hiver (déc.—févr.), ce n'est que 6 % des pluies qui ont amené une perturbation positive; au printemps et en automne (mars—mai, sept.—nov.) 17 %; en été (juin—août) 40 %.

Le tableau qui suit donne le nombre d'heures avec un potentiel positif ou négatif en pour cent pour chaque mois de 1913 et 1914.

Tab. 6.

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	Année
Pos. . . .	98	98	96	95	96	93	97	96	96	98	95	92	96
Nég. . . .	2	2	4	5	4	7	3	4	4	2	5	8	4

La répartition des gradients positifs et négatifs au tab. 6 est partiellement causée par des perturbations de pluie.

Dans le tab. n:o 7, nous donnons le nombre des valeurs horaires négatives du potentiel qui d'après le tab. 19 tombent dans les différents intervalles de 3 heures divisant la journée de 24 heures pendant les mois d'été et d'hiver en 1913 et 1914. Le tableau indique aussi la quantité de pluie enregistrée à l'Institut pendant les mêmes intervalles.

Tab. 7.

Upsala 1913—1914	1—3	4—6	7—9	10—12	1—3	4—6	7—9	10—12
Heures	a. m.	a. m.	a. m.	a. m.	p. m.	p. m.	p. m.	p. m.
Pluie en mm mai—sept.	57,1	43,3	73,0	73,4	84,0	74,6	68,8	49,5
Nombre d'heures avec gradients négatifs mai—sept.	23	27	32	46	59	50	30	36
Nombre d'heures avec gradients négatifs oct.—avril.	43	45	54	60	56	44	46	32

Il résulte de ce tableau que pendant la période mai—sept. le nombre des gradients négatifs ainsi que la quantité de pluie atteignait le maximum pendant l'intervalle 1^h—3^h p. m.

Pour étudier plus en détail l'influence de l'intensité de la pluie sur le potentiel on a pendant la période mai—sept. 1913 et 1914 calculé le tab. n:o 8. On a exclu les pluies accompagnées d'orages et de brouillards.

Tab. 8.

Quantité d'eau enregistrée en mm par heure entre	0,1—0,3	0,4—0,6	0,7—0,9	1,0—1,9	2,0—2,9	3,0—> 3,0
Moyenne du potentiel enregistrée en même temps volts/mètre . .	+ 11	— 28	— 35	— 38	— 38	+ 21
Nombre d'observations	202	75	39	66	16	21

Il résulte du tableau que: 1°) pendant les pluies faibles 0,1—0,3 mm par heure, le potentiel est positif et inférieur de 44 volts à la moyenne (55 volts) des jours non perturbés (mai—sept. 1913, 1914); 2°) pendant les pluies 0,4—2,9 mm p. h. le potentiel est négatif et inférieur de 83—93 volts à la même moyenne; 3°) pendant les pluies intenses ≥ 3 mm p. h. le potentiel est positif et inférieur de 34 volts à la même moyenne. Les pluies qui par des observations directes se montraient intenses et locales ont provoqué des gradients positifs du champ. Les pluies d'une durée plus longue et d'une intensité moins grande et qui tombaient sur une plus grande étendue ont, pour la plupart du temps amené des gradients négatifs du champ.

d) Neige. On a étudié, pendant les années 1913, 1914, les courbes d'enregistrement de l'électrographe au point de vue des perturbations, quand la précipitation se composait: a) de neige exclusivement, b) de neige mêlée de pluie. On a exclu les périodes de précipitation durant moins d'une heure. Pendant une période de précipitation, on a noté la perturbation sans tenir compte de la durée de la précipitation d'après les principes suivants: 1) la perturbation était considérée comme positive, quand le potentiel était considérablement supérieur à la moyenne normale des jours voisins; 2) comme négative quand le potentiel était inférieur à la moyenne normale; 3) comme positive-négative lorsque, pendant la même période de précipitation, le potentiel était et supérieur et inférieur à la moyenne normale. Le tab. 9 indique la perturbation en pour cent des cas considérés, dont le nombre était 53.

Tab. 9.

Neige et perturbation	Neige mêlée de pluie et perturbation
positive 47 %	—
positive-négative 21 %	15 %
négative 4 %	13 %

Il résulte du tab. 9 que la neige mêlée de pluie n'a produit que des perturbations positives-négatives et négatives.

Pour étudier quantitativement les perturbations par la neige, on a en 1913, 1914 choisi 97 heures avec chute de neige très prononcée. La moyenne du potentiel pendant ces heures a été de 212 volts. Pour les heures correspondantes des jours les plus voisins (car. 0, 1 et dans quelques exceptions car. 2) la moyenne a été de 98 volts, ce qui montre l'agrandissement du potentiel par la neige.

Afin de constater la valeur du potentiel par rapport à la température pendant les chutes de neige, on a dressé le tableau 10.

Tab. 10.

Température de l'air Cels.	$\leq -5,5$	-5,4	-3,5	-1,4	-0,4	$\geq +0,6$
		↓	↓	↓	↓	
		-3,6	-1,5	-0,5	+0,5	
Potentiel v/m	296	174	159	120	78	27
Nombre d'observations	84	40	99	59	81	100

La fréquence relative de la neige sous forme de flocons ou sous d'autres formes dépend de la température de l'air pendant la chute de neige. Pendant l'hivernage antarctique du «*Belgica*», M. A. DOBROWOLSKI¹ a constaté que pour une température de l'air variant entre $+1^\circ$ et -5° C. la neige est tombée en forme de flocons dans 85 % des cas, entre -5° et -10° C. dans 9 % des cas. Par conséquent il est aussi possible que, lorsque pendant les températures basses on avait des chutes de neige, les potentiels agrandis s'expliquent par la forme de la neige ou plutôt par la grandeur superficielle des particules de neige.

Quelques perturbations particulières.

Le $1/11$ 1912, le potentiel est bas, la neige balayant le sol sans atteindre cependant la tige du collecteur.

Le $26/1$ 1913, 11^h a. m.—midi, le potentiel est négatif. En même temps le givre tombait des arbres du parc de l'observatoire.

Les $7/6$, $8/6$, $18/6$, $19/6$, $20/6$, $3/8$, 1913, perturbations isolées produites par des nuages de poussière.

Le $9/1$ 1914, 8^h a. m.—midi, avec une température de l'air de -8° C. et avec une vitesse du vent de 8 m/sec., la neige balaie violemment le sol. Le champ est extrêmement positif.

Les $24/4$ — $27/4$, $29/4$ — $30/4$ 1914, le champ est négatif par suite de perturbations produites par la poussière. Pendant ces jours le sol dans les environs d'Upsala était très sec, et surtout dans les champs non couverts d'herbes on pouvait voir des nuages de poussière. De temps en temps des nuages de poussière enveloppaient tout le parc de l'observatoire. La vue était obstruée par la grande quantité de poussière que contenaient les couches inférieures de l'atmosphère.

Les $19/5$, $26/5$, $28/8$, $26/9$ 1914, perturbations isolées produites par la poussière. Les $5/7$ — $10/7$ 1914, le champ est faible et en même temps on observe un brouillard sec intense à Upsala et dans d'autres endroits de la Suède.

Le 21 août 1914 il a eu une éclipse partielle du soleil à Upsala, commençant à 6^h 9^m p. m. (temps civil) et se terminant à 2^h 25^m p. m. avec sa plus grande phase à 1^h 18^m p. m., étant de 0,98 du diamètre du soleil. Nous n'avons observé aucune influence visible de l'éclipse sur l'enregistrement du potentiel.

¹ DOBROWOLSKI, A.: Expédition antarctique Belge, Voyage du Belgica. Météorologie (neige et givre), p. 56. Anvers 1903.

Variations diurnes du potentiel.

Les variations diurnes du potentiel groupées par saisons et mois pendant la période déc. 1912—déc. 1914 ressortent des tableaux ci-dessous:

Tab. 11. Variation diurne du potentiel en volts par mètre. 1912—1914.
Moyennes mensuelles. Upsala.

	1 a	2 a	3 a	4 a	5 a	6 a	7 a	8 a	9 a	10 a	11 a	Midi	1 p	2 p	3 p	4 p	5 p	6 p	7 p	8 p	9 p	10 p	11 p	Minuit	Carac tère	Nombre de jours
Janvier	75	68	68	67	69	70	78	93	107	104	106	117	125	146	159	154	142	153	157	151	131	111	107	92	0-1	20
	83	72	73	69	68	67	80	91	104	107	108	111	115	131	145	147	137	145	149	146	128	108	102	89	0-2	32
	78	67	71	68	77	80	93	107	120	128	129	143	150	163	170	165	165	163	172	170	138	108	103	88	0-4	58
Février	63	57	53	54	51	63	76	81	90	87	87	88	85	89	95	103	111	120	124	123	112	97	83	78	0-1	12
	68	59	58	60	57	64	77	84	93	96	93	97	97	99	100	106	107	115	123	128	117	100	93	85	0-2	30
	70	64	62	63	61	67	62	85	93	86	78	87	95	88	98	102	106	112	111	108	97	96	89	79	0-4	53
Mars	55	54	51	54	55	62	78	94	105	104	111	112	111	109	99	97	98	97	104	106	95	78	66	61	0-1	15
	52	52	50	52	55	68	82	97	99	99	96	94	99	98	95	94	93	106	107	107	96	87	68	60	0-2	31
	54	54	54	56	57	66	77	89	86	82	77	73	90	87	82	81	78	87	92	97	87	73	65	61	0-4	57
Avril	35	35	34	30	30	39	61	78	75	69	59	58	57	58	60	60	57	56	59	61	56	53	45	38	0-1	17
	43	39	38	33	35	43	65	79	75	69	64	61	61	61	65	66	63	65	70	80	71	59	49	43	0-2	30
	46	47	39	36	36	40	61	70	65	61	55	55	55	54	58	63	54	58	59	70	67	57	58	44	0-4	54
Mai	36	34	32	33	35	46	54	56	58	55	51	50	49	49	52	52	54	55	53	61	63	59	53	42	0-1	20
	39	34	30	31	34	45	54	59	58	54	50	47	47	48	48	50	52	54	55	63	64	58	53	44	0-2	35
	35	27	23	30	37	43	50	53	47	47	43	40	40	39	52	48	52	47	57	60	52	51	42	35	0-4	58
Juin	46	40	32	31	40	54	65	67	62	59	56	52	48	49	51	50	51	55	60	69	69	64	62	58	0-1	19
	44	41	34	32	38	50	61	65	60	56	55	50	45	45	47	49	50	53	57	64	64	60	58	51	0-2	31
	40	36	31	35	38	53	54	46	35	32	29	29	29	19	48	45	39	52	57	55	69	45	45	46	0-4	54
Juillet	45	41	36	36	43	51	62	65	66	66	59	57	55	52	53	63	54	71	62	69	67	56	52	45	0-1	16
	44	41	43	40	45	59	67	69	67	65	58	59	56	54	52	52	54	65	61	59	67	60	51	47	0-2	30
	46	45	44	36	44	60	62	59	51	61	40	45	37	42	43	56	50	58	57	68	63	60	54	43	0-4	59
Août	40	34	31	29	33	42	57	63	59	62	57	58	56	55	53	53	53	57	57	73	74	68	66	58	0-1	14
	50	40	38	37	41	52	71	70	59	57	56	56	57	57	57	55	47	52	57	67	70	58	71	61	0-2	28
	49	39	39	41	40	49	57	61	53	54	52	42	40	45	42	48	39	56	49	72	63	52	59	58	0-4	53
Sept.	43	40	37	34	36	40	52	61	62	63	60	60	62	63	67	71	71	73	76	86	83	66	64	53	0-1	21
	42	39	38	37	38	40	52	62	62	65	62	62	62	63	67	73	70	73	79	90	81	66	62	52	0-2	35
	35	27	37	39	38	34	52	59	57	66	52	56	48	54	65	69	60	58	71	73	65	58	50	46	0-4	54
Oct.	43	40	37	38	37	41	52	63	69	71	69	66	68	71	75	74	71	77	73	75	78	66	58	52	0-1	15
	45	44	40	41	41	45	60	71	78	78	73	73	77	83	84	83	81	84	85	90	87	73	65	55	0-2	27
	49	46	38	38	36	42	49	63	68	66	66	63	63	72	75	70	75	77	74	71	69	66	58	48	0-4	50
Nov.	44	42	41	39	41	47	60	81	79	73	91	88	95	94	101	105	104	88	91	80	76	73	58	53	0-1	7
	46	46	42	47	46	49	58	76	79	72	75	74	79	83	84	73	81	83	89	89	78	67	57	50	0-2	26
	37	35	36	38	35	47	53	74	82	88	79	58	57	74	73	57	79	83	83	84	70	67	55	46	0-4	55
Déc.	66	62	58	57	58	67	74	84	100	107	123	124	132	132	122	126	135	146	141	133	116	101	88	74	0-1	12
	61	57	53	52	51	60	69	82	91	97	107	108	108	109	112	111	114	113	114	116	108	89	74	68	0-2	28
	41	35	29	44	45	48	49	74	92	89	96	94	90	94	83	86	96	111	105	109	93	81	73	57	0-4	61

Tab. 12. Variation diurne du potentiel en volts par mètre.
 Décembre 1912—Novembre 1914. Upsala.

Moyennes de saisons Hiver : déc., janv., févr.
 Printemps : mars, avril, mai
 Été : juin, juillet, août
 Automne : sept., oct., nov.

	1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	10a	11a	Midi	1p	2p	3p	4p	5p	6p	7p	8p	9p	10p	11p	Mi- nuît	Carac- tère	Nombre de jours
Hiver	67	59	57	56	58	64	73	84	95	93	106	113	113	123	125	121	122	127	131	126	122	103	99	84	0	17
	66	60	58	57	58	64	72	82	93	92	98	104	109	117	120	121	120	129	131	128	112	97	89	78	0-1	49
	69	61	56	60	59	65	76	85	98	98	103	105	107	114	120	124	123	129	132	134	119	99	90	81	0-2	93
	70	62	60	60	61	67	80	89	98	99	103	107	114	114	109	119	123	126	129	131	111	94	92	79	0-4	172
Prin- temps	40	38	38	38	38	48	65	79	85	80	76	76	74	75	72	70	69	74	74	77	71	62	52	44	0	32
	43	40	38	38	39	48	64	74	78	73	71	70	69	69	69	68	68	67	70	73	70	62	55	46	0-1	52
	45	42	39	39	41	52	67	78	77	74	69	67	79	69	69	70	69	75	78	83	77	68	56	49	0-2	96
	46	43	39	40	43	50	63	70	67	63	58	56	62	60	64	64	62	64	69	76	68	60	55	47	0-4	169
Été	46	43	36	35	48	52	62	67	63	60	57	54	51	50	52	50	49	52	53	64	65	58	55	51	0	27
	43	39	33	33	40	50	62	67	63	62	58	57	54	53	53	56	53	60	59	69	69	62	59	53	0-1	49
	46	40	39	36	41	54	67	68	62	59	56	56	53	51	52	53	52	57	58	67	68	64	62	53	0-2	89
	45	39	38	36	40	39	58	58	49	50	41	38	36	36	45	49	43	56	54	64	65	52	52	49	0-4	166
Autom- ne	41	39	36	34	34	37	45	65	70	73	71	69	71	70	75	76	76	79	79	82	78	68	58	49	0	17
	43	40	38	36	38	41	53	66	67	67	69	67	69	71	75	78	76	76	78	82	82	68	61	52	0-1	43
	45	43	40	41	42	45	56	70	73	72	70	70	73	76	79	79	77	80	84	89	82	69	61	52	0-2	88
	40	36	37	36	36	41	51	66	69	74	66	58	56	67	70	65	71	72	76	76	68	64	54	46	0-4	159
Année	49	45	42	41	44	50	61	74	78	76	77	78	77	79	81	78	79	82	84	87	84	73	66	57	0	93
	49	45	42	41	44	51	63	72	75	73	74	75	75	78	79	81	79	83	85	88	83	72	66	57	0-1	193
	51	47	43	44	46	54	67	75	78	76	74	77	78	78	80	81	80	85	88	93	87	75	67	59	0-2	366
	50	40	44	43	45	52	63	71	71	72	67	65	67	69	72	73	75	79	82	87	78	68	64	55	0-4	666

Les variations diurnes sont aussi graphiquement représentées par les planches I et II. Les moyennes horaires sur lesquelles on a construit les courbes, ont été adoucies par la formule $\frac{1}{4}(a + 2b + c)$ où a , b et c sont des valeurs horaires consécutives.

Une remarque préliminaire est nécessaire: c'est que l'on a calculé les moyennes saisonnières pour la période décembre 1912—novembre 1914 et les moyennes mensuelles pour la période janvier 1913—décembre 1914.

1. Aperçu général des saisons.

Dans la variation diurne du potentiel, nous avons constaté:

$$a) \text{ En hiver un maximum}^1 \text{ du soir car. } \begin{cases} 0 \text{ } 7^{\text{h}} \text{ p. m. } + 35 \% \\ 0-2 \text{ } 8^{\text{h}} \text{ p. m. } + 40 \% \\ 0-4 \text{ } 8^{\text{h}} \text{ p. m. } + 36 \% \end{cases}$$

¹ Après l'indication des caractères, on a inscrit les temps des maxima et des minima et leurs différences en pour cent par rapport à la moyenne saisonnière respective.

$$\text{un minimum du matin car. } \begin{cases} 0 \text{ 4}^{\text{h}} \text{ a. m. } - 42 \text{ } \% \\ 0-2 \text{ 3}^{\text{h}} \text{ a. m. } - 42 \text{ } \% \\ 0-4 \text{ 4}^{\text{h}} \text{ a. m. } - 37 \text{ } \% \end{cases}$$

L'oscillation est à simple période. Les caractères différents concordent généralement.

$$\text{b) Au printemps un maximum du soir car. } \begin{cases} 0 \text{ 8}^{\text{h}} \text{ p. m. } + 22 \text{ } \% \\ 0-2 \text{ 8}^{\text{h}} \text{ p. m. } + 30 \text{ } \% \\ 0-4 \text{ 8}^{\text{h}} \text{ p. m. } + 31 \text{ } \% \end{cases}$$

$$\text{un maximum d'avant midi car. } \begin{cases} 0 \text{ 9}^{\text{h}} \text{ a. m. } + 35 \text{ } \% \\ 0-2 \text{ 8}^{\text{h}} \text{ a. m. } + 22 \text{ } \% \\ 0-4 \text{ 8}^{\text{h}} \text{ a. m. } + 21 \text{ } \% \end{cases}$$

$$\text{un minimum du matin car. } \begin{cases} 0 \text{ 3}^{\text{h}} \text{ a. m. } - 40 \text{ } \% \\ 0-2 \text{ 4}^{\text{h}} \text{ a. m. } - 39 \text{ } \% \\ 0-4 \text{ 3}^{\text{h}} \text{ a. m. } - 33 \text{ } \% \end{cases}$$

Au voisinage de midi on trouve un minimum faible, surtout dans les car. 3—4 et dans les car. 0—1. Ce minimum est probablement causé par des perturbations de précipitation. L'allure générale des divers caractères est concordante et elle forme avec les deux maxima et les deux minima une transition entre les régimes d'hiver et d'été.

$$\text{c) En été un maximum du soir car. } \begin{cases} 0 \text{ 9}^{\text{h}} \text{ p. m. } + 23 \text{ } \% \\ 0-2 \text{ 9}^{\text{h}} \text{ p. m. } + 24 \text{ } \% \\ 0-4 \text{ 9}^{\text{h}} \text{ p. m. } + 35 \text{ } \% \end{cases}$$

$$\text{un maximum d'avant midi car. } \begin{cases} 0 \text{ 8}^{\text{h}} \text{ a. m. } + 26 \text{ } \% \\ 0-2 \text{ 8}^{\text{h}} \text{ a. m. } + 24 \text{ } \% \\ 0-4 \text{ 8}^{\text{h}} \text{ a. m. } + 21 \text{ } \% \end{cases}$$

$$\text{un minimum du matin car. } \begin{cases} 0 \text{ 3}^{\text{h}} \text{ a. m. } - 32 \text{ } \% \\ 0-2 \text{ 4}^{\text{h}} \text{ a. m. } - 35 \text{ } \% \\ 0-4 \text{ 4}^{\text{h}} \text{ a. m. } - 25 \text{ } \% \end{cases}$$

$$\text{un minimum du midi car. } \begin{cases} 0-2 \text{ 2}^{\text{h}} \text{ p. m. } - 7 \text{ } \% \\ 0-4 \text{ 1}^{\text{h}} \text{ p. m. } - 25 \text{ } \% \end{cases}$$

Le minimum de midi très net dans les car. 0—4 et dans les car. 3—4, est, à ce qu'il paraît, partiellement produit par des perturbations de poussière et de précipitation. Pendant les étés 1913 et 1914, le maximum horaire diurne de précipitation s'est produit vers midi (voir p. 14 tab. 7). Une dépression sensible du potentiel pendant quelques heures après midi apparaît aussi pendant les jours non perturbés par la poussière et les précipitations.

$$\text{d) En automne un maximum du soir car. } \begin{cases} 0 \text{ 8}^{\text{h}} \text{ p. m. } + 32 \text{ } \% \\ 0-2 \text{ 8}^{\text{h}} \text{ p. m. } + 37 \text{ } \% \\ 0-4 \text{ 7}^{\text{h}} \text{ p. m. } + 31 \text{ } \% \end{cases}$$

$$\text{un maximum d'avant midi car. } \begin{cases} 0 \text{ 10}^{\text{h}} \text{ a. m. } + 18 \text{ } \% \\ 0-2 \text{ 9}^{\text{h}} \text{ a. m. } + 12 \text{ } \% \\ 0-4 \text{ 10}^{\text{h}} \text{ a. m. } + 28 \text{ } \% \end{cases}$$

$$\text{un minimum du matin car. } \begin{cases} 0 \text{ 4}^{\text{h}} \text{ a. m. } - 45 \text{ } \% \\ 0-2 \text{ 3}^{\text{h}} \text{ a. m. } - 39 \text{ } \% \\ 0-4 \text{ 4}^{\text{h}} \text{ a. m. } - 38 \text{ } \% \end{cases}$$

$$\text{un minimum du midi car. 0—4 à 1}^{\text{h}} \text{ p. m. } - 3 \text{ } \%.$$

Le type de la variation diurne des jours relativement non perturbés (car. 0 et car. 0—2) avec une tendance faible au maximum avant midi et au minimum vers midi ressemble à la variation des caractères correspondants en hiver.

2. Changements de la variation diurne par suite de perturbations.

La classification des courbes enrégistrées du potentiel rend possible d'étudier sous quels rapports les perturbations ont changé les variations diurnes. Ces changements apparaissent dans l'aperçu des saisons donné ci-dessus et deviennent encore plus clairs par la comparaison des courbes de la planche I. La variation diurne des saisons est pratiquement la même, que les calculs portent sur les jours non perturbés (car. 0) ou bien que l'on prenne en compte aussi les jours faiblement perturbés (car. 0—2). Dans ce dernier cas les irrégularités de perturbation sont probablement adoucies par le plus grand nombre des observations. Si l'on calcule la variation diurne de toutes les observations, c'est-à-dire si l'on prend en compte aussi les jours fortement perturbés, on peut voir que la divergence des jours non perturbés s'établit surtout par un changement d'amplitude.

Les précipitations ont sans doute donné lieu aux plus fortes perturbations. J'ai déjà montré que les chutes de neige ont généralement augmenté le potentiel tandis que les pluies l'ont généralement diminué. Cela ressort du tab. 12 et de la pl. I. En comparant la variation diurne des jours fortement perturbés (car. 3—4) avec celle de toutes les observations (car. 0—4), on constate en hiver pour quelques heures de la journée une augmentation du potentiel. Dans les autres saisons, on remarque au contraire une dépression du potentiel pour la plupart des heures de la journée causée par les fortes perturbations. Les premières heures du jour donnent la plus petite différence entre les courbes des car. 0—4 et 3—4, ce qui pour celles-ci prouve une perturbation diminuée.

Plus spécialement on peut étudier l'action perturbatrice opposée des précipitations en considérant les courbes de la variation diurne pendant les mois d'hiver (janv., févr., déc.) voir pl. II. La concordance de la variation diurne est générale si l'on calcule avec des jours presque non perturbés de précipitations (car. 0—2). Si au contraire, on calcule aussi avec les jours perturbés (car. 0—4), la concordance entre la variation diurne des mois d'hiver fait défaut. La courbe de janvier, car. 0—4, ressemble bien à celle des car. 0—2, mais pour la plupart des heures la même courbe est située au-dessus de celle des car. 0—2. Au contraire en décembre et en février, les courbes des car. 0—4 sont plus irrégulières et plus basses que les courbes correspondantes des car. 0—2. En janvier 1913 et 1914, il est tombé de la neige pendant 78 % des jours¹ de précipitation, de la pluie pendant 16 %; les chiffres correspondants ont été: pour 1913—1914, en février, de la neige pendant 41 %, de la pluie pendant 41 %; en décembre, de la neige pendant 30 %, de la pluie pendant 50 %. La quantité de pluie relativement grande en février et en décembre en comparaison de celle de janvier a donc provoqué une perturbation de la variation diurne du potentiel en sens inverse.

¹ Comme jours de précipitation, on a compté les jours pendant lesquels la précipitation mesurée à l'Institut à 8^h a. m. se composait de neige, de pluie ou d'un mélange des deux.

3. Résumé.

La variation diurne du potentiel à Upsala montre: 1) en hiver (déc.—févr.) une oscillation simple avec le maximum du soir à 7^h—8^h p. m., le minimum du matin vers 3^h—4^h a. m., 2) en été (juin—août) une oscillation double avec le maximum du soir à 9^h p. m., le maximum d'avant midi à 8^h a. m., le minimum du matin à 3^h—4^h a. m., le minimum de midi à 1^h—2^h p. m. La marche diurne en automne et au printemps forme une transition. Si en calculant la variation diurne des saisons, 1) on n'exclue pas les jours de perturbations faibles car. 0—2, la marche diurne ne diffère pas sensiblement de celle des jours absolument non perturbés; 2) si l'on tient compte de toutes les observations, aussi des jours fortement perturbés, la différence des jours non perturbés s'établit surtout par un changement d'amplitudes.

Variation annuelle du potentiel.

Le tableau ci-après donne la variation annuelle du potentiel à Upsala.

Tab. 13. Moyennes mensuelles du potentiel en volts par mètre 1913—1914. Upsala.

Caractère et année	Jan.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy.	
0—1	1913	104	76	74	62	54	50	62	60	60	61	67	102	69
	1914	114	94	99	44	46	57	51	51	59	60	61	91	69
	moy.	109	85	87	53	50	53	57	56	59	60	64	96	69
0—2	1913	102	84	76	62	53	52	62	66	65	60	64	107	71
	1914	113	97	91	54	45	51	50	47	55	76	72	70	68
	moy.	108	90	83	58	49	52	56	56	60	68	68	88	70
0—4	1913	109	81	70	57	50	42	60	58	66	59	56	105	68
	1914	134	92	80	52	37	42	42	40	61	68	47	61	
	moy.	122	87	76	55	44	42	51	50	53	60	62	76	64

Le maximum annuel se produit en hiver (janvier ou décembre), le minimum au printemps ou en été. L'époque minimum varie, pour les car. 0—1, elle est survenue en juin 1913 et en avril 1914. Des observations analogues ont été faites entre autres par BLUMENSCHNEIN¹ à Kremsmünster.

La différence entre le maximum et le minimum en pour cent de la moyenne annuelle correspondante ressort du tableau suivant:

Tab. 14.

	Caractère 0—1	Caractère 0—2	Caractère 0—4
1913	78 %	77 %	99 %
1914	101 »	100 »	158 »

¹ Wien. Ber. 121. I. Wien 1912.

Tab. 15.

Stations	Latitude	Longitude de Green- wich	Altitude au-dessus de la mer, mètres	Année	Hiver Mois	Été Mois
Cap Thordsen, Spitzberg	78° 28' N	15° 42' E	90	1882—1883	XI, XII, I, II, III	VI, VII, VIII
Danmarksbavn	76° 41' N	15° 15' W	8	1908		VI, VII
Karasjok	69° 17' N	25° 35' E	129	1904—1905	XII, I, II	VI, VII, VIII
Vassijaure	68° 21' N	18° 11' E	506	1909—1910	XI, XII, I, II, III	V, VI, VII, VIII
Upsala	59° 51' N	15° 10' E	24	1912—1914	XII, I, II	VI, VII, VIII
Helsingfors	60° 10' N	24° 57' E	116	1894—1896	XII, I, II	VI, VII, VIII
Potsdam	52° 23' N	13° 4' E	85	1905—1909	XI, XII, I, II	V, VI, VII, VIII
Kow	51° 28' N	0° 19' W	6	1898—1904	XI, XII, I, II	V, VI, VII, VIII
Paris	48° 41' N	2° 20' E	50	1894—1899	XII, I, II	V, VI, VII, VIII
Munich	48° 9' N	11° 34' E	526	1905—1910	XII, I, II	VI, VII, VIII
Kremsmünster	48° 3' N	14° 18' E	400	1902—1911	XI, XII, I, II, III	IV, V, VI, VII, VIII, IX, X
Davos	46° 41' N	9° 49' E	1560	1908—1910	XII, I, II	VI, VII, VIII
Trieste	45° 39' N	13° 41' E	70	1902—1905	XI, XII, I, II	V, VI, VII, VIII
Ebro	40° 49' N	0° 2' E	51	1910—1914	XII, I, II	V, VI, VII, VIII
Tokio	35° 41' N	139° 41' E	21	1900—1901	XII, I, II	V, VI, VII, VIII
Helwan	29° 52' N	31° 20' E	102	1906—1908	X, XI, XII, I, II, III	IV, V, VI, VII, VIII, IX
Samoa	13° 48' S	171° 46' W	10	1906—1908	V, VI, VII, VIII, IX, X	XI, XII, I, II, III, IV
Ile Peterman, Terre de Graham	65° 10' S	64° 14' W	10	1909	VI, VII, VIII	
Ile Wandel, Terre de Graham .	65° 4' S	63° 26' W	10	1904		XI, XII
Cape Evans, Détroit de Mac Murdo	77° 38' S	166° 24' E	—	1911—1912		

P u b l i c a t i o n s

- ANDRÉE, S. A., Observations faites au Cap Thordsen, Spitzberg. *Électricité Atmosphérique. Expédition polaire suédoise 1882—1883. Tome II:2.* Stockholm 1887.
- LÜDELING, G., Die luftelektrischen Messungen ausgeführt von A. Wegener auf der Danmark-Expedition 1906—1908. *Meddelelser om Grönland.* Köpenhamn 1912.
- SIMPSON, GEORGE C., Atmospheric electricity in high latitudes. *Phil. Trans. Roy. Soc. (A)* 205. London 1906.
- NORINDER, E. H., Observations de l'électricité atmosphérique à Vassijaure. *Kungl. Svenska Vetenskaps-Akad. Handl. Bd. 55. N:o 6.* Stockholm 1916.
- Observations météorologiques faites à Helsingfors. Helsingfors 1895—1897.
- LÜDELING, G., Einige Ergebnisse fünfjähriger Registrierungen des luftelektrischen Potentialgefälles in Potsdam. *Ber. d. Kgl. Preuss. Meteorolog. Institutes* 1909. Berlin 1910.
- CHREE, C., A discussion of atmospheric electric potential results at Kew etc. *Phil. Trans. Roy. Soc. (A)*. 206 London 1906.
- CHAUVEAU, A. B., Étude de la variation diurne de l'électricité atmosphérique. *Annales du Bureau Météorologique. Memoires.* Paris 1902.
- LUTZ, C. W., Luftelektrische Messungen am Erdmagnetischen Observatorium (Sternwarte). München. *Sitzber. d. Kgl. Bayer. Akad. d. Wiss., math. naturw. Kl. München* 1911.
- BLUMENSCHNEIN, A., Bearbeitung der Potentialgefälle-Registrierungen in Kremsmünster in den Jahren 1902—1911. *Wien. Sitzber. math.-naturw. Kl. Wien* 1912.
- DORNO, C., Studie über Licht und Luft des Hochgebirges. II. Gruppe. Luftelektricität. Viewig u. Sohn. Braunschweig 1911.
- BROMMER, ALOIS, Das atmosphärische Potentialgefälle in Triest nach den Beobachtungen von November 1902 bis März 1905. *Wien. Sitzber., math.-naturw. Kl. Wien* 1909.
- CIRERA, RICARDO, Boletin mensual del observatorio del Ebro. Tortosa 1910—1914.
- Observations on the atmospheric electricity. *Annual meteorological report 1900—1901.* Tokio.
- HURST, H. E., A discussion of the observations on atmospheric electricity at Helwan observatory. *Survey department paper n:o 10.* Cairo 1909.
- ANGENHEISTER, G., Die luftelektrischen Beobachtungen am Samoa Observatorium 1906, 1907, 1908. *Abh. d. Kgl. Ges. d. Wiss., math.-naturw. Kl. Göttingen* 1911.
- ROUGH, J., *Électricité atmosphérique. Sciences physiques. Deuxième expédition antarctique française 1908—1910.* Paris 1913.
- REV, J. J., *Électricité atmosphérique. Expédition antarctique française 1904—1905, commandée par le Dr. Charcot.* Paris 1911.
- SIMPSON, G. C., Chief results of the met. observ. made on Captain Scotts british expedition 1911—1912. *Quarterly Journ. of Meteorol. Soc. vol. XL p. 221.* London 1914.

Les moyennes des jours faiblement perturbés, car. 0—1 et car. 0—2, concordent pour la même année; pour les car. 0—4, on remarque une plus grande différence. En 1914, l'amplitude pour les car. 0—1, 0—2 (en pour cent de la moy. correspondante) est supérieure à celle de 1913 de 23 %. La même variation entre les années différentes a été observée dans d'autres endroits.

La moyenne annuelle des car. 0—1 est la même pour 1913 et 1914, savoir 69 volts/mètre. Les moyennes annuelles en 1913 et en 1914 sont pour les car. 0—2 71 et 68 volts/mètre, pour les car. 0—4 68 et 61 volts-mètre respectivement.

Comparaison entre le potentiel à Upsala et celui de quelques autres endroits.

Une comparaison entre les observations faites sur le potentiel à Upsala et celles faites dans différents endroits en Europe et hors d'Europe offre un certain intérêt.

1) Comparaison des variations diurnes du potentiel.

Les variations diurnes du champ de 18 stations pendant les jours relativement non perturbés sont représentées sur la pl. III. Le tab. 15 p. 22 contient une liste des lieux d'observation. Il faut remarquer que les séries d'observations ne portent pas sur le même temps ni sur un temps de durée égale. Pourtant on est fondé à faire une comparaison, puisqu'on peut assez exactement calculer les variations diurnes du potentiel pour une saison à l'aide de séries d'observations moins étendues. Cela résulte d'une comparaison entre les mêmes saisons de différentes années pour ce qui concerne les séries d'observations du potentiel, qui dans quelques endroits ont porté sur un assez grand nombre d'années.

Dans quelques endroits la valeur absolue du potentiel en volts/mètre est incertain. C'est pourquoi les courbes reproduites à la pl. III sont en pour cent de la moyenne de la saison. Autant que possible nous avons donné la variation diurne aussi bien pour l'hiver que pour l'été.

Hiver. Dans la plupart des stations l'oscillation est à simple période avec des amplitudes variables. Le maximum du soir se produit vers 7^h—8^h p. m. (temps local) et le minimum du matin vers 3^h—4^h a. m. A Kew et à Tokio, l'oscillation est manifestement à double période. La marche différente pour Kew s'expliquera sans doute en partie par le principe particulier à la selection de jours non perturbés, principe qui diverge de celui des autres endroits, puisque d'après M. G. DOBSON¹ »it has been the practice in the past at Kew to select the curves for ten days in the month, in which there were no negative or unmeasurable portions and these alone were considered». Il faut remarquer qu'à Trieste on constate le maximum déjà à 2^h p. m. Pendant l'hiver, époque des vents alizés, la variation à Samoa est nettement à simple

¹ DOBSON, G.: A comparison of the electrical conditions of the atmosphere at Kew and Eskdalemuir. Meteor. Offic. Geophysical Memoirs n:o 7. London 1914.

période, contrairement à celle de Batavia (non reproduite ici), qui est nettement à double période.

Notons qu'en hiver la variation diurne du potentiel est nettement à simple période à Cap Thordsen, à Vassijaure et à Karasjok, situés à des hautes latitudes boréales, et de même à l'île Peterman (l'Antarctique).

Été. La variation diurne à Upsala et dans les endroits de l'hémisphère Nord situés plus au Sud est à double période sauf pour Trieste. A cette place la variation est différente avec un fort déplacement du maximum et du minimum et avec une dépression faible à midi. A Munich, Davos et Tokio, le maximum d'avant midi est assez fort. La différence entre le minimum de midi et la moyenne saisonnière est très petite à Upsala, Munich, Kremsmünster, Ebro et Helwan.

Aux stations arctiques de Cap Thordsen et de Danmarks-Havn, l'oscillation diurne en été est nettement à simple période de même qu'à Karasjok. A Vassijaure, situé un peu plus au Sud, le maximum d'avant midi n'est que très faiblement marqué.

La variation diurne à l'île Wandel (l'Antarctique) est à simple période en été. A la suite de la dernière expédition antarctique de SCOTT dans le détroit de Mac Murdo du côté à peu près opposé à l'Antarctique, M:r G. SIMPSON a publié¹ des moyennes annuelles préliminaires pour les variations diurnes du champ. Avec son maximum principal à 8^h a. m. et son minimum à 3^h p. m., la variation diffère de celle des autres stations arctiques et antarctiques. Il importe de remarquer surtout qu'elle est exactement le contraire de celle de l'île Wandel et de l'île Petermann. Il résulte de la comparaison pour l'été que: la variation est à simple période aux latitudes arctiques et antarctiques, à double période aux latitudes plus basses. Les observations sur les hautes latitudes ne sont pas nombreuses en sorte que nous n'indiquons que sous réserves les différences constatées. Ce n'est que par des observations plus nombreuses sur les régions arctiques que l'on pourra entièrement éclaircir ces questions.

Pour étudier dans un cas spécial si une différence assez grande de latitude, dans des conditions semblables de perturbation et d'exposition, pouvait changer la variation diurne du potentiel, on a comparé le gradient du potentiel à Upsala avec celui d'Ebro pendant la période déc. 1912—nov. 1914.² L'altitude au-dessus du niveau de la mer est relativement faible dans les deux endroits (voir tab. 15) et l'exposition générale est analogue. A Upsala et à Ebro, les collecteurs avaient leur point de charge à une distance de 160 cm du mur de la maison et les tiges de collecteur étaient à Upsala à 3 m du sol et à Ebro à 5 m. Les maisons d'où l'on a observé le potentiel avaient à peu près la même forme avec des toits assez bas et situés peu au-dessus des tiges de collecteur respectives. Les deux observatoires sont situés tout près des villes et isolés des amas de maisons. En comparant les résultats, on a pris, pour les deux stations, les moyennes des jours non perturbés (car. 0—1) choisis pratiquement d'après les mêmes principes. Les résultats pour Ebro ressortent du tableau ci-dessus:

¹ Quarterly journal of the meteorological society 1914. Vol. XL (July). London 1914.

² Ebro Boletín 1910—1914. Observatorio Ebro-Tortosa (Espagne).

Tab. 16. Variation diurne du potentiel électrique. Ebro.
Période 1912 déc.—1914 nov.

Saisons: hiver = déc.—janv.—févr.
été = juin—juillet—août.

Ebro	1 a	2 a	3 a	4 a	5 a	6 a	7 a	8 a	9 a	10 a	11 a	Midi	1 p	2 p	3 p	4 p	5 p	6 p	7 p	8 p	9 p	10 p	11 p	Mi- nuite
Hiver	96	91	89	96	98	104	113	119	126	126	131	140	146	148	150	147	140	150	155	157	151	137	122	114
Été	81	75	74	70	73	81	95	102	91	96	91	88	87	85	82	80	83	99	106	124	114	104	93	82

En comparant les moyennes du tab. 16 aux moyennes correspondantes d'Upsala car. 0—1 (tab. 12), on constate pour les deux endroits une concordance générale dans la variation diurne en hiver et en été. Au tab. 17, on trouvera les heures du maximum et du minimum et l'écart en pour cent de la moyenne des saisons respectives.

Tab. 17.

	Hiver			Été				
	Moyenne saisonnière en volts/m.	Maximum du soir	Minimum du matin	Moyenne saisonnière en volts/m.	Maximum du soir	Minimum du matin	Maximum d'avant midi	Minimum d'après midi
Upsala	94	7 ^h p. m. + 39 %	4 ^h a. m. — 39 %	55	8 ^h p. m. + 25 %	4 ^h a. m. — 40 %	8 ^h a. m. + 22 %	3 ^h —4 ^h p. m. — 4 %
Ebro	127	8 ^h p. m. + 24 %	3 ^h a. m. — 30 %	89	8 ^h p. m. + 39 %	4 ^h a. m. — 21 %	8 ^h a. m. + 15 %	4 ^h p. m. — 10 %

La concordance générale de la variation diurne du potentiel est d'autant plus remarquable que la grande différence de latitude entre Ebro et Upsala entraîne une différence considérable dans les conditions de l'hiver dans les deux endroits.

2. Comparaison de la variation annuelle.

La variation annuelle du potentiel à Upsala avec son maximum en déc.—janv. et avec son minimum au printemps ou en été concorde avec celle de la plupart des endroits où l'on a établi des moyennes comparables. Le rapport entre la moyenne du potentiel en hiver et en été a été calculé pour quelques lieux d'observations (voir tab. 18).

Tab. 18.

		Upsala 1912—1914 1,75	Vassijaure 1909—1910 1,78
Potsdam 1904—1908 1,49	Eskdalemuir 1911 1,64	Kew 1911 1,60	Munich 1905—1910 1,79
Kremsmünster 1902—1911 2,07	Davos 1909—1910 2,12	Trieste 1902—1905 1,17	Ebro 1910—1914 1,27
Helwan 1906—1908 0,83	Buenos-Aires 1911—1912 1,79	Ile Peterman 1909 0,52	Détroit Mac Murdo 1911—1912 0,80

Il résulte du tab. 18 que: à Upsala, Kremsmünster, Munich et Davos, le rapport du potentiel (moy. hiver/été) est relativement grand. En hiver ces endroits ont ordinairement un nombre relativement grand de jours de neige et de gelée, ce qui, sans doute, est une des causes du haut potentiel aussi pendant les jours non perturbés.

Sur les zones tempérées de l'hémisphère Sud, on n'a publié d'observations exactes du potentiel que celles de G. BERNDT¹ à Buenos-Aires, lesquelles, d'après le tab. 18, donnent comme valeur 1,79. Il faut remarquer que M. BERNDT s'est servi d'observations faites à 8^h a. m., 2^h p. m., 8^h p. m. pour le calcul des moyennes du potentiel, tandis que pour le calcul des moyennes de l'hémisphère Nord on a employé des observations faites pendant 24 heures par jour. Si l'on calculait le rapport entre le potentiel en hiver et en été à Upsala en se servant des mêmes heures qu'à Buenos-Aires, le rapport correspondant au tab. 18 serait 1,80. En supposant une variation diurne analogue dans les deux endroits on constate donc une différence insignifiante soit qu'on tienne compte seulement des observations à 8^h a. m., 2^h p. m., et 8^h p. m., soit que l'on calcule avec des observations effectuées pendant 24 heures par jour.

Pendant l'expédition anglaise (DISCOVERY)² dans le détroit de Mac Murdo et pendant la première expédition³ française (CHARCOT) à l'île Wandel, on a déjà constaté une différence de la variation annuelle d'avec celle de l'hémisphère Nord. Dans l'Antarctique, le maximum du potentiel s'établit en été et le minimum du potentiel en hiver. Les observations plus détaillées de la seconde expédition³ française à l'île Peterman et de la dernière expédition³ de SCOTT dans le détroit de Mac Murdo ont donné des résultats semblables, ce qui ressort aussi du tab. 18. Les observations déjà publiées sur le potentiel dans l'Antarctique ne sont malheureusement pas assez étendues et uniformes pour que l'on puisse expliquer la divergence des autres stations en fait

¹ BERNDT, G.: Luftelektrische Beobachtungen in Argentinien. Veröffentlichungen des Deutschen Wissenschaftlichen Vereins in Buenos Aires n:o 3. Berlin 1913. Ref. Met. Zeitschrift, Juill. 1913.

² WILSON, C. T. R.: Discussion of the observations of atmospheric electricity. National antarctic expedition 1901—1904. London 1908.

³ Voir tab. 15.

de la variation annuelle du potentiel. Il résulte des observations faites à Buenos-Aires et à Samoa que cette variation différente ne s'étende pas sur tout l'hémisphère austral.

La variation annuelle à Upsala calculée avec les car. 0—4 (toutes les observations possibles) a son maximum en janvier, tandis que les stations plus au Nord, Vassijaure et Sodankylä, ont leurs maxima respectifs au printemps, Vassijaure en avril. Comme je l'ai déjà montré,¹ le maximum de printemps à Vassijaure s'explique par des perturbations temporaires provenant d'un chasse-neige intense durant quelques jours. A Upsala les perturbations causées par la neige en hiver n'ont pas été assez fortes pour pouvoir déplacer le maximum annuel comme cela a été le cas à Vassijaure et probablement aussi à Sodankylä.

¹ NORINDER, E. H.: Observations de l'électricité atmosphérique à Vassijaure. Kungl. Sv. Vetenskaps-Akad:s Handl. Bd. 55 n:o 6. Stockholm 1916.

Tab. 19.
Upsala. Potentiel électrique volts par mètre.

Septembre 1912.

Date	Carac- tère	1 a. m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a. m.	Midi p. m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p. m.	Mi- nuit	Moy.
15	3	77	73	61	57	60	61	70	85	95	111	100	92	95	92	-58	81	85	82	94	103	94	84	94	86	78
16	3	74	63	54	50	53	59	67	74	81	79	68	67	0	62	75	65	61	70	73	66	70	61	61	51	63
17	3	51	51	52	44	46	60	71	73	79	72	69	75	68	74	76	113	39	38	37	51	62	67	77	70	63
18	4	61	48	46	45	47	62	74	68	77	92	68	-65	-90	-166	65	72	79	98	24	78	57	76	64	53	43
19	4	12	42	34	35	53	59	-29	66	20	17	-20	66	-58	37	110	112	114	118	116	107	102	90	58	49	55
20	3	38	39	30	25	30	38	59	93	137	109	81	80	74	75	87	73	62	40	155	168	82	69	62	54	65
21	0	47	46	58	56	64	49	80	94	98	105	111	119	114	120	122	114	174	191	140	40	33	60	51	35	88
22	1	28	31	25	28	27	29	38	60	72	67	75	73	72	81	87	70	58	65	77	91	94	85	78	69	62
23	1	50	31	32	33	36	36	67	74	68	56	56	42	58	51	55	64	67	83	90	101	90	85	70	52	60
24	0	43	41	38	31	40	40	62	80	97	108	103	100	97	93	109	165	209	185	163	142	94	77	54	50	92
25	1	33	25	16	14	12	18	15	74	99	71	55	57	70	74	77	76	76	98	88	74	79	66	40	40	58
26	2	29	30	28	21	18	10	30	68	50	67	79	76	72	83	88	90	95	99	78	77	86	65	48	47	60
27	3	41	96	33	34	31	38	67	108	103	87	85	94	122	61	119	202	183	159	169	158	120	69	52	20	93
28	3	17	15	9	10	10	14	44	115	180	125	74	61	58	63	66	59	64	56	43	41	36	54	47	42	54
29	1	41	37	69	69	72	71	58	44	47	49	43	37	40	45	45	45	43	47	37	45	44	52	52	44	49
30	1	47	45	39	41	41	43	71	50	54	53	44	51	48	53	54	60	62	56	62	60	55	42	36	26	50
Moy. 0-2		40	36	38	37	38	37	53	68	73	72	71	69	71	75	79	86	98	103	92	79	71	68	57	45	65
0-4		43	45	39	37	39	43	53	77	85	79	68	64	53	56	74	91	92	93	84	81	74	70	61	49	65

Potentiel électrique volts par mètre.

Octobre 1912.

Date	Carac- tère	1 a. m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a. m.	Midi p. m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p. m.	11 p. m. nuit	Moy.
1	4	36	33	30	31	35	35	37	39	38	73	71	74	115	99	-112	-165	-219	-217	-256	-330	-329	-466	-437	-344	-89
2	3	-257	-348	-482	-439	-497	-320	-231	-377	-308	-420	-289	215	60	89	104	73	90	116	92	85	72	62	64	47	-117
3	1	40	42	39	36	37	41	52	53	44	47	56	65	64	64	72	65	65	63	61	69	60	53	63	56	54
4	0	49	43	44	33	36	34	46	71	69	52	56	74	78	79	80	84	88	94	90	87	93	73	58	47	64
5	0	52	55	49	54	49	54	78	70	63	71	72	76	74	76	69	72	58	52	63	56	55	53	53	45	61
6	1	41	39	40	40	39	41	39	43	50	42	52	40	46	52	50	61	61	71	67	73	79	74	71	57	53
7	3	33	43	39	45	40	18	41	36	50	41	53	45	41	39	51	29	30	30	20	42	33	15	23	34	36
8	3	34	26	39	59	49	58	54	53	57	55	61	46	41	55	56	49	43	53	-77	54	57	52	42	39	44
9	0	36	36	26	23	23	33	45	59	79	85	90	90	86	83	87	59	83	91	62	41	42	39	30	29	57
[10]		51	32	23	19	15	14	14	17	49	63	61	66	74	82	64	53	59	61	67	61	64	68	57	63	-
11	1	51	32	23	20	32	39	36	64	57	48	67	58	61	56	63	65	69	84	84	111	77	33	26	22	53
[12]		18	5	8	8	6	6	6	17	61	86	94	62	54	66	88	91	89	84	88	74	60	52	47	45	-
13	1	37	32	27	32	27	35	43	51	54	61	66	58	65	77	82	77	84	86	77	79	68	66	54	42	57
14	1	27	23	27	27	21	26	32	58	87	96	87	59	60	59	67	37	46	90	106	109	94	73	111	59	62
15	4	38	45	-21	-188	-327	-244	-149	-76	-158	-99	-197	-91	-18	-61	-62	-92	-180	-161	-16	-15	-29	45	40	40	-82
16	3	46	53	46	52	51	53	74	103	122	96	64	48	73	52	-8	67	68	89	122	147	165	130	88	52	76
17	3	45	46	50	47	34	14	26	-4	-8	39	46	71	91	95	77	63	58	68	59	57	51	53	42	27	48
18	3	17	15	2	-72	-20	13	77	37	-1	79	73	50	46	48	74	72	74	132	146	134	76	46	49	47	51
19	3	34	16	28	40	41	44	20	13	36	52	63	70	-156	20	47	79	101	77	8	64	45	28	18	37	34
20	3	37	34	35	46	39	26	-76	38	60	72	49	56	61	64	91	82	67	91	85	114	110	90	76	66	59
21	2	59	63	52	49	48	40	71	74	45	99	77	66	53	47	76	76	49	72	78	87	80	63	62	52	64
22	3	44	33	39	38	50	48	60	50	71	70	71	77	89	56	41	6	39	59	105	112	108	-109	-231	61	41
23	2	79	41	52	50	62	61	131	120	136	134	134	80	119	98	120	130	120	157	151	136	103	101	77	68	102
24	2	56	60	74	86	94	99	120	176	123	121	106	76	70	59	82	112	158	207	182	187	150	116	97	85	112
25	2	75	68	60	56	50	50	59	88	75	61	54	49	57	61	68	72	81	111	122	174	107	63	57	52	74
26	1	68	69	60	70	71	88	95	95	86	86	86	69	45	68	71	87	74	67	84	88	84	80	63	40	75
27	1	32	35	32	35	34	32	36	42	44	42	37	49	49	51	45	50	47	42	57	70	93	101	87	115	52
28	4	86	74	42	28	39	54	61	66	75	92	69	68	171	375	202	46	-69	-131	-240	-201	-184	-45	47	13	31
29	4	24	11	27	19	31	34	44	54	53	62	61	52	49	58	119	115	85	94	188	77	-15	-11	-13	-25	50
30	3	-251	-149	-5	13	34	42	61	82	78	63	62	70	63	54	45	166	180	100	120	95	69	60	34	7	46
31	4	25	25	33	38	62	145	161	203	38	90	112	150	111	47	68	-5	10	-93	-107	61	42	278	265	-67	71
Moy.	0-2	50	46	43	44	45	48	63	76	72	75	74	65	66	66	74	75	77	92	92	98	85	71	65	55	67
	0-4	24	21	17	14	10	24	39	48	42	49	49	66	61	70	63	56	50	55	53	64	50	42	35	28	43

Potentiel électrique volts par mètre.

Novembre 1912.

Date	Carac- tère	1 a. m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a. m.	Midi p. m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p. m.	Mi- nut	Moy.
1	3	119	39	-15	10	-6	23	53	60	76	24	-114	-28	72	93	74	76	84	95	120	42	35	28	58	44	44
2	3	47	48	48	49	55	55	58	61	70	136	53	54	69	69	69	57	67	58	56	58	69	60	64	53	62
3	2	49	46	46	43	49	56	58	67	73	68	69	65	95	93	47	67	77	80	90	95	98	93	74	61	69
4	0	57	61	61	62	73	77	88	91	94	92	95	86	84	85	109	98	112	119	98	117	115	72	71	47	86
5	2	48	38	38	44	36	47	48	94	128	109	100	128	143	146	165	176	186	179	162	160	133	134	105	64	109
6	1	70	68	68	35	48	55	68	95	98	82	108	115	118	82	77	98	115	136	123	108	93	76	69	48	85
7	3	34	-15	-83	-148	-39	-8	43	57	59	50	48	60	68	73	77	76	104	96	86	61	43	79	-108	12	30
8	4	12	-53	-88	11	25	28	-161	-173	-223	-32	-5	-147	-161	-73	-38	-44	3	-25	66	100	72	105	152	113	-22
9	3	67	46	35	32	29	47	65	84	76	60	76	77	56	81	95	72	14	42	37	96	79	66	101	72	63
10	3	92	44	26	67	70	93	84	100	63	63	50	34	50	72	88	60	-35	-139	-322	-217	-72	-85	-29	-39	5
11	3	-9	-17	-45	-36	-55	27	21	62	-12	-7	-34	-106	9	55	63	-91	-262	-117	48	54	52	0	32	60	-13
12	3	25	9	-10	23	29	17	46	-53	-10	-116	-313	-111	-48	47	64	65	80	71	62	66	-68	7	16	36	-2
[13]	-	31	24	27	13	17	20	40	12	31	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	2	15	38	52	47	49	53	76	71	72	114	121	122	82	68	113	137	106	112	146	121	98	103	85	63	86
15	1	32	19	22	36	57	64	81	101	94	80	95	99	119	111	116	130	141	190	190	198	194	173	122	97	107
16	0	65	42	32	24	20	19	26	23	24	22	58	104	98	94	112	137	127	144	142	166	144	117	73	38	77
17	1	30	33	28	19	20	23	50	62	61	59	72	70	72	76	84	99	116	102	88	78	60	61	37	37	60
18	2	53	41	17	39	38	23	25	23	36	45	41	69	105	145	153	147	140	122	109	103	115	115	89	118	80
19	3	90	146	159	114	88	111	198	209	155	142	182	223	180	241	175	168	111	142	98	216	126	70	98	41	145
20	2	57	74	26	41	37	50	72	64	62	101	92	116	132	163	219	213	178	169	163	113	114	137	83	60	106
21	2	25	57	56	53	52	67	75	59	93	85	91	85	93	95	71	96	69	37	66	89	99	50	34	30	68
22	2	36	47	39	38	39	25	51	42	22	25	49	36	33	37	26	35	66	111	148	163	74	72	55	45	52
23	2	38	35	35	34	39	43	58	53	34	28	30	35	49	58	58	82	68	79	76	85	86	77	76	71	55
24	3	64	84	78	58	49	61	54	37	67	42	69	77	47	56	35	93	49	61	21	28	-1	80	-6	34	52
25	3	33	32	34	34	39	42	55	56	56	54	55	62	65	49	36	32	20	57	73	84	74	24	-118	-52	37
26	3	-174	28	39	38	39	40	50	54	52	53	53	56	56	60	58	61	69	82	80	78	63	61	65	45	46
27	3	57	-278	-332	-234	-242	-301	-21	12	6	-139	26	63	56	91	80	-6	50	100	99	90	85	68	67	58	-23
28	0	59	53	44	41	39	36	42	40	48	47	45	57	69	76	68	67	73	76	71	74	68	63	59	51	57
29	3	49	49	47	42	39	42	56	68	70	72	57	53	49	58	60	58	83	146	129	140	193	275	319	224	99
30	3	120	74	41	33	42	75	69	82	98	114	99	115	99	91	112	77	89	97	45	95	55	56	34	41	77
Moy. 0-2		45	47	40	40	43	46	58	63	67	63	76	85	92	95	101	113	112	118	119	115	107	96	74	59	78
0-4		43	31	17	22	26	34	51	55	53	51	47	58	68	82	85	81	72	84	82	90	79	77	62	54	59

Potentiel électrique volts par mètre.

Décembre 1912.

Date	Carac- tère	1 a. m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a. m.	Midi p. m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p. m.	Mi- nuit	Moy.
1	3	32	21	18	17	7	-14	24	-13	-195	-248	-133	-455	-255	-582	-777	-295	-319	-701	-795	-544	-415	-484	-33	-9	-256
2	3	18	11	15	10	11	10	15	23	30	30	36	31	12	23	28	42	38	52	51	63	218	306	324	96	62
3	3	82	45	8	6	5	9	17	47	112	43	80	82	74	91	60	71	61	63	51	15	12	6	4	7	44
4	3	2	4	2	7	-2	12	15	23	28	42	61	60	79	76	72	67	65	26	20	10	174	26	30	69	40
5	3	33	4	-9	53	51	41	72	53	33	19	36	80	100	106	117	111	149	186	191	217	263	248	216	254	109
[6]	—	—	—	158	120	143	169	161	131	100	107	131	139	187	252	231	222	216	176	150	122	115	92	83	84	—
7	3	96	90	78	77	90	99	79	99	124	88	69	67	12	52	59	55	177	169	234	212	273	192	96	190	116
8	3	177	208	187	165	141	106	143	176	144	132	114	100	108	117	138	195	153	141	104	95	92	75	60	47	130
9	2	30	26	24	24	41	53	49	57	68	63	85	80	95	87	84	91	110	115	111	107	95	72	67	57	70
10	2	50	42	45	47	56	66	68	81	96	112	119	106	100	160	193	216	260	287	244	262	192	157	123	100	132
11	3	99	99	76	69	82	129	155	208	257	264	144	193	208	176	161	185	166	125	122	149	81	82	58	57	139
12	3	58	62	46	36	36	36	31	37	39	44	41	53	56	72	215	210	189	240	217	149	191	184	202	9	102
13	3	17	16	21	28	38	53	60	68	79	80	85	99	100	125	159	163	100	7	46	137	153	138	101	96	82
14	4	83	46	-276	-147	-95	-212	-212	-21	-238	-332	-157	-241	-18	-14	48	48	47	66	58	-77	-237	-299	47	50	-87
15	1	49	52	55	55	57	60	69	66	70	64	65	71	76	76	78	91	100	107	114	113	100	87	76	68	76
16	1	66	61	52	46	53	54	73	80	85	87	91	103	130	133	98	116	102	104	110	114	98	85	81	64	87
17	1	64	64	60	58	52	48	57	66	70	74	80	84	81	67	65	64	70	77	72	72	69	68	61	48	66
18	3	41	39	39	41	46	48	47	42	53	45	41	61	95	119	137	39	-68	-16	-50	35	55	75	65	63	46
19	3	74	65	44	60	66	76	49	91	104	104	103	118	68	47	66	76	90	59	105	111	114	89	71	64	80
20	3	67	64	64	85	39	80	237	26	-133	-42	19	23	68	115	142	36	75	95	90	98	82	72	71	61	64
21	1	58	61	54	52	48	51	49	36	26	29	37	43	43	48	35	30	36	37	36	38	39	28	30	38	41
22	3	39	36	37	42	44	49	48	36	10	28	33	42	32	68	68	77	82	81	73	68	77	65	59	45	52
23	1	39	36	38	41	44	46	66	77	81	71	70	77	82	76	73	71	66	73	66	69	66	67	56	54	63
24	3	39	36	40	36	45	71	68	44	28	36	49	63	66	67	76	55	62	37	61	169	128	106	173	141	71
25	3	64	198	171	190	159	158	129	-216	-203	-125	5	43	42	56	56	66	41	-83	0	48	28	42	26	24	38
26	3	16	0	-12	6	24	21	21	16	26	31	25	50	37	28	37	29	29	56	42	61	59	54	18	-17	27
27	1	38	15	22	31	29	42	34	50	76	79	103	92	91	85	96	92	76	79	76	88	44	29	26	37	60
28	2	33	26	50	33	42	46	55	57	98	76	79	66	72	62	90	104	103	150	104	160	221	136	122	109	87
29	3	177	131	45	-4	29	63	51	58	19	-29	23	49	-39	-35	65	98	108	114	134	214	123	124	122	-39	67
30	3	-49	-70	42	-37	-42	-45	19	74	87	98	53	95	134	136	107	134	148	136	95	125	94	46	71	72	63
31	3	63	66	57	60	55	77	91	87	96	88	101	125	120	160	157	104	79	-144	-244	-112	-1	19	20	17	48
Moy. 0-2		47	43	44	43	47	52	58	63	74	73	81	80	86	88	90	97	103	114	104	114	103	81	71	64	76
0-4		55	52	36	40	42	44	56	51	39	35	52	49	62	60	67	81	80	58	51	76	83	63	81	62	57

Potentiel électrique volts par mètre.

Janvier 1913.

Date	Carac- tère	1 a. m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a. m.	Midi p. m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p. m.	Mi- nuit	Moy.
1	2	25	15	31	45	57	69	74	82	94	98	91	87	85	92	97	100	93	99	90	88	108	90	93	96	80
2	1	90	77	79	77	76	82	83	88	88	96	87	95	118	138	144	144	141	141	141	125	106	80	76	73	102
3	1	65	53	50	56	50	66	77	80	83	94	101	120	95	120	121	150	171	165	202	203	123	117	99	79	106
4	1	57	63	63	58	55	55	67	72	82	85	87	98	117	122	152	158	153	154	140	139	136	129	118	111	103
5	1	100	99	103	101	103	85	89	82	72	92	90	86	106	114	136	134	134	161	185	182	179	165	161	161	121
6	2	151	130	136	109	86	90	104	99	128	88	85	47	71	123	152	150	130	115	115	103	99	87	85	79	107
7	1	74	71	68	72	70	75	81	98	101	105	108	116	133	136	130	131	115	117	143	124	126	109	107	57	103
8	3	44	42	44	-19	42	30	45	74	78	78	97	84	106	125	114	98	147	110	122	116	96	89	84	74	80
9	3	47	40	36	59	37	43	63	55	90	110	30	72	99	91	115	269	225	245	265	242	223	200	158	91	121
10	3	96	90	77	66	74	74	139	146	177	168	139	169	174	187	174	150	153	139	131	134	133	135	105	97	130
11	3	86	84	74	79	76	92	91	112	130	142	112	102	111	155	110	163	114	110	88	82	45	24	61	33	95
12	3	61	63	56	55	64	88	95	79	76	80	72	99	110	110	109	103	109	110	128	132	96	84	71	59	87
13	2	71	50	61	42	56	52	77	84	83	80	79	84	71	70	69	81	84	84	112	103	100	88	71	55	75
14	3	55	40	17	1	17	28	58	72	77	130	135	131	139	98	125	152	205	163	123	148	111	104	76	64	95
15	3	69	66	71	51	55	81	99	125	111	95	141	231	231	214	228	174	147	179	179	185	145	89	66	58	129
16	2	76	66	56	52	60	52	59	79	73	60	84	61	58	80	78	107	88	119	133	131	104	88	84	69	80
17	3	65	39	41	33	17	23	44	38	60	61	95	53	27	23	49	42	44	112	41	74	59	47	56	63	51
18	3	41	14	26	37	63	136	211	157	141	175	150	150	129	139	157	195	184	167	161	204	198	120	66	63	129
19	3	23	20	20	3	32	47	66	77	103	82	85	74	76	68	64	41	35	46	71	136	158	136	53	47	65
20	3	63	45	36	26	29	56	80	157	193	252	213	241	184	155	166	173	169	226	219	243	154	98	88	84	140
21	3	77	68	69	68	53	52	94	131	104	130	160	235	138	129	204	116	152	178	272	250	185	96	83	65	130
22	3	56	45	38	39	34	54	84	106	109	151	171	220	156	150	148	214	304	335	340	292	306	278	265	202	171
23	2	134	116	95	91	87	85	95	51	60	119	121	113	104	127	100	195	158	96	106	147	116	106	138	120	112
24	2	81	80	93	63	43	42	53	60	71	130	115	122	53	100	168	111	146	166	210	260	222	165	134	123	117
25	3	82	52	60	38	37	40	64	92	116	117	125	101	79	103	99	99	74	85	85	81	72	64	54	16	76
26	3	14	14	-2	-7	29	61	17	23	34	26	-13	-99	55	91	93	93	97	106	106	109	98	95	68	58	49
27	3	47	48	62	42	25	16	87	360	422	382	431	393	375	556	485	511	502	342	413	389	207	106	262	231	279
28	2	177	73	60	52	90	71	116	132	149	157	148	129	120	127	143	154	166	170	154	171	158	128	96	79	126
29	0	57	39	37	31	34	44	58	78	90	90	109	107	116	160	149	122	120	124	127	150	148	139	109	85	97
30	0	79	71	66	58	58	63	63	78	80	60	76	84	94	107	142	130	115	128	129	124	112	115	125	103	94
[31]	-	107	113	114	94	78	80	95	91	120	145	-	-	-	-	-	-	177	120	113	140	84	41	29	21	-
Moy. 0-2		89	72	72	65	67	67	79	84	90	100	100	97	96	116	126	134	123	132	143	148	133	115	105	91	102
0-4		72	59	57	49	53	62	82	100	110	120	119	121	118	135	141	149	150	150	159	164	138	112	103	86	109

Potentiel électrique volts par mètre.

Février 1913.

Note	Carac- tère	I a. m.	2 a	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a. m.	I Midt p. m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p. m.	Mi- nuit	Moy.	
1	2	55	52	52	64	46	64	81	55	76	46	40	53	46	78	64	76	105	82	85	82	88	76	66	63	67
2	2	65	52	59	53	55	52	58	63	56	66	79	86	87	106	103	101	112	127	171	185	119	24	55	81	85
3	3	59	67	37	28	27	30	37	58	60	60	73	92	101	100	93	98	87	90	91	77	64	161	150	40	74
4	3	131	17	-133	38	64	69	64	69	82	84	76	71	70	76	75	79	82	86	82	77	69	58	61	61	63
5	3	60	64	58	63	63	68	77	70	77	77	90	97	99	101	109	112	120	123	108	97	76	64	58	21	81
6	4	-15	106	25	23	45	13	-82	-116	-71	-213	-233	-60	33	41	64	69	91	91	86	101	92	75	64	65	12
7	4	57	71	64	80	66	58	75	84	93	88	32	51	189	47	49	48	6	39	93	85	61	65	79	64	69
8	4	60	41	42	45	54	58	-53	-21	-136	-89	193	18	66	102	77	76	-2	0	-41	-44	-9	12	25	41	21
[9]	-	33	33	25	26	25	28	30	34	41	37	41	52	60	52	68	53	35	45	56	11	-	-	-	-	-
[10]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68	71	92	84	109	122	109	112	104	111	78	62	-
11	0	58	61	47	49	56	83	86	89	89	92	102	110	109	115	111	97	110	109	107	98	81	86	63	89	
12	1	52	47	36	39	34	47	53	100	103	116	90	102	110	104	110	103	115	133	106	98	91	64	52	55	82
13	2	44	36	37	37	48	52	57	65	84	95	111	115	117	102	118	167	251	146	161	176	235	165	156	141	113
14	2	120	58	102	88	77	56	48	56	41	48	62	63	66	82	94	79	107	115	109	96	79	80	87	88	79
15	3	80	58	50	47	52	106	199	174	198	156	120	165	217	133	131	169	256	255	117	34	66	166	136	153	135
16	3	192	168	95	147	107	68	80	91	89	93	101	97	150	180	95	47	72	69	114	84	110	125	116	72	107
17	2	77	120	144	133	91	98	120	159	174	165	116	108	106	115	118	111	119	144	144	149	129	119	98	128	124
18	3	85	91	74	53	41	71	75	120	190	238	265	209	96	102	105	123	91	79	92	101	104	87	79	82	111
19	2	73	68	58	53	58	66	76	86	104	108	104	86	91	85	107	122	53	74	73	77	48	41	29	28	74
20	3	53	66	60	65	80	91	133	87	90	101	100	93	80	76	72	69	66	66	34	71	77	62	71	62	76
21	0	51	48	49	45	50	56	68	78	87	76	72	83	85	81	76	69	85	89	103	102	98	82	78	87	75
22	0	58	49	53	50	46	55	66	72	73	74	79	69	60	66	71	71	74	79	81	95	87	73	71	69	68
23	1	52	41	31	33	35	36	41	45	51	61	78	82	82	95	84	72	68	85	90	84	64	76	79	70	64
24	2	58	55	71	72	68	66	52	68	79	85	101	104	107	123	165	165	107	206	153	188	111	39	88	100	101
25	2	68	58	54	73	56	61	74	83	114	101	80	71	112	104	60	122	78	23	82	76	93	90	105	82	80
26	3	60	76	66	64	69	83	86	117	103	111	113	104	-33	-3	95	-14	0	74	70	98	115	155	117	80	75
27	3	81	80	82	53	55	66	106	127	130	93	61	107	98	71	83	85	117	160	153	104	95	69	78	55	92
28	2	49	50	39	41	45	52	67	82	90	98	96	93	92	95	94	93	91	85	77	123	129	68	60	49	77
Moy.	0-2	63	57	59	59	55	60	68	79	87	88	86	88	91	96	99	104	104	107	110	117	105	77	79	79	84
	0-4	69	65	52	59	57	63	67	76	82	78	85	87	94	91	94	93	94	101	98	97	92	84	82	73	81

Note	Carac- tère	I a. m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a. m.	Midi	I p. m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p. m.	Mi- nuit	Moy.	
1	0	47	44	42	37	37	43	73	81	104	96	101	99	85	84	90	99	108	118	108	85	101	80	58	56	78	
2	1	41	41	36	34	36	30	71	87	76	76	79	77	84	86	86	84	74	69	68	68	66	56	44	37	62	
3	3	36	31	28	32	36	48	56	66	71	63	82	71	73	50	68	86	69	120	194	0	67	11	-5	36	58	
4	2	47	49	53	52	54	65	72	77	79	82	68	74	82	80	82	88	91	107	107	101	103	80	62	56	75	
5	3	66	76	61	21	23	26	19	21	40	67	94	96	79	6	62	68	76	83	87	90	95	88	77	69	62	
6	1	66	77	90	111	111	103	107	133	108	26	58	67	76	96	96	98	108	107	107	98	94	92	85	73	91	
7	4	58	52	61	62	60	59	74	25	-69	-104	-200	2	49	49	47	28	38	45	53	56	54	56	47	85	29	
8	2	49	29	34	36	33	31	42	50	53	52	65	71	69	80	85	84	80	80	87	91	89	76	74	53	62	
9	0	33	47	42	41	41	41	52	58	61	57	66	68	79	87	65	71	79	80	75	73	76	74	55	46	61	
10	3	39	27	17	-55	-85	-47	-58	-1	8	14	50	83	84	76	68	73	76	91	93	87	58	44	70	68	37	
11	0	60	54	57	61	63	64	64	72	74	78	88	89	79	81	95	95	90	74	74	72	68	63	50	41	71	
12	2	43	51	48	20	31	61	76	76	67	66	69	69	79	86	76	82	72	63	93	97	91	72	56	52	67	
13	3	41	37	39	42	40	42	38	32	36	34	36	116	165	-74	-63	45	36	46	280	311	331	251	202	166	93	
14	3	154	160	180	232	251	234	252	311	263	274	282	226	243	189	122	135	91	34	12	53	75	76	90	91	168	
15	2	88	85	80	90	91	102	107	123	134	133	120	117	112	101	85	87	99	94	93	85	88	77	78	56	97	
16	3	41	41	38	37	39	39	47	48	62	49	42	55	51	64	56	53	44	202	108	96	-18	8	21	35	52	
17	2	15	45	39	40	39	39	58	66	45	62	87	63	91	90	82	79	79	86	117	146	115	85	93	76	73	
18	4	39	41	67	-197	61	11	-4	42	64	-20	33	-15	243	35	41	43	84	29	29	42	68	75	64	54	39	
[19]	-	46	39	36	37	39	45	52	51	66	82	95	107	-	-	-	-	-	66	126	126	-	-	-	-	-	
[20]	-	-	-	-	-	-	-	76	108	175	95	47	71	88	71	17	-307	-214	-181	-307	-156	-10	-23	-50	41	-	
21	4	-67	-47	42	32	29	34	61	95	84	106	-25	-77	45	37	-121	6	29	42	49	28	61	78	66	63	27	
22	4	82	74	64	66	66	94	108	115	56	-311	-130	-415	-5	451	157	67	33	-65	-175	62	87	79	55	69	28	
23	4	70	70	80	90	109	128	129	154	110	169	176	145	212	198	321	-37	73	67	120	115	91	107	98	88	130	
24	3	96	76	64	92	95	93	93	93	82	112	49	46	28	15	14	26	37	58	69	80	64	42	49	51	64	
25	1	45	45	45	46	46	49	59	69	73	79	71	78	78	77	71	69	69	66	73	69	67	59	57	62	63	
26	0	53	56	60	63	60	64	72	68	87	100	114	108	119	123	102	96	92	77	84	77	73	59	70	65	81	
27	0	61	60	63	53	47	63	91	95	96	100	82	77	77	93	106	100	96	97	96	106	106	88	86	88	84	
28	2	78	74	69	80	71	82	142	159	118	110	98	73	98	106	112	96	89	134	140	127	122	110	87	72	102	
[29]		78	68	63	66	72	102	81	87	100	78	77	72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
[30]		65	55	45	51	57	67	105	103	99	111	99	101	119	108	132	122	89	90	97	77	-	-	-	-	-	
[31]		-	-	-	-	-	-	72	73	82	79	76	74	85	90	106	95	79	90	69	72	76	74	84	84	53	
Moy. 0-2		52	54	54	55	54	60	78	86	84	80	84	81	86	91	88	88	87	89	89	96	93	90	76	62	60	76
0-4		53	54	58	47	57	61	73	85	76	60	64	56	95	91	77	70	73	77	87	89	88	76	69	66	71	

Potentiel électrique volts par mètre.

Date	Carac- tère	1 a.m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a.m.	Midi p.m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p.m.	Mi- nuit	Moy.
[1]	—	47	33	29	26	21	26	82	115	126	127	91	75	76	62	70	84	64	57	61	72	82	72	40	—	—
[2]	—	—	—	—	—	—	—	53	56	69	61	60	—	—	28	25	28	31	24	38	60	54	26	24	24	—
3	2	16	7	20	19	26	31	31	29	41	43	39	42	49	42	43	50	46	45	43	43	38	45	34	24	35
4	0	23	20	20	23	21	31	38	48	45	43	39	41	45	52	58	54	49	59	100	76	61	54	34	29	44
5	0	31	34	35	39	36	38	62	92	92	80	70	66	55	63	62	61	57	53	46	53	47	37	37	40	54
[6]	—	28	27	29	24	13	25	38	46	54	61	50	51	53	67	64	71	65	72	66	80	75	—6	—41	—	—
[7]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48	51	41	48	44	55	52	64	61	71	88	87	71	54	41	29	—
8	2	40	35	30	28	29	48	70	88	99	86	87	74	68	70	69	70	74	83	112	181	118	87	39	64	73
9	2	62	42	57	44	49	55	110	135	98	87	77	87	77	68	69	70	65	68	73	77	75	59	49	37	71
10	4	35	37	37	42	40	39	45	40	40	36	14	59	37	11	38	27	57	56	202	136	79	72	276	188	68
11	4	69	50	44	41	40	49	63	68	66	52	39	44	49	44	34	44	30	37	56	299	301	43	143	—155	65
[12]	—	—116	—202	—266	—	—	—	—	—179	144	—690	—683	—248	—120	—9	—46	126	271	297	235	209	167	195	146	—	—
13	2	171	96	96	47	58	71	64	62	116	94	86	85	88	93	99	84	89	83	85	79	57	42	40	38	80
14	1	65	91	68	39	37	41	47	66	65	72	69	65	55	51	49	49	53	47	50	53	61	53	45	33	55
15	0	30	31	29	32	34	42	50	54	52	61	67	77	72	71	79	81	84	79	58	64	66	58	49	44	57
16	0	39	49	44	51	51	67	110	165	187	155	105	82	87	91	103	102	93	122	142	166	111	126	89	71	100
17	3	33	—1	14	15	17	41	20	23	33	77	39	28	36	41	47	30	47	29	39	41	48	17	1	—101	26
[18]	—	21	18	25	36	36	36	33	34	—11	32	20	15	—22	—164	—198	—277	—	—	—225	—225	—194	—31	7	20	—
19	3	24	23	20	16	12	27	31	38	37	89	101	85	103	112	107	127	126	130	133	110	103	60	42	10	69
20	3	0	—42	—51	—40	—40	—69	—64	—16	25	40	36	40	53	51	69	76	77	87	95	97	96	95	82	73	32
21	2	59	53	43	39	26	37	46	53	59	59	57	62	75	75	72	72	69	72	91	165	130	34	20	17	62
22	0	29	17	19	15	12	28	116	187	174	133	85	68	67	64	63	58	57	51	72	55	52	58	48	27	65
23	1	19	23	18	22	23	45	101	128	88	82	69	68	64	66	73	78	80	84	79	76	89	73	78	70	67
24	3	37	36	1	64	63	105	119	82	78	70	47	55	59	6	30	28	53	82	77	110	104	80	69	55	63
25	3	7	25	21	—24	10	17	28	35	—1	31	—68	—31	—89	31	33	51	61	56	53	48	42	41	26	69	20
26	3	125	95	23	19	45	29	64	99	68	43	29	32	41	58	61	63	56	52	—6	69	71	66	67	42	55
27	1	46	33	28	24	31	37	56	68	67	60	60	53	55	56	61	68	60	41	52	75	68	87	69	35	54
28	2	34	44	37	46	58	71	98	95	85	79	74	58	58	49	63	68	52	52	49	77	66	67	44	76	62
29	3	85	142	10	25	33	51	64	60	61	53	52	40	42	45	52	44	39	25	31	42	55	55	38	37	49
30	3	24	29	45	36	20	37	44	25	33	55	48	45	45	40	59	66	69	96	52	62	43	52	98	101	51
Moy. 0—2		47	41	38	33	35	45	71	90	90	81	72	66	65	65	68	68	66	67	75	89	74	63	48	43	62
Moy. 0—4		46	40	30	28	30	40	59	72	71	70	56	55	54	56	62	63	64	66	74	94	83	61	63	39	57

Potentiel électrique volts par mètre.

Mai 1913.

Date	Carac- tère	1 a. m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a. m.	Midi p. m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p. m.	Mj. Moy. nuit	
1	3	112	118	115	112	118	131	105	72	67	74	74	89	60	44	45	47	77	49	50	61	62	66	55	15	76
2	3	23	19	33	33	30	18	45	55	44	24	1	-7	21	42	30	43	36	56	68	32	-5	44	13	45	31
3	2	38	29	9	29	20	33	64	72	64	53	55	67	80	71	62	61	54	51	34	30	40	35	39	30	47
4	2	39	44	16	21	16	19	24	43	34	41	18	31	35	35	42	35	29	33	51	58	53	48	54	50	36
5	2	45	42	44	43	51	55	54	48	50	46	42	27	44	49	43	59	59	58	65	91	115	41	43	41	52
6	2	34	31	32	34	37	50	58	74	73	70	61	57	62	67	67	76	73	102	131	164	76	68	53	53	67
7	2	58	29	32	28	22	61	89	145	104	78	72	57	59	47	29	47	53	59	70	99	91	98	106	95	68
8	0	51	75	72	70	51	75	104	62	74	76	82	95	73	69	162	45	46	45	49	54	48	52	57	34	63
9	1	32	18	21	23	18	42	63	66	80	70	77	61	60	60	166	73	70	71	69	71	64	71	59	60	57
10	1	57	52	41	39	40	49	52	51	56	60	72	73	46	49	62	52	48	37	38	41	54	62	63	51	52
11	0	46	27	26	23	18	25	35	62	56	54	56	58	47	56	58	54	51	54	41	38	48	62	59	46	46
12	0	32	31	50	46	45	51	51	46	52	59	43	56	54	57	65	66	67	83	63	43	43	41	41	32	51
13	0	25	24	22	29	36	45	46	41	48	52	49	57	53	55	62	66	66	66	72	109	124	76	46	22	54
14	1	23	23	25	32	42	58	50	49	45	47	49	51	60	59	65	64	62	56	51	59	57	54	57	56	50
15	4	53	54	60	53	76	78	71	48	48	49	47	46	37	39	42	45	45	40	172	138	-68	-77	-11	40	47
16	2	46	45	39	34	35	62	70	88	75	77	73	60	53	50	52	51	45	47	45	52	56	61	60	57	55
[17]	-	48	44	42	51	46	-	-	-	-	-	54	47	57	53	53	54	60	63	49	57	62	58	59	54	-
18	3	43	53	50	52	52	47	68	95	75	67	57	22	13	-8	2	31	32	-105	28	55	9	-26	12	19	31
19	3	23	20	2	10	-74	20	50	56	64	56	45	41	38	44	44	42	44	-2	41	34	38	41	34	35	31
20	2	32	33	34	32	36	41	43	36	42	39	34	34	39	21	29	26	42	33	41	45	40	47	43	39	37
21	3	33	29	31	29	29	31	26	12	17	13	17	6	-1	11	15	26	24	33	27	28	34	32	26	21	23
22	2	14	12	11	7	6	4	2	25	41	42	45	38	38	48	45	49	50	54	58	50	46	50	53	54	35
23	2	49	41	32	32	51	42	50	45	46	48	42	47	57	56	37	64	68	162	55	50	46	42	46	38	48
[24]	-	25	30	21	16	19	19	24	24	28	38	33	30	39	75	18	85	63	68	49	42	-29	-	-	-	-
[25]	-	-	-	-	-	-	-	58	51	48	30	42	44	43	44	48	47	45	49	49	56	66	49	41	35	-
26	4	29	22	25	25	32	36	42	39	22	22	21	18	40	30	481	27	384	35	73	171	70	77	105	109	76
27	3	113	109	72	44	103	55	55	52	50	45	39	39	44	-131	38	49	46	50	61	99	66	55	54	64	53
28	2	47	41	49	41	49	58	74	84	70	61	53	7	52	66	64	67	68	69	98	140	122	107	85	90	69
29	2	51	21	13	20	46	80	96	80	69	67	64	55	45	44	49	55	60	49	53	58	52	65	55	47	54
30	3	20	10	31	17	13	32	22	22	44	65	54	44	38	44	48	50	56	61	68	73	91	97	88	74	48
31	0	72	68	60	59	61	53	57	55	61	64	60	50	56	55	53	64	68	66	66	68	72	59	47	42	60
Moy.	0-2	42	36	33	34	36	48	57	62	60	58	55	52	53	53	53	56	57	58	61	69	66	60	56	49	53
	0-4	44	40	37	36	38	48	56	58	56	54	50	46	47	40	63	51	65	47	62	68	55	52	52	49	51

Potentiel électrique volts par mètre.

Date	Carac- tère	Midi												Moy.												
		1 a. m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a. m.	1 p. m.		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p. m.	Mi- nuit	
1	2	39	39	35	34	36	40	36	35	38	46	45	53	48	32	19	38	56	60	58	53	48	55	47	39	43
2	4	28	27	27	26	26	27	32	28	35	3	31	30	20	13	-9	42	36	36	34	-23	63	-38	-29	-30	18
3	2	44	55	46	48	40	48	55	66	70	66	65	58	55	47	51	58	61	68	73	70	71	63	61	39	57
4	0	31	52	49	37	37	40	53	54	58	61	59	57	51	51	59	49	38	45	49	63	68	73	65	65	52
5	0	33	38	37	20	27	34	45	61	74	65	77	59	55	67	66	58	51	57	58	76	81	76	102	96	59
6	0	89	98	74	70	69	73	68	85	59	48	67	39	25	20	37	32	30	23	28	27	23	27	26	24	48
7	3	26	19	19	19	21	23	23	27	27	-90	32	21	21	23	-2	2	8	7	17	18	50	50	26	47	18
8	3	39	5	13	12	37	33	29	-3	16	21	21	10	19	2	26	36	39	53	72	70	57	37	19	33	29
9	4	8	39	5	58	1	28	78	78	58	47	39	32	49	-170	50	-2	87	32	-11	37	38	33	27	26	28
10	4	26	33	35	34	33	33	34	34	33	30	17	16	33	31	28	-63	-24	44	-15	36	7	27	-4	-59	17
[11]	-	-52	-73	-246	-	-	-	-	-	-135	-130	40	25	-7	4	51	52	60	61	63	72	54	53	44	37	-
12	3	37	33	31	49	50	47	64	67	60	23	-57	33	52	50	50	53	55	55	52	46	37	34	39	41	42
13	3	36	29	33	39	42	58	82	79	55	56	47	47	49	58	53	56	52	44	49	56	49	36	43	38	49
14	1	41	37	34	35	37	37	48	58	57	49	47	53	40	43	49	42	45	51	48	33	33	31	30	28	42
15	1	25	23	25	27	27	29	35	32	22	26	41	37	33	49	33	47	42	40	54	57	51	49	46	47	37
16	1	46	26	21	16	24	68	105	91	74	85	68	56	44	40	39	38	45	76	71	72	68	49	43	37	54
17	2	68	62	48	59	46	91	141	122	109	73	70	60	47	49	55	54	55	60	64	94	93	83	77	25	71
18	3	11	26	20	23	27	28	39	35	18	-22	-15	24	19	12	29	40	50	52	56	60	61	54	48	38	31
19	3	36	40	38	44	46	-3	-1	-2	-6	2	-23	-5	-1	19	9	30	40	47	60	67	56	48	49	50	27
20	3	43	44	45	41	46	46	45	33	22	2	-8	-12	-9	22	36	41	39	47	65	73	61	45	41	71	37
21	0	34	28	33	23	34	52	53	56	44	45	37	41	39	45	50	49	51	53	58	82	94	71	50	69	50
22	3	28	19	11	12	11	16	75	13	38	43	37	43	53	55	57	60	56	69	72	98	96	104	76	65	50
23	0	35	30	24	48	96	100	66	69	49	55	49	50	62	66	58	57	55	60	67	67	72	63	51	41	58
24	1	45	41	28	32	42	46	54	53	55	54	49	46	54	59	57	58	53	45	43	43	46	49	42	33	47
25	4	28	24	28	32	39	45	52	50	43	44	-2	-245	-26	11	25	55	49	56	57	34	195	12	5	14	26
26	4	31	17	17	14	20	36	33	50	50	53	47	39	45	45	56	57	59	49	101	-70	695	-107	-18	92	59
[27]	-	56	70	199	-34	39	0	27	13	-5	-133	81	10	15	226	-	-378	-221	-11	27	24	28	17	21	46	-
[28]	-	21	15	9	13	-18	-131	-	-	-	-134	-	-70	3	199	2	-7	205	-95	-11	46	56	57	29	42	-
[29]	-	45	47	14	21	19	41	46	0	-40	-201	-	-	-112	-186	-188	21	24	63	67	61	68	29	73	72	-
30	3	55	32	42	42	29	23	37	43	50	44	45	46	41	46	50	57	59	65	58	49	26	25	35	87	45
Moy. 0-2		44	44	38	37	43	55	63	65	59	56	56	51	46	47	48	48	49	53	56	61	62	57	53	45	52
Moy. 0-4		37	35	31	34	36	42	53	50	46	36	34	26	35	30	40	40	46	50	51	50	86	40	38	41	42

Date	Carac- tère	1 a.m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a.m.	Midi p.m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p.m.	Mi- nuit	Moy.
1	3	82	39	28	49	4	25	46	27	55	56	48	32	39	48	53	56	56	68	71	79	75	53	34	37	48
2	4	26	32	23	44	-20	24	-138	13	18	45	1	21	15	29	12	52	25	31	18	24	50	50	41	20	19
3	2	45	41	27	28	31	31	54	61	56	68	41	60	55	48	61	60	58	63	71	79	79	82	99	103	58
4	3	119	95	89	90	81	97	76	60	50	26	24	31	32	39	39	49	53	68	83	65	122	14	18	41	61
5	3	34	41	16	25	42	55	18	50	75	49	41	46	29	41	42	19	71	77	74	74	64	57	68	71	49
6	1	34	30	41	39	42	45	48	60	62	68	60	58	60	60	65	63	60	66	64	71	72	63	56	41	55
7	2	34	33	33	31	39	58	77	76	71	80	66	69	47	64	56	67	62	74	72	84	87	71	47	48	60
8	2	55	51	52	33	36	50	56	47	50	68	59	64	46	58	36	23	33	47	95	76	63	112	64	53	54
(9)	—	45	43	39	42	37	34	20	53	22	—	—	—	177	69	80	70	68	50	33	40	72	93	262	206	—
10	3	92	131	18	31	24	22	23	20	19	15	15	26	53	49	56	69	85	114	88	120	69	80	90	84	58
11	4	68	31	52	54	37	34	42	41	49	46	49	53	-2	120	62	57	59	40	45	61	74	80	103	-93	48
(12)	—	—	—	—	—	—	—	28	13	11	22	33	32	49	66	73	65	72	71	72	76	72	64	53	30	—
13	0	27	18	18	20	31	37	49	53	56	58	55	55	52	48	46	49	49	54	52	52	41	29	36	39	43
14	2	37	38	42	50	71	76	62	72	83	63	79	71	60	61	73	71	62	70	63	57	60	50	8	28	59
15	4	42	47	50	19	55	88	90	81	101	96	67	10	-105	65	93	-60	75	99	-50	85	26	15	53	69	46
16	4	64	87	76	56	60	73	103	111	90	91	76	47	15	-290	-300	293	210	68	86	90	91	61	44	45	56
17	3	31	29	27	31	54	40	113	77	61	35	41	74	63	56	60	77	86	106	115	141	101	56	48	42	65
18	2	28	43	47	34	75	130	119	174	106	66	67	78	79	74	73	69	93	128	45	56	39	47	44	44	73
19	3	41	34	36	36	44	52	60	72	69	68	67	71	69	63	52	177	114	58	49	42	56	73	62	37	63
20	3	29	12	111	91	93	93	91	78	79	69	59	-28	-77	-8	47	61	69	65	68	64	71	64	48	43	54
21	3	38	36	33	34	45	45	55	64	69	66	50	52	33	25	37	31	39	41	56	84	74	105	100	100	55
22	4	57	51	164	-19	40	73	85	97	79	74	39	-136	30	27	60	47	22	53	89	33	53	151	256	213	68
23	3	169	174	203	230	249	273	142	130	146	111	88	82	86	84	69	77	83	92	19	128	100	79	63	56	122
24	2	56	78	160	122	65	82	94	98	79	69	69	69	61	57	63	61	58	65	70	86	76	56	25	34	73
25	1	33	29	27	30	31	43	64	82	87	91	80	78	71	65	73	85	83	85	90	94	74	47	41	34	69
26	0	33	42	42	39	42	56	80	79	70	74	65	63	56	57	58	52	57	61	69	101	130	67	58	33	62
27	4	26	21	20	25	33	54	75	86	80	80	77	78	72	80	54	59	55	66	56	-54	-112	104	187	-66	48
28	4	80	91	116	-49	271	214	146	-202	-282	87	-4	93	57	102	72	61	53	64	64	235	28	52	53	20	59
29	3	24	1	-103	-41	25	68	117	64	61	83	90	91	71	69	77	80	82	78	81	96	113	95	82	71	61
30	1	69	54	46	41	51	63	70	76	75	61	64	63	103	87	29	84	80	120	87	101	98	77	64	49	71
31	0	49	38	36	39	77	104	126	136	149	134	103	87	91	74	77	76	71	61	47	58	72	63	53	47	78
Moy. 0-2		42	41	48	42	49	65	75	84	79	75	67	68	65	63	59	63	64	74	69	76	74	64	50	46	62
Moy. 0-4		52	50	53	42	60	73	70	65	61	69	56	50	43	47	45	68	69	72	63	79	67	67	67	46	60

Potential électrique volts par mètre.

Date	Carac- tère	1 a. m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a. m.	Midi p. m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p. m.	Mi- nuit	Moy.
1	1	38	37	34	31	27	44	74	62	49	48	48	50	50	57	62	68	71	68	68	84	103	102	121	78	61
2	1	36	26	33	31	58	66	70	83	67	80	89	89	96	87	64	59	56	63	63	69	80	95	96	91	69
(3)	—	72	72	76	77	75	73	79	83	83	72	64	61	50	34	5	45	56	64	65	67	63	46	—	—	
4	4	58	33	49	42	45	54	61	73	69	64	67	-8	40	31	45	55	29	-28	58	96	29	-152	-53	-17	31
(5)	—	32	58	14	26	26	31	24	-13	—	-162	21	-240	-155	66	111	81	79	85	89	70	66	63	52	43	—
6	0	47	60	51	49	47	51	68	75	73	94	87	87	88	79	88	84	70	64	52	60	64	67	54	51	67
7	4	45	41	28	25	26	42	58	77	70	72	67	86	43	60	159	313	-104	56	82	60	52	28	67	64	63
8	3	63	56	51	35	50	42	-69	71	87	63	57	54	69	75	61	60	52	71	66	72	60	53	53	51	54
9	3	49	31	32	41	50	91	73	88	91	73	154	117	73	75	79	74	68	69	88	85	83	68	65	68	74
10	3	49	47	49	49	61	71	66	63	64	112	110	111	49	53	40	-128	-7	45	56	58	61	37	45	-1	48
(11)	—	25	18	58	64	-2	2	111	77	63	120	71	66	-9	-42	52	85	93	103	84	57	—	—	—	—	—
(12)	—	—	—	—	—	—	—	63	71	76	94	28	281	128	-106	-82	117	62	87	91	69	—	—	—	—	—
(13)	—	—	—	—	—	—	—	96	103	90	49	26	11	3	42	85	86	52	79	10	130	112	88	87	91	—
14	3	125	90	79	46	28	21	122	150	98	69	69	101	110	-42	-12	146	143	158	149	154	119	61	133	183	96
15	3	213	248	219	195	211	158	167	107	94	94	99	-26	123	93	99	129	96	98	51	142	119	109	79	63	124
16	3	68	66	64	66	79	83	83	56	28	5	1	31	23	23	42	44	33	35	52	31	51	53	30	39	45
17	3	26	26	28	28	18	-28	25	39	26	33	36	31	32	34	55	21	29	40	-1	47	17	29	20	19	26
18	4	12	12	21	25	29	56	39	-8	4	34	40	21	11	12	8	-21	87	176	-77	26	-29	7	-10	-6	20
19	4	-81	-61	-82	20	3	-39	1	-7	5	4	7	13	14	37	42	63	38	52	70	87	74	51	56	56	18
20	3	63	85	84	110	81	78	65	63	73	72	69	63	73	81	77	28	54	79	25	41	28	70	56	59	66
21	4	61	-109	3	123	-49	35	35	85	90	86	69	113	-69	-2	-77	-38	-69	-155	114	168	164	114	120	182	41
22	3	78	96	78	67	93	152	96	69	57	49	51	45	57	62	91	69	85	92	69	9	28	-53	33	93	65
23	2	103	78	78	103	144	142	127	121	120	112	91	84	92	88	89	74	60	42	76	123	155	146	118	107	103
24	3	93	68	74	80	55	54	50	49	46	47	41	41	38	36	36	-12	33	25	21	32	34	41	37	25	44
(25)	—	—	—	—	—	—	—	37	37	165	66	42	54	220	69	64	69	69	59	52	36	46	47	54	36	—
26	0	33	26	21	21	20	29	64	87	53	48	48	45	46	47	46	45	47	45	41	39	42	42	42	39	42
27	2	38	38	36	35	36	58	66	79	50	22	47	45	55	66	74	72	69	58	47	45	77	104	99	71	58
28	2	41	28	34	31	37	81	150	120	58	45	35	37	49	58	60	59	56	44	42	35	42	80	95	90	59
29	2	82	66	75	66	56	63	146	89	71	56	55	66	66	64	63	55	49	44	56	55	69	92	91	87	70
(30)	—	105	85	56	25	37	29	-34	9	32	81	61	58	33	14	-1	33	44	30	—	—	—	—	—	—	—
(31)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	97	64	65	57	74	85	92	117	140	106	—
Moy. 0-2	—	52	45	45	46	53	67	96	90	68	63	63	63	68	68	68	65	60	54	56	64	79	91	90	77	66
0-4	—	58	47	50	57	53	61	71	73	62	60	62	56	53	51	56	57	46	54	55	70	66	54	63	65	58

Potentiel électrique volts par mètre.

Septembre 1913.

Date	Carac- tère	1 a. m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a. m.	Midi p. m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p. m.	Mi- nuit	Moy.
(1)	—	71	45	76	226	160	291	287	195	169	79	79	60	55	66	69	82	76	59	53	42	36	12	14	20	—
(2)	—	15	9	147	165	26	29	70	68	58	49	36	47	48	69	78	92	85	93	89	94	102	103	99	—	—
(3)	—	—	—	—	—	—	83	89	100	64	73	72	67	70	62	69	71	77	84	93	98	90	85	79	71	—
4	0	60	62	61	47	43	56	85	93	72	72	63	72	70	70	72	89	86	85	103	93	64	49	51	44	69
5	2	38	37	36	34	39	51	63	87	87	73	63	63	59	64	77	73	85	99	76	99	32	25	28	55	60
6	1	37	29	22	25	35	44	51	68	72	65	55	55	49	59	75	82	79	81	84	84	90	88	88	69	62
7	2	56	49	44	41	42	48	60	88	103	97	80	91	75	84	99	99	90	103	139	189	131	87	70	52	84
8	0	42	39	22	19	26	33	47	52	48	44	54	53	55	53	60	63	66	77	65	71	75	69	79	74	54
9	2	56	47	43	38	29	42	54	65	56	55	63	58	54	56	63	60	80	85	123	121	115	68	47	37	63
10	3	33	28	41	39	56	69	79	106	106	96	94	92	93	93	99	105	74	52	105	88	77	61	66	49	75
11	0	34	29	23	22	25	31	56	64	50	48	50	49	55	49	54	57	66	63	53	57	55	63	64	56	49
12	1	45	49	48	38	31	35	44	33	30	37	32	45	37	37	55	61	50	56	68	78	64	52	61	39	47
13	2	49	56	83	105	110	85	109	101	91	86	70	73	79	71	68	63	62	48	58	89	99	93	76	72	79
14	3	66	73	79	78	73	81	88	89	77	66	62	75	69	68	85	82	66	82	88	107	93	122	96	60	79
15	2	46	56	107	116	104	69	90	79	84	84	80	58	73	92	96	106	113	134	153	128	93	97	88	52	92
16	3	49	36	70	85	39	47	72	73	89	85	90	84	107	82	95	107	107	123	149	151	—25	13	52	73	77
(17)	—	71	60	—31	—	—	—	37	63	86	84	16	83	74	69	76	72	—	—	—	66	85	70	88	126	—
(18)	—	123	150	238	214	224	—	—	238	230	101	109	81	69	60	66	88	86	81	120	138	152	98	62	28	—
19	3	22	33	60	99	100	77	98	120	119	99	71	102	76	59	64	64	69	63	66	71	68	62	53	49	74
20	2	42	39	36	30	32	33	49	53	46	47	39	41	46	42	44	47	41	43	63	81	84	68	60	45	48
21	1	51	23	26	38	40	45	59	68	58	54	53	52	56	75	73	76	79	79	84	84	76	71	68	53	60
22	1	45	42	42	42	39	47	58	73	58	52	57	59	57	54	60	77	90	93	94	94	82	64	56	53	62
23	2	42	33	29	30	31	37	51	72	95	111	114	110	108	98	115	123	135	121	117	131	114	100	68	47	85
24	2	36	28	15	20	34	22	26	45	60	52	63	59	66	67	65	68	61	78	90	88	93	95	74	68	57
25	2	66	48	44	42	37	34	60	105	65	55	52	47	49	47	51	47	41	61	88	84	71	76	110	87	61
26	1	72	67	66	39	36	44	55	52	56	55	57	51	75	77	76	77	77	83	89	78	79	81	79	71	66
27	3	58	52	47	44	46	56	72	85	90	87	66	63	66	73	80	82	80	91	28	36	49	53	49	44	62
28	3	27	18	22	21	13	19	28	48	42	44	44	45	51	55	62	63	70	70	78	76	63	64	75	66	48
29	1	56	66	78	64	80	76	80	90	91	87	71	71	70	64	57	59	52	56	55	52	51	57	57	48	66
30	0	39	39	34	27	29	33	49	67	85	88	94	82	70	78	92	100	111	93	95	91	72	53	57	57	68
Moy. 0-2		48	44	45	43	44	46	60	71	64	66	64	63	63	65	71	80	77	81	89	94	81	71	67	57	65
0-4		47	43	47	45	47	48	63	75	69	70	66	66	67	67	74	81	77	81	88	93	75	68	66	56	66

Potentiel électrique volts par mètre.

Octobre 1913.

Date	Carac- tère	1 a.m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a.m.	Midi p.m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p.m.	Mi- Moy. p.m. nuit		
1	0	44	39	36	29	26	29	41	63	72	52	45	51	61	61	62	60	56	59	64	69	65	55	61	56	52	
2	0	55	56	48	46	39	47	61	52	62	90	91	82	62	53	45	52	55	53	61	60	53	50	52	45	57	
3	3	42	69	104	116	85	84	33	83	60	42	60	67	64	57	64	76	80	119	111	103	57	50	42	33	71	
4	3	28	12	36	35	29	29	39	55	61	58	59	70	63	64	75	63	65	57	45	49	45	66	66	54	51	
5	3	51	41	38	44	45	40	55	61	53	72	72	73	64	63	80	79	52	71	67	77	72	60	57	40	59	
6	0	30	26	28	31	36	41	55	68	79	85	79	73	71	79	82	64	47	63	69	71	56	42	38	36	56	
7	1	34	31	28	28	31	33	42	51	58	61	64	62	64	66	68	72	68	74	74	71	64	57	58	55	55	
8	1	52	44	29	36	31	43	50	69	74	85	88	80	76	83	94	108	134	164	139	157	152	121	108	91	88	
(9)	—	72	62	47	30	42	49	63	66	64	58	—	—	78	85	101	85	82	90	85	98	90	122	64	41	—	
10	1	41	39	33	36	42	51	71	80	67	61	65	68	72	76	85	73	63	62	58	60	82	51	64	55	61	
11	1	54	35	30	37	41	52	63	74	82	84	86	84	73	76	85	82	88	85	74	101	103	88	68	65	71	
12	3	44	30	26	25	26	31	34	52	56	72	87	—41	61	66	76	83	91	95	93	84	62	112	111	35	59	
13	0	28	28	25	22	19	21	24	34	46	40	47	50	62	67	69	49	60	56	54	64	69	68	63	59	47	
14	3	53	54	45	49	51	48	50	37	36	23	11	15	26	33	30	22	32	52	44	33	—33	44	31	21	34	
(15)	—	—2	—5	25	13	—119	—	—	—38	—24	93	123	52	28	41	50	64	63	77	76	63	74	63	62	56	—	
16	2	53	50	45	44	44	47	53	65	72	65	57	61	62	63	51	58	77	73	77	71	66	60	52	44	59	
17	1	49	47	36	44	47	50	55	37	53	55	53	61	77	87	90	98	64	58	53	49	46	49	44	45	56	
(18)	—	41	44	45	42	41	37	34	19	22	26	44	44	53	65	71	88	100	103	90	61	56	53	24	—	—	
(19)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	69	90	79	72	79	110	122	93	77	76	70	55	47	23	29	26	—	
20	2	39	53	54	58	61	58	68	73	72	68	60	71	64	56	55	67	42	38	56	63	68	58	59	53	59	
21	2	44	48	42	58	61	50	61	76	69	53	41	44	54	53	64	72	92	101	83	112	84	79	88	78	67	
22	1	53	66	61	67	56	63	64	87	107	112	104	108	120	120	128	128	120	114	95	90	82	62	42	46	87	
23	1	51	47	44	39	38	44	62	74	79	75	65	46	32	31	37	32	33	35	37	55	52	41	28	17	46	
24	3	28	24	12	23	25	12	29	28	35	40	66	67	18	53	58	50	79	69	31	18	24	29	33	23	36	
25	3	12	26	34	32	5	6	—6	—3	—34	1	2	—39	39	57	58	70	75	76	86	76	79	50	36	33	32	
26	2	33	34	32	30	34	31	33	43	45	48	59	64	66	53	47	52	47	45	48	42	50	78	41	47	46	
27	3	44	29	23	38	34	45	52	45	39	17	2	—22	12	7	5	7	26	116	60	23	21	3	—4	6	26	
28	3	17	19	15	14	22	29	36	42	34	26	30	50	67	68	56	27	49	67	58	66	87	81	15	32	42	
(29)	—	64	90	163	181	—	—	—	—	—	—	—	273	239	266	314	327	332	393	484	430	342	435	377	386	—	
30	3	320	351	322	285	165	202	178	138	157	132	146	175	143	166	160	151	277	212	163	53	68	58	61	44	172	
31	3	41	42	35	23	41	21	61	60	29	44	45	42	47	37	25	77	67	66	74	63	44	34	35	45	46	
Moy. 0-2		44	43	38	40	40	44	54	63	69	69	67	67	68	68	71	71	70	72	69	76	73	64	58	64	53	60
0-4		52	52	48	50	44	46	52	59	60	60	61	56	62	65	67	68	75	80	72	68	62	59	52	45	59	

Potentiel électrique volts par mètre.

Novembre 1913.

Date	Carac- tère	1 a.m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a.m.	1 Midi p.m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p.m.	Mi- Moy. nut		
1	2	40	43	37	39	46	62	117	128	98	88	95	104	88	91	97	112	115	115	117	99	84	62	54	85	
(2)	—	52	25	-154	-282	-286	-286	-250	—	251	-180	280	78	95	77	79	74	80	107	88	92	138	77	65	44	
3	4	2	-23	18	41	58	67	64	87	85	96	82	-216	-104	-17	46	96	99	115	60	-291	6	46	49	13	
4	3	40	27	7	-131	-75	10	40	33	27	58	79	57	71	69	84	85	88	81	75	90	96	63	53	45	
(5)	—	42	25	—	—	—	—	78	99	107	86	81	87	102	87	86	74	92	132	131	96	67	62	63	—	
6	3	54	42	44	26	50	51	58	46	105	284	257	200	233	224	228	208	184	166	126	107	117	101	-2	52	124
7	4	-2	-55	39	49	17	74	72	72	-5	53	24	91	65	82	-17	112	96	82	60	70	61	47	-154	-77	36
8	3	-7	9	55	34	40	69	79	88	99	78	96	102	-2	46	53	55	39	25	10	26	39	41	41	33	48
9	2	23	22	30	31	26	20	33	49	71	78	74	70	72	72	79	76	69	74	61	50	47	52	39	32	52
10	0	25	22	19	23	23	27	34	44	49	57	60	65	75	76	76	61	77	91	93	88	69	56	47	58	55
11	2	61	58	56	53	48	58	63	69	73	74	39	48	74	72	79	91	82	87	113	144	98	58	88	69	73
12	3	56	39	46	44	51	56	66	59	58	71	40	-13	-77	18	59	33	66	71	81	61	71	61	44	47	47
13	2	31	79	29	112	99	50	19	41	36	52	75	98	98	51	37	49	56	77	72	77	71	38	39	40	55
14	3	23	35	37	59	62	71	84	69	88	99	39	-29	28	69	64	34	74	94	79	90	82	82	78	42	61
15	2	33	33	38	48	37	45	93	90	76	45	55	58	14	43	60	126	114	79	37	76	85	93	52	20	60
16	3	7	10	14	10	0	6	1	25	62	47	28	35	44	42	56	56	76	56	33	40	33	25	25	23	33
(17)	—	28	27	28	29	31	28	43	56	67	53	53	80	45	46	56	62	63	76	87	—	—	—	—	—	—
(18)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	80	95	98	91	91	87	80	69	72	66	—
19	4	60	64	-60	-55	-30	-18	-131	51	56	41	-31	-405	-497	35	42	-217	-201	92	95	89	84	72	67	63	-31
20	3	56	56	55	59	61	62	76	88	80	95	89	44	35	53	47	-12	21	34	-2	57	115	108	81	85	60
21	4	80	83	61	58	54	57	61	62	70	65	63	72	66	57	-261	-703	173	5	10	18	8	10	7	3	7
22	4	4	13	25	60	-16	44	60	89	86	87	89	104	111	109	103	116	128	122	115	100	88	78	77	60	77
23	0	54	51	56	52	51	45	43	52	54	74	81	77	75	63	68	60	66	68	69	76	57	52	40	54	60
24	3	70	83	59	82	68	93	152	159	145	196	238	260	265	303	318	203	138	156	132	130	113	140	111	159	88
25	2	52	85	73	41	84	135	124	157	154	80	101	68	73	138	70	71	79	80	102	99	79	53	56	64	88
26	4	60	48	41	17	27	58	42	38	53	26	27	21	19	-209	-92	-85	22	46	76	114	114	88	65	60	28
27	1	53	52	47	41	41	51	72	89	87	83	87	94	101	105	123	141	128	102	93	98	115	106	98	89	87
28	2	80	58	67	55	53	24	39	66	54	44	50	50	63	103	115	90	64	91	120	99	79	70	66	53	69
29	2	41	34	29	32	31	31	33	45	38	37	42	42	45	42	25	33	41	54	63	53	60	78	36	19	41
30	2	17	23	25	31	24	32	41	34	36	35	34	34	41	42	44	52	50	51	55	43	40	41	36	34	37
Moy	0-2	42	47	42	46	47	48	51	72	69	62	66	67	68	75	73	80	78	80	83	85	75	65	55	49	64
0-4	39	38	36	35	36	36	49	51	70	71	79	74	43	40	65	59	34	77	80	78	79	63	65	48	46	56

Potentiel électrique volts par mètre.

Décembre 1913.

Date	Carac- tère	1 a.m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a.m.	1 Midi p.m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p.m.	Mi- nuit	Moy.
1	1	32	30	31	29	28	34	38	34	45	37	41	46	52	47	53	49	95	72	62	51	48	54	54	47
2	0	54	50	49	51	56	64	71	68	65	59	68	86	87	85	87	89	90	104	97	94	97	93	79	76
3	3	62	74	67	55	21	-11	13	44	65	63	60	62	79	83	78	90	78	85	81	-1	40	3	-23	52
4	3	7	19	18	32	33	30	-13	-79	-14	18	10	0	60	98	93	90	85	73	59	46	9	-51	-10	25
5	2	21	13	19	32	41	45	46	51	61	55	54	67	63	74	69	91	97	111	118	103	91	98	69	63
6	0	70	51	38	36	35	39	43	56	73	86	103	115	118	107	92	110	143	143	130	84	69	69	56	82
7	0	59	51	51	51	51	52	71	83	104	124	121	125	115	118	114	106	122	111	93	105	76	80	55	89
8	2	50	44	51	52	41	47	51	76	83	78	87	112	119	110	115	117	95	88	317	365	116	74	78	108
9	4	84	55	41	48	27	80	137	133	143	253	257	268	313	-32	-119	-619	-435	9	-87	-1	111	95	99	86
10	3	78	77	70	69	69	79	102	223	280	225	227	196	199	167	154	121	124	154	145	161	116	104	85	139
11	1	63	75	68	63	65	78	78	110	119	139	163	122	193	170	131	133	155	215	211	184	151	132	87	98
12	3	94	82	82	75	70	87	104	113	132	142	342	200	308	274	270	275	264	355	355	344	241	132	142	105
13	4	46	-2	-4	83	-122	-71	3	185	237	356	191	-151	-419	-741	-826	-455	-106	69	89	98	87	85	68	-85
14	0	62	62	64	65	60	68	71	87	124	193	254	227	220	228	184	182	176	139	137	146	122	103	93	78
15	0	77	72	67	57	62	81	101	123	159	133	166	173	180	188	194	198	253	242	186	192	174	143	130	93
16	2	84	76	65	67	66	80	78	127	160	168	180	236	226	238	200	205	281	235	223	214	217	157	133	141
17	2	112	105	106	88	71	93	113	135	142	102	105	151	151	190	202	202	191	170	166	166	143	123	116	109
18	1	98	93	97	93	90	97	96	90	117	111	122	137	157	179	168	159	166	194	189	167	135	109	95	93
19	0	90	87	76	75	79	79	97	113	134	139	158	162	172	179	173	182	167	183	185	164	139	129	127	96
20	2	77	75	85	87	77	89	99	103	124	106	93	102	120	129	168	169	140	120	134	123	71	40	36	70
21	1	64	55	47	40	43	55	67	74	65	61	76	97	89	82	80	84	91	96	96	93	105	82	75	59
22	1	50	44	43	49	60	76	85	84	94	92	88	106	98	117	111	122	136	135	158	148	143	113	76	60
23	3	57	51	55	60	46	64	110	99	143	198	247	161	110	297	267	197	154	178	266	222	186	133	128	81
24	3	78	97	93	104	137	146	176	219	279	225	238	215	265	240	187	178	238	300	325	296	253	178	142	119
25	2	113	98	81	75	86	87	109	113	133	157	285	260	195	179	161	149	148	124	114	115	103	73	60	61
26	4	62	49	39	39	41	46	50	72	140	226	178	149	264	355	290	356	464	428	412	490	-176	147	197	177
27	2	60	49	31	58	58	67	56	129	131	95	260	127	147	149	189	211	193	173	111	158	135	120	127	131
28	2	137	76	80	95	113	158	209	186	246	182	153	146	138	138	153	127	96	27	33	80	160	103	73	98
29	2	74	77	73	69	58	61	69	82	102	116	133	142	135	137	171	169	173	181	174	124	115	86	91	78
30	2	58	49	44	54	55	61	71	101	143	143	137	155	104	51	166	136	124	101	87	65	69	54	34	56
31	2	45	51	36	37	38	45	55	82	76	96	131	140	91	106	81	95	114	131	108	95	97	66	60	54
Moy. 0-2		70	63	59	60	61	71	81	96	114	112	135	138	135	136	139	140	144	141	144	141	124	97	84	80
Moy. 0-4		68	61	57	61	53	65	79	101	126	135	153	133	134	121	111	98	119	148	154	156	115	97	88	79

Potentiel électrique volts par mètre.

Janvier 1914.

Date	Carac- tère	1 a. m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a. m.	1 Midi p. m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p. m.	Mi- nut	Moy.		
1	3	51	34	33	17	-50	69	-46	-170	-309	-199	-115	-60	14	32	70	69	72	73	68	63	68	62	57	45	-2	
2	1	36	36	34	30	31	31	44	51	58	55	51	51	51	51	69	69	102	101	95	82	69	63	58	50	57	
3	0	46	49	57	59	62	62	70	78	76	60	76	92	116	104	151	145	135	152	161	143	145	97	87	106	97	
(4)	-	69	90	90	81	76	130	236	365	387	287	135	74	67	70	69	69	129	179	136	85	68	59	-	-	-	
(5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	127	127	93	90	246	147	124	109	66	81	93	118	161	-	
6	2	140	159	240	222	23	42	46	61	92	115	109	134	177	148	161	148	174	204	270	236	159	133	105	78	141	
7	3	65	65	67	57	56	65	79	111	160	134	132	189	269	450	329	178	209	183	180	198	189	133	102	60	152	
8	4	50	47	36	34	53	64	67	154	157	167	228	460	624	571	640	496	533	589	646	644	-7	-86	-71	-55	252	
9	4	-123	-44	262	364	946	894	930	994	994	974	872	996	988	875	799	697	815	712	855	610	681	442	402	493	084	
10	3	482	482	440	437	351	297	288	291	315	291	295	262	275	228	180	175	137	135	127	109	104	113	118	91	251	
11	2	82	64	53	40	56	71	73	101	103	120	126	147	129	126	138	157	171	144	133	118	109	111	104	100	107	
12	2	84	73	62	62	82	118	132	177	169	149	124	162	149	138	226	222	173	158	126	96	75	62	59	60	122	
13	1	55	58	65	63	64	63	96	134	243	192	173	143	167	188	163	169	129	151	161	74	39	44	75	83	116	
14	1	68	71	70	55	78	91	69	106	114	130	160	167	179	207	211	208	206	211	176	170	137	113	80	56	131	
15	3	50	63	62	23	25	36	38	43	48	57	72	79	79	78	82	60	74	78	83	86	74	5	34	55	58	
16	2	48	44	37	32	43	52	64	73	109	101	116	97	107	111	115	124	145	116	104	101	106	88	97	59	87	
17	3	30	17	-23	42	52	46	29	-143	39	116	89	89	100	95	132	122	101	-31	143	304	189	113	107	121	78	
18	0	106	104	134	143	122	85	78	99	112	103	115	133	110	114	121	125	135	128	136	166	170	105	146	117	121	
19	2	77	71	71	67	67	65	74	101	156	156	143	171	198	201	404	380	170	163	174	132	135	135	122	113	152	
20	0	97	87	87	75	84	92	105	105	111	119	119	127	135	173	208	262	179	240	261	292	229	181	193	160	153	
21	0	101	74	81	85	97	101	101	109	132	123	110	176	143	171	156	122	118	132	161	170	161	124	123	103	124	
22	1	95	70	56	69	73	90	89	113	143	131	147	168	193	218	181	134	169	244	152	119	93	83	91	73	125	
23	0	70	58	56	62	73	73	78	98	94	81	90	102	109	115	139	185	161	157	175	175	124	113	87	80	106	
24	1	78	70	62	66	64	50	84	96	104	94	93	85	91	126	109	102	108	114	118	118	121	86	77	60	91	
25	3	67	87	94	85	71	44	69	64	95	197	215	237	205	178	171	149	129	124	122	139	143	132	140	62	126	
26	3	190	-36	29	-3	36	25	21	28	20	8	17	7	29	69	74	74	81	89	92	112	107	97	80	74	55	
27	1	71	66	62	61	65	73	83	92	106	100	93	106	112	110	121	102	119	140	153	175	122	90	92	90	100	
28	2	94	89	76	85	107	108	110	117	126	144	161	156	168	162	163	162	183	183	182	182	141	141	133	121	137	
29	3	109	93	60	69	61	15	23	43	14	26	53	116	172	202	198	181	192	181	136	113	107	97	88	75	101	
30	1	67	58	53	51	49	58	69	81	90	102	96	114	118	145	161	163	160	138	141	151	136	122	111	68	104	
31	2	46	67	51	68	65	76	73	84	106	98	90	67	82	5	114	115	130	103	74	60	57	31	48	50	76	
Moy. 0-2		77	72	74	73	69	68	81	99	118	114	115	126	133	146	164	160	151	157	155	145	123	101	99	86	113	
Moy. 0-4		84	75	85	87	100	98	105	113	130	136	140	165	182	191	200	181	180	176	186	177	137	104	102	91	134	

Potentiel électrique volts par mètre.

Date	Carac- tère	1 a.m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a.m.	Midi p.m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p.m.	Mi- nuit	Moy.
1	3	46	38	37	34	11	-15	73	96	93	70	61	68	74	79	82	82	97	106	119	110	102	103	71	64	71
2	2	53	14	35	49	46	36	33	32	43	69	73	79	94	79	76	70	41	37	63	67	41	68	78	68	56
3	1	56	35	61	57	69	74	86	98	127	102	73	15	52	55	101	199	195	210	207	177	162	141	106	83	106
4	3	60	58	55	52	59	65	78	87	99	101	99	24	82	60	135	148	225	220	213	215	225	195	170	156	120
5	1	133	124	111	107	57	65	80	64	65	59	59	84	78	95	105	126	144	161	174	170	163	160	156	151	112
6	2	107	82	70	84	85	74	78	87	95	101	108	111	114	115	106	105	102	115	118	110	60	100	179	179	104
7	2	114	73	54	56	54	103	123	51	171	213	144	86	112	86	89	80	123	116	137	121	139	226	180	99	117
8	3	-14	57	51	53	51	55	65	52	87	69	50	52	68	43	82	89	115	110	130	118	78	66	39	22	66
9	2	17	10	5	9	19	8	17	14	31	49	62	60	64	59	54	47	71	78	83	91	95	95	85	72	49
10	4	67	60	57	51	50	61	78	70	49	-110	-217	23	-36	-390	-15	97	111	75	75	73	80	83	58	54	21
11	3	59	75	136	125	122	68	67	70	89	99	91	130	153	161	136	108	111	142	152	159	122	121	124	130	115
12	2	138	116	100	110	115	115	147	165	164	152	151	216	222	205	114	90	90	115	158	161	179	222	168	134	148
13	3	77	-192	0	66	95	93	106	147	136	118	91	87	91	83	84	87	83	82	74	66	51	69	68	78	72
14	4	78	174	170	145	90	86	67	82	81	79	105	136	151	151	167	174	123	19	-181	-269	-404	5	56	66	56
15	4	61	60	50	63	73	71	78	69	80	14	-211	-142	35	55	42	13	19	17	13	9	9	-1	12	32	22
16	2	38	58	55	60	59	56	51	60	57	57	62	61	64	68	72	76	84	102	95	97	89	78	69	60	68
17	0	44	46	41	44	44	44	63	60	75	71	78	78	78	77	74	84	81	72	83	91	93	85	71	73	69
18	2	64	61	59	60	56	54	60	65	72	71	83	99	113	113	102	93	78	98	168	272	190	143	106	123	100
(19)	—	96	85	67	68	75	108	131	179	331	426	213	53	78	—	—	328	135	117	10	14	115	115	135	148	—
20	3	184	257	375	162	85	57	60	85	96	69	69	96	104	77	73	91	90	97	103	107	107	79	74	61	111
21	2	54	45	43	37	46	58	79	96	103	182	166	192	151	130	136	143	124	120	128	123	119	98	85	65	105
22	1	54	80	60	74	61	80	96	66	67	74	68	71	71	78	87	87	106	115	100	116	104	82	91	76	82
23	1	74	55	56	76	78	101	135	139	150	116	108	130	97	89	121	97	107	122	151	140	131	115	84	85	107
24	3	69	85	68	62	60	76	95	155	193	180	106	98	97	154	200	207	232	353	317	331	239	145	121	107	156
25	2	95	86	87	82	80	110	201	259	199	150	154	155	147	168	200	208	173	217	222	200	177	157	112	61	154
26	3	64	41	34	54	165	200	219	187	194	155	81	110	114	151	165	202	194	177	158	84	76	74	92	86	128
27	1	65	56	42	35	40	63	67	63	83	83	76	68	58	62	73	91	101	117	141	151	134	106	82	72	80
28	0	59	48	45	41	38	47	66	91	107	114	154	167	138	157	121	126	154	151	146	145	126	93	44	50	101
Moy. 0-2		73	62	58	61	59	68	86	88	101	104	101	105	103	102	102	108	111	122	136	140	129	123	106	91	97
Moy. 0-4		71	63	72	68	66	71	88	93	104	93	72	87	96	84	103	112	118	124	124	120	102	108	96	85	92

Date	Carac- tère	1 a.m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a.m.	Midi p.m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p.m.	Mi- nuit	Moy.
1	2	44	40	34	61	51	45	50	77	91	89	74	65	79	40	68	45	86	132	127	124	112	112	90	71	75
2	1	76	62	49	64	65	68	67	70	65	65	75	82	83	83	83	94	107	95	92	90	93	84	75	82	78
3	1	71	70	57	61	76	91	86	91	97	95	80	76	76	74	71	83	75	84	104	105	79	70	65	65	79
4	4	47	56	54	64	24	70	-3	121	-49	-130	-149	90	48	59	65	78	69	71	73	73	74	69	64	63	42
5	3	70	71	62	58	57	68	64	74	81	91	97	96	73	60	82	-28	-10	89	94	191	124	91	67	40	73
6	3	45	53	18	12	30	40	60	82	68	58	59	35	54	54	62	63	64	91	88	30	42	42	15	9	49
7	3	104	120	164	505	185	214	410	212	388	435	306	123	42	162	202	187	314	72	120	188	200	-32	19	62	196
8	3	12	20	32	38	70	39	8	35	34	190	168	91	68	67	66	76	64	88	82	86	66	60	56	37	65
9	2	28	25	25	26	30	37	45	88	108	125	155	145	132	92	67	69	96	193	74	78	129	111	116	50	85
10	2	44	86	48	40	52	55	72	127	215	207	161	180	193	178	145	180	205	381	258	253	132	106	95	78	145
11	2	60	66	49	55	41	57	91	145	147	150	132	141	161	151	158	170	136	150	189	98	68	213	68	50	114
12	0	58	39	35	39	38	59	95	134	166	193	205	202	189	165	135	113	139	168	168	149	125	91	63	69	118
13	0	54	60	45	45	59	73	93	157	197	227	238	241	239	241	175	154	167	125	131	122	105	89	74	58	132
14	0	57	53	64	64	70	79	91	117	159	154	199	215	219	163	131	115	102	107	95	112	112	74	42	63	111
15	3	66	32	46	69	66	68	1	-74	-54	-17	32	17	3	42	28	5	18	10	26	60	63	31	59	66	28
16	3	56	52	37	42	17	8	5	13	21	39	29	38	32	37	30	39	48	52	53	61	50	21	56	51	37
17	3	79	128	90	76	74	66	71	99	86	123	93	107	72	50	59	52	76	86	72	91	45	39	35	21	75
18	2	22	32	37	35	31	41	51	68	72	75	68	72	86	87	104	87	110	129	117	232	237	194	104	68	90
19	2	87	54	67	64	74	89	106	73	69	70	63	60	69	60	68	71	75	54	73	71	55	61	43	40	67
20	2	30	52	50	59	45	72	99	112	99	85	64	60	72	85	102	87	73	92	79	74	60	70	65	69	73
21	2	66	46	43	54	60	62	61	59	71	61	65	65	56	60	90	90	62	89	90	95	79	90	71	65	69
22	4	66	50	34	39	20	19	37	39	85	75	64	42	35	5	94	338	168	112	58	20	-53	-26	2	9	55
23	4	12	5	24	25	38	41	43	38	35	37	-10	-17	-35	-82	-46	33	21	10	41	51	35	27	36	95	19
24	3	123	124	96	102	144	135	176	150	128	151	118	123	104	85	58	40	74	112	80	104	90	86	40	42	104
25	3	48	26	29	30	32	43	112	118	134	124	126	112	115	106	115	98	93	71	79	86	88	21	48	51	79
26	2	57	35	45	53	124	300	205	255	112	95	25	20	30	50	72	62	49	42	52	58	27	36	53	36	79
27	2	41	55	57	51	55	41	78	85	83	95	34	10	37	76	79	68	54	54	68	34	74	64	71	55	59
28	3	53	49	40	35	24	47	36	60	41	50	18	47	33	77	106	107	101	128	162	173	148	102	80	72	74
29	0	53	51	46	43	40	49	82	102	114	110	106	96	88	102	105	110	102	128	207	281	187	135	113	66	105
30	1	50	46	41	43	43	57	68	79	92	101	94	104	91	76	80	77	68	60	81	85	67	57	51	51	69
31	4	43	46	51	41	46	44	49	48	47	43	46	58	85	71	51	80	-219	-62	-36	-24	-21	21	22	78	25
Moy. 0-2		53	51	47	50	56	75	85	108	115	117	108	108	112	105	102	99	100	123	118	121	102	97	74	61	91
Moy. 0-4		56	55	51	64	57	70	81	92	97	105	91	90	85	83	87	92	83	97	97	105	87	71	60	56	80

Potentiel électrique volts par mètre.

Avril 1914.

Date	Carac- tère	a. m.											p. m.											Moy.		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	Midi	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11
1	2	68	65	59	18	22	32	34	44	30	46	49	51	71	99	105	99	98	101	151	156	121	96	47	21	70
2	2	21	13	14	18	39	57	96	124	106	115	82	69	69	74	89	108	101	126	157	140	130	88	95	71	83
3	2	58	58	61	67	79	76	99	130	87	60	82	75	88	90	110	107	108	102	102	120	117	76	90	86	89
4	2	66	44	40	18	12	34	77	52	30	49	51	60	51	43	40	52	62	61	49	74	68	25	9	20	45
5	2	10	35	40	43	44	45	68	85	76	72	82	89	72	45	85	92	111	113	95	118	149	137	123	123	81
6	3	165	267	175	159	146	106	177	181	96	84	83	82	76	85	85	78	71	60	70	68	60	57	46	48	105
7	4	82	69	68	82	61	67	75	68	60	51	47	47	25	-35	-73	23	-20	-75	-7	-256	-72	0	20	-49	11.
8	3	-53	9	18	42	26	35	52	59	44	61	37	64	95	85	72	67	59	60	70	96	99	112	143	126	62
9	3	182	173	157	140	168	202	219	127	138	117	90	93	96	70	69	76	80	65	84	77	96	104	139	245	125
10	4	260	167	175	159	157	126	123	116	134	90	98	101	95	95	91	82	27	171	-246	-251	-240	-39	65	80	68
11	3	91	104	68	53	68	68	66	70	42	45	70	63	56	49	69	133	75	86	85	75	72	57	49	43	69
12	3	38	36	16	-59	-131	-258	-10	36	-23	-56	67	63	57	62	68	65	53	57	62	57	54	57	62	65	18
13	2	68	70	60	65	68	51	75	79	70	51	53	66	63	60	60	53	43	48	76	74	65	61	57	48	62
14	3	40	30	33	39	39	40	41	39	31	31	29	32	35	43	55	205	-47	14	-20	48	49	36	26	32	38
15	1	48	38	41	34	38	45	49	56	62	60	65	70	68	67	70	61	60	56	57	58	57	45	49	38	54
16	1	35	36	37	40	43	51	54	62	68	69	67	71	67	65	68	57	49	47	43	42	54	38	29	32	51
17	0	26	29	29	29	29	39	54	62	51	46	57	65	67	71	71	81	71	80	98	104	93	76	62	38	59
18	0	46	33	33	25	26	35	47	49	46	37	43	54	50	57	55	57	53	41	26	24	27	33	32	35	40
19	0	35	32	36	35	32	38	43	43	52	65	58	49	40	42	45	43	40	41	33	33	33	29	25	25	39
20	0	21	18	14	15	19	33	58	93	93	78	40	30	32	37	34	35	37	25	25	32	29	25	23	22	36
21	0	21	20	17	15	15	24	33	36	36	36	36	43	49	53	49	49	42	45	46	46	45	36	33	28	36
22	0	35	41	55	37	25	25	56	58	51	45	39	38	38	35	34	32	39	40	40	50	43	42	50	46	41
23	0	44	51	47	43	42	45	59	60	54	37	40	45	51	49	50	54	40	43	33	20	19	24	24	26	42
24	4	32	28	29	28	30	36	40	62	55	56	56	58	49	141	71	59	-77	21	28	37	35	24	20	24	39
25	4	25	18	36	39	45	46	49	38	43	39	42	34	76	0	29	34	38	43	49	54	65	43	34	36	40
26	4	36	26	25	24	24	29	35	53	45	29	33	28	31	29	36	32	31	-98	-8	36	35	36	46	37	26
27	3	34	32	25	31	37	40	36	36	39	33	12	1	21	32	40	40	43	46	48	54	54	52	48	33	36
28	2	28	30	32	26	26	30	38	42	53	61	55	43	39	23	26	29	29	32	39	42	45	44	32	29	36
29	3	29	30	29	26	29	30	56	47	49	42	36	23	21	8	-21	-62	-41	21	25	30	31	30	24	21	21
30	3	21	24	18	18	21	29	39	41	39	36	31	31	39	42	45	48	85	56	64	140	124	130	111	68	54
Moy. 0-2		39	38	38	33	35	41	59	67	60	58	56	57	57	62	63	61	63	61	63	71	68	55	49	43	54
Moy. 0-4		53	54	49	43	42	41	63	68	58	53	54	55	56	53	54	63	45	51	45	46	51	52	53	49	52

Potentiel électrique volts par mètre.

Mai 1914.

Date	Carac- tère	1 a. m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a. m.	Midi p. m.	1 p. m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p. m.	Mi- nuit	Moy.
1	2	68	48	38	33	43	54	62	68	72	71	57	47	36	45	49	41	43	46	24	55	59	40	43	45	49
2	2	43	43	40	40	40	51	64	60	60	55	48	34	26	40	21	40	40	46	50	42	41	42	34	32	43
3	2	32	33	30	26	19	23	34	36	27	21	21	24	25	24	27	33	32	31	30	33	36	40	36	35	29
4	1	34	36	37	43	49	58	65	47	45	51	45	50	49	46	52	46	62	52	45	49	56	58	53	48	45
5	3	43	36	-202	-64	64	85	65	28	52	34	40	34	34	26	15	121	-8	30	41	28	18	20	21	36	25
6	3	57	79	50	37	46	45	30	10	12	18	19	36	36	74	83	80	80	66	72	107	74	69	55	54	54
(7)	—	57	-53	-46	24	42	59	91	59	76	65	80	60	54	—	—	-5	-252	55	114	72	-190	48	107	57	—
8	3	79	45	59	62	55	79	71	97	60	93	93	80	85	83	66	73	71	66	50	37	-18	69	11	45	63
9	3	63	57	73	74	49	81	32	73	100	34	53	45	42	45	37	18	-11	23	60	47	43	39	40	35	48
10	4	33	27	23	27	27	24	79	50	-104	48	44	-16	37	60	66	78	66	66	73	53	49	48	52	40	39
11	3	39	50	63	47	54	78	122	59	-79	-34	62	74	84	62	81	50	37	37	46	49	45	45	45	45	48
12	4	55	55	68	60	53	67	66	59	59	53	50	45	41	38	34	39	27	17	15	19	-100	-52	-322	-585	-6
13	4	-359	-590	-391	-49	15	14	45	55	78	60	34	49	70	16	70	91	49	96	164	32	114	129	99	55	-2
14	0	45	33	28	39	39	62	62	65	65	54	57	51	54	58	60	57	54	48	29	35	33	29	27	25	46
15	0	18	17	21	20	19	27	25	43	49	40	35	24	18	23	24	32	35	32	30	26	27	23	21	21	27
16	1	21	15	11	17	21	26	21	21	18	21	25	24	19	22	29	33	42	45	45	55	62	59	51	43	31
17	0	29	28	24	18	21	21	24	41	65	49	37	36	34	31	32	32	24	24	34	47	49	46	48	32	34
18	1	27	24	24	19	23	26	32	32	23	26	26	30	30	23	30	32	39	40	50	52	51	45	41	40	33
19	3	43	36	46	63	66	59	51	45	32	17	7	6	9	9	11	14	21	60	84	65	41	47	34	43	38
20	1	43	36	33	33	40	43	44	49	55	54	46	33	32	33	29	32	36	39	27	65	71	71	67	53	44
21	3	49	39	32	29	24	29	35	32	34	31	29	25	25	24	24	18	14	14	15	27	39	38	-23	23	26
22	3	28	2	-59	26	17	20	27	25	24	21	21	19	18	5	12	15	20	20	21	24	26	23	20	25	17
23	3	27	21	21	18	17	20	9	18	19	82	34	12	15	23	17	19	-2	29	45	48	53	60	29	54	29
24	4	21	28	-22	-83	65	-3	54	41	29	21	21	-1	-138	-14	11	12	19	21	30	40	40	37	45	26	12
25	1	20	24	21	19	35	46	51	57	60	62	56	56	56	54	57	53	55	55	65	71	75	63	51	38	50
26	3	30	23	15	7	3	-115	-178	-51	-104	-104	-153	-63	-27	5	16	7	7	32	40	60	71	61	57	49	-13
27	2	49	38	33	30	32	26	34	54	50	52	53	60	49	50	54	62	62	75	67	54	101	63	46	37	51
28	0	33	34	34	35	38	56	71	76	63	49	47	54	54	54	54	60	72	75	78	101	93	87	76	53	60
29	0	32	26	25	27	36	61	81	82	71	69	61	58	66	66	71	75	68	78	78	85	87	89	74	33	62
30	0	42	33	24	30	30	49	95	118	103	63	49	46	52	52	51	43	43	53	63	73	73	57	53	52	56
31	1	47	47	32	32	36	41	49	60	68	68	52	39	62	60	46	50	68	74	68	72	75	72	64	57	56
Moy. 0-2		36	33	28	29	33	42	51	57	56	50	45	42	41	43	43	45	48	51	49	57	62	55	49	40	45
Moy. 0-4		26	14	8	24	36	38	44	48	37	39	36	34	33	38	41	45	39	46	51	52	49	51	32	20	37

Potentiel électrique volts par mètre.

Jun 1914.

Date	Carac- tère	1 a. m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a. m.	Midi p. m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p. m.	Mi- nuit	Moy.	
1	2	53	40	40	34	33	37	43	38	36	18	12	15	14	4	10	73	90	70	48	51	73	53	37	35	40	
2	3	28	27	47	65	15	10	-13	-146	-283	-150	-161	-219	-257	-223	-137	30	59	61	55	49	38	35	52	32	-41	
3	3	30	36	28	41	29	39	47	49	57	53	-18	90	84	40	51	90	71	50	91	58	58	46	44	35	50	
4	2	30	33	33	32	52	60	73	77	68	53	43	43	36	41	49	48	48	51	52	63	61	51	35	35	49	
5	3	29	39	43	37	36	33	45	47	46	50	40	43	35	15	-19	6	1	-25	-62	-110	-102	-267	-109	30	-5	
6	3	32	32	43	21	34	39	48	61	38	4	39	43	40	51	60	63	63	67	54	84	88	82	54	30	49	
7	1	40	26	21	24	30	52	44	54	51	42	41	42	36	32	33	34	35	40	44	54	51	57	46	42	40	
8	1	40	36	27	29	43	89	112	104	93	72	69	70	62	57	58	61	66	55	64	93	95	97	97	83	70	
9	0	32	28	29	33	43	69	82	89	90	72	60	54	57	57	68	77	73	72	74	83	85	79	102	104	67	
10	0	69	39	30	36	52	62	60	61	64	65	57	46	43	48	51	57	55	65	67	80	92	90	98	100	62	
11	0	109	85	54	29	46	76	96	92	92	79	71	68	67	57	58	57	68	62	74	75	59	54	61	58	69	
12	0	57	43	18	29	28	48	98	87	78	79	65	57	47	48	48	36	39	47	75	82	79	75	67	51	58	
13	0	49	42	29	29	30	30	39	57	46	43	41	60	52	53	54	47	46	66	74	94	76	63	58	46	51	
14	3	46	41	2	-18	27	35	36	46	44	43	40	39	37	40	38	37	41	46	56	62	56	58	54	37	39	
15	3	36	35	30	28	24	21	28	34	32	27	27	21	26	21	17	21	48	96	222	74	79	69	69	45	47	
16	3	36	40	28	26	23	-210	13	180	86	-13	102	32	28	55	60	62	66	66	64	60	77	69	60	55	44	
17	1	37	31	37	37	37	45	56	63	56	57	56	60	55	59	62	60	55	59	62	86	105	70	50	52	56	
18	2	47	28	16	15	16	26	34	52	57	58	54	55	52	46	44	41	43	65	85	98	84	67	62	62	50	
19	2	33	13	8	6	17	43	54	62	51	56	53	49	32	36	43	39	36	37	43	59	46	43	38	51	39	
20	0	35	40	24	21	31	26	34	36	40	40	32	32	33	35	36	36	43	32	41	50	46	46	43	43	36	
21	2	44	40	33	41	43	43	43	51	61	58	50	38	39	36	39	34	37	42	43	45	45	49	50	61	44	
22	2	55	50	39	39	38	39	71	57	43	31	37	46	43	43	40	40	45	48	47	49	57	70	92	58	49	
23	2	48	47	49	27	38	46	55	61	47	40	25	35	27	29	38	47	42	54	55	62	60	60	65	62	47	
24	4	66	41	34	38	50	43	55	53	52	-156	-342	-180	-234	-611	459	-2	-524	24	67	50	48	47	50	60	-34	
25	3	60	50	39	55	26	31	48	54	48	39	31	35	35	30	35	36	36	37	36	41	-166	28	40	34	31	
26	4	26	17	21	17	16	25	39	38	24	20	180	33	59	46	188	145	28	72	64	39	48	43	-52	-37	46	
27	2	38	63	45	37	38	34	26	37	37	34	42	45	35	38	35	30	28	30	43	46	49	57	63	45	41	
(28)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-74	12	20	22	20	18	-95	-56	-219	-73	26	48	42	32	137	49	-	
29	2	23	17	11	10	17	17	23	49	66	61	52	49	29	29	50	52	47	42	45	37	30	26	26	24	35	
30	1	18	15	11	11	23	42	83	79	82	81	78	68	55	44	54	63	87	89	84	86	84	91	95	74	62	
Moy.	0-2	45	38	29	27	34	46	59	64	61	55	49	49	43	42	46	49	52	54	59	68	67	63	63	63	57	51
	0-4	44	38	31	29	33	38	52	57	46	34	31	31	29	9	57	50	31	54	63	60	53	50	51	50	42	

Potentiel électrique volts par mètre.

Juillet 1914.

Date	Carac- tère	I a. m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a. m.	Midi p. m.	I p. m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p. m.	Mi- nuit	Moy.
1	0	90	87	73	65	54	55	40	43	40	47	40	28	25	23	28	27	29	37	40	32	38	46	43	42	45
2	0	42	28	32	37	29	39	46	52	51	50	49	55	46	49	48	51	43	59	47	72	68	73	60	71	50
3	0	65	79	54	51	59	69	64	77	85	68	62	62	58	60	62	65	67	65	76	79	59	79	85	68	67
4	2	55	46	39	40	35	37	62	53	56	42	41	57	42	38	25	27	29	27	33	44	49	36	32	28	41
5	3	23	23	20	14	17	24	34	20	16	24	24	28	2	18	15	39	48	66	73	69	69	56	50	52	33
6	3	44	28	39	60	39	21	30	62	50	58	40	15	9	16	18	26	32	46	46	89	73	79	84	83	45
7	3	62	53	53	48	38	44	73	49	49	54	44	38	39	15	28	32	37	46	62	54	48	59	53	64	48
8	1	62	39	38	44	41	32	60	43	52	54	23	26	28	26	30	37	52	93	72	107	74	48	40	28	48
9	2	14	11	26	33	25	23	23	37	42	35	47	42	34	43	41	24	23	23	26	37	45	49	49	35	33
(10)	—	—	—	—	—	—	—	18	33	24	12	20	31	31	7	12	35	35	17	42	47	38	46	35	25	—
11	4	23	24	20	23	28	33	32	49	57	55	107	196	341	91	50	71	149	62	54	45	68	71	65	42	21
12	4	34	24	29	86	282	87	62	67	59	66	67	69	68	72	74	69	60	60	54	74	63	69	323	260	12
13	4	23	28	26	25	28	64	81	49	200	120	120	92	74	74	60	147	128	81	69	08	50	48	47	42	48
14	0	28	23	20	20	28	47	69	79	84	76	81	79	71	71	66	72	69	86	93	123	117	87	72	53	67
15	1	41	39	42	33	81	83	120	110	96	119	112	100	84	82	76	49	42	45	38	52	55	53	52	38	68
16	1	31	28	26	33	37	35	35	37	39	40	40	44	53	47	47	47	49	54	58	62	53	43	37	39	42
17	4	34	32	37	40	47	43	39	45	42	39	42	35	32	28	29	56	478	120	219	142	39	35	38	44	12
18	4	34	23	13	18	24	42	45	55	48	50	48	47	52	47	62	92	137	93	229	77	49	26	72	62	41
19	0	67	49	30	30	38	44	53	38	40	34	35	37	33	29	30	37	35	29	26	23	24	28	29	26	35
20	0	26	34	33	40	30	38	30	29	26	30	20	26	30	26	26	29	21	24	18	21	32	32	29	26	28
21	1	26	31	21	21	19	30	40	49	54	55	49	50	21	34	79	186	49	194	116	57	64	57	78	83	61
22	2	56	52	37	45	100	178	105	69	55	43	39	39	31	34	35	48	49	53	53	52	52	54	49	52	57
23	2	37	45	54	55	44	40	39	52	52	37	31	15	18	10	11	20	31	34	49	74	73	69	64	50	42
24	2	48	49	46	37	29	18	21	25	35	39	29	45	45	60	30	56	35	29	49	64	60	57	77	64	44
25	3	43	34	26	18	17	18	32	42	41	30	34	40	37	39	33	14	263	48	49	49	52	45	38	33	45
26	3	26	25	15	21	29	41	53	45	39	1	345	52	55	49	45	34	40	52	58	64	53	59	56	71	26
27	2	62	54	49	32	44	83	95	91	83	81	87	73	76	52	39	44	40	52	56	72	78	84	74	58	65
28	4	42	31	35	34	30	32	44	58	47	26	415	18	23	5	119	134	81	6	45	122	73	57	49	49	13
29	2	39	31	32	30	31	42	74	34	42	72	62	70	81	77	74	49	78	60	63	89	79	66	49	40	57
30	2	43	30	26	32	37	70	62	73	62	62	54	56	54	54	57	52	49	54	60	83	86	49	37	39	53
31	3	24	24	24	30	32	37	55	62	49	56	55	46	44	39	60	64	72	73	63	72	20	30	38	35	43
Moy.	0-2	46	42	38	38	42	53	58	55	55	55	50	50	46	45	45	51	44	57	54	63	61	56	53	47	50
	0-4	41	37	34	31	27	48	54	53	41	52	24	40	31	36	42	44	31	44	52	56	59	53	41	39	42

Potentiel électrique volts par mètre.

Août 1914.

Date	Curac- tère	I a. m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a. m.	Midi p. m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p. m.	Mi- nuit	Moy.
1	0	28	28	25	26	33	37	43	53	60	54	45	43	48	42	45	39	46	49	53	50	67	69	44	44	64	46
2	1	24	17	14	17	28	28	40	50	44	48	53	48	57	50	54	54	53	47	47	49	64	66	64	69	58	46
3	1	53	37	28	30	21	34	48	48	52	60	81	71	59	62	55	59	66	78	111	98	134	123	117	60	71	67
4	1	58	58	68	59	69	69	83	84	81	77	83	73	67	73	55	60	45	47	59	66	87	93	78	69	67	69
5	2	50	45	45	42	39	54	62	62	56	46	51	66	54	39	42	26	34	39	55	104	144	55	49	31	24	52
6	3	21	21	29	30	31	42	60	60	59	50	40	24	34	34	20	2	26	18	56	92	119	95	66	24	22	42
7	2	23	14	18	15	12	12	26	64	59	55	59	58	65	74	66	53	49	37	42	44	41	41	45	35	35	43
8	4	31	31	22	21	23	22	22	26	31	35	31	30	28	28	28	-39	-20	35	8	-377	12	28	32	29	25	5
9	2	19	17	26	28	27	27	21	32	32	35	33	37	38	37	36	47	35	38	39	68	54	39	31	39	32	35
10	2	21	35	15	28	24	24	29	36	28	32	28	24	30	32	28	20	18	16	36	49	52	55	55	49	41	33
11	0	39	28	26	28	39	49	48	44	44	39	28	24	28	23	34	32	24	21	26	26	34	40	47	44	34	31
(12)	-	31	31	31	37	37	37	42	49	46	49	47	42	25	22	27	22	189	137	17	-	226	8	49	28	28	-
13	4	26	22	30	-19	24	24	46	62	57	52	47	44	31	32	89	-249	-47	49	52	37	229	74	57	57	51	36
14	3	41	38	31	25	25	25	31	36	45	47	43	36	-41	27	37	38	9	170	12	39	43	47	45	40	33	38
15	2	38	35	24	16	8	16	19	40	40	44	40	24	30	25	26	32	34	37	45	50	64	53	42	38	37	34
16	2	44	39	32	21	20	20	24	32	40	48	52	49	52	50	44	49	48	48	49	47	64	71	40	35	17	42
17	3	2	-7	11	13	13	20	31	45	56	55	40	28	23	39	45	49	59	56	78	97	112	89	62	47	39	45
18	1	28	16	16	17	17	21	24	44	70	86	77	71	64	44	47	52	61	50	40	48	64	65	54	55	62	49
19	0	37	42	40	38	37	45	53	53	66	49	52	45	62	53	40	36	41	52	56	60	110	74	53	48	39	51
20	1	44	37	26	13	16	16	30	49	66	77	76	68	60	73	68	70	66	70	80	95	128	123	121	153	93	71
21	0	60	45	21	13	13	13	22	58	58	52	57	43	60	46	51	46	43	47	46	45	49	43	43	39	33	43
22	4	29	31	39	31	29	31	29	30	40	-94	25	-20	-373	-406	-180	-83	69	-393	326	91	62	35	-87	66	59	-27
23	3	22	23	18	12	7	11	11	31	123	26	83	62	49	52	57	57	53	46	44	37	42	56	94	212	225	60
24	2	194	99	66	25	44	34	32	32	24	20	26	35	38	38	35	37	32	26	21	30	48	38	43	43	39	44
25	0	32	29	30	32	31	33	36	36	36	40	43	40	40	44	46	39	43	43	43	32	33	33	30	29	27	36
26	3	24	24	23	21	20	20	65	35	30	31	56	49	40	43	65	63	75	56	86	65	100	55	108	100	95	55
27	2	97	40	40	48	43	43	61	52	65	70	65	62	61	58	59	77	72	64	74	89	88	68	59	71	63	64
28	3	28	27	32	37	49	53	48	39	35	35	6	21	14	23	22	-25	8	27	29	31	29	23	0	7	13	24
29	3	15	14	13	12	12	12	15	14	12	18	15	21	21	15	35	93	35	26	32	28	37	47	41	38	40	27
30	2	32	21	44	31	27	32	47	49	46	46	46	45	41	45	47	47	44	38	34	17	20	26	26	29	28	36
31	2	29	29	29	27	29	29	36	45	44	49	54	56	48	40	46	43	46	47	47	64	76	45	82	58	63	47
Moy.	0-2	48	35	32	28	29	29	37	47	51	51	52	49	50	47	46	46	45	45	50	57	71	61	56	52	46	47
	0-4	40	31	29	25	27	27	36	44	50	43	48	42	28	28	38	27	39	33	57	42	74	59	51	55	51	42

Potentiel électrique volts par mètre.

Septembre 1914.

Date	Carac- tère	1 a. m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a. m.	Midi p. m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p. m.	Mi- nuit	Moy.
1	3	45	25	-40	94	242	57	62	73	86	83	69	63	57	45	50	54	66	73	91	100	89	40	35	28	66
2	2	24	24	25	25	24	31	44	51	52	56	54	52	49	48	10	42	59	83	109	150	55	40	20	19	48
(3)	—	19	21	15	10	16	13	24	27	24	20	22	17	11	17	-238	—	—	—	77	42	28	49	57	49	—
4	4	49	39	38	30	31	34	39	48	53	44	14	7	-126	-237	79	-107	-230	-168	59	0	81	14	49	57	-4
5	3	46	16	47	48	50	59	73	91	91	1	32	66	-178	49	87	314	90	72	77	91	68	58	54	40	60
6	2	37	39	38	21	11	15	39	82	131	111	72	66	67	66	66	62	59	45	31	29	34	30	35	33	51
7	1	26	21	14	18	12	18	21	28	37	45	49	58	60	62	61	59	49	34	35	79	110	74	32	26	43
8	1	28	17	17	17	26	44	37	38	39	41	37	40	50	51	39	57	72	58	72	114	136	72	57	35	50
9	0	30	26	24	25	24	28	60	67	78	87	79	68	69	67	79	72	71	102	88	71	62	57	42	40	59
10	1	40	32	32	28	25	26	33	32	32	28	32	40	53	54	62	63	58	62	66	74	73	62	56	49	46
11	2	41	30	24	24	25	26	31	29	7	42	49	52	53	60	62	56	53	52	60	55	52	57	66	64	45
12	3	52	69	78	84	81	72	74	71	73	63	42	29	35	35	49	83	80	83	97	58	71	32	-84	25	56
13	4	150	-209	21	28	33	26	18	14	-11	-63	-94	30	72	95	97	88	79	67	80	101	92	104	79	67	40
14	3	52	71	67	28	18	25	40	77	59	51	49	47	40	-93	-42	21	35	49	68	53	37	42	42	35	36
15	4	31	34	40	48	48	42	53	58	67	0	-93	29	-174	57	115	-120	10	-14	37	23	42	63	62	58	22
16	1	52	49	49	52	53	53	67	73	74	71	66	58	52	49	52	57	60	60	67	77	76	62	53	55	60
17	1	54	53	49	45	49	55	60	68	71	58	58	69	68	62	53	58	50	60	72	72	72	50	47	58	59
18	3	56	37	28	23	32	43	163	193	131	125	95	88	87	76	72	110	92	105	97	92	81	49	54	50	83
19	4	60	54	50	40	37	31	4	-6	37	55	42	45	52	55	49	60	9	-379	-289	-284	-59	44	-4	26	-11
20	3	0	-41	-30	12	22	28	48	59	68	68	58	52	54	62	74	74	78	82	62	45	26	16	13	14	39
21	1	12	14	15	16	17	20	54	61	72	77	74	73	71	60	69	87	78	86	72	59	49	42	38	33	52
22	0	39	35	37	35	35	40	64	79	91	98	83	73	67	67	67	67	67	67	101	209	197	87	135	71	80
23	0	30	28	18	18	23	20	23	53	49	59	48	53	64	68	73	72	64	65	67	84	93	69	62	35	52
24	2	31	26	20	24	32	39	34	30	25	32	48	62	60	60	69	67	67	74	72	71	79	68	62	62	51
25	1	66	77	69	68	78	59	42	66	74	79	86	81	82	95	104	91	84	87	95	125	120	110	105	96	85
26	3	77	87	78	66	77	79	82	45	45	-3	11	32	28	34	2	32	26	35	34	20	-37	-71	-193	37	26
27	2	30	37	34	26	33	34	40	48	66	66	57	57	60	57	53	55	45	37	35	38	37	37	37	37	44
28	4	24	24	33	28	-23	-139	-105	-152	-384	-286	-78	1	-122	-21	-86	-45	-121	-81	13	-202	-298	17	-67	-225	-96
29	4	-444	-403	-112	-42	-334	-306	-69	-131	42	21	14	-95	-42	55	73	68	62	28	53	60	71	55	41	52	-53
30	1	44	39	40	39	38	42	55	59	59	68	68	68	73	70	72	74	74	60	64	69	57	59	59	57	59
Moy. 0-2		37	34	32	30	32	34	44	54	60	64	60	61	62	62	62	65	63	66	69	86	81	61	57	48	55
0-4		23	12	27	33	28	20	41	44	45	61	38	46	30	41	55	57	44	34	55	53	54	49	34	35	40

Octobre 1914. Potentiel électrique volts par mètre.

Date	Carac- tère	1 a. m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a. m.	Midi p. m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p. m.	Mi- nuit	Moy.
1	2	64	55	52	49	42	42	45	52	69	59	64	60	79	87	66	62	55	62	59	66	69	60	58	49	59
2	3	48	44	44	48	39	39	35	73	62	66	39	42	48	60	74	62	55	55	62	56	73	62	59	49	54
3	0	44	42	46	48	44	44	52	63	66	64	53	48	49	49	56	56	44	71	77	64	68	86	55	59	56
4	0	37	38	34	30	28	28	42	59	66	66	58	57	64	66	60	52	58	68	59	53	72	60	59	50	53
5	1	41	36	39	42	39	45	52	59	52	61	62	57	61	60	60	73	64	54	62	62	59	57	53	52	54
6	3	45	39	37	34	35	44	55	60	56	42	25	28	28	30	45	53	74	57	74	86	62	42	39	43	47
7	3	38	31	28	33	33	35	42	54	54	58	52	55	53	55	54	44	16	26	42	20	58	45	32	30	41
8	3	44	16	20	26	25	28	28	21	35	32	39	37	31	50	62	52	64	60	59	64	62	57	45	38	42
9	1	32	30	35	39	37	24	41	78	78	83	71	66	71	89	102	110	119	142	126	93	150	110	79	47	77
[10]	—	40	57	52	37	45	55	88	79	92	84	103	104	90	93	119	157	143	171	—	—	—	—	—	—	—
[11]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	124	126	117	107	105	100	119	131	126	134	97	175	192	186	104	39	—
12	2	28	26	35	41	49	49	76	66	81	59	30	40	59	45	91	83	73	78	85	91	112	77	55	64	62
13	4	47	32	-54	-325	-196	-68	-227	40	21	16	14	-16	-8	20	22	31	15	48	62	73	60	47	39	24	-12
[14]	—	20	12	21	18	17	23	20	27	30	41	39	48	44	41	57	59	55	54	—	—	—	—	—	—	—
[15]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	52	53	55	69	70	74	60	54	50	53	60	31	50	44	28	37	—
[16]	—	46	42	39	37	34	30	53	44	54	62	71	69	73	78	95	108	154	146	76	79	72	—	—	—	—
[17]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	101	49	85	105	73	71	74	64	45	47	40	29	26	23	26	35	—
18	2	24	30	24	25	28	32	45	53	54	53	55	59	68	76	80	83	54	23	30	58	84	64	89	66	52
19	3	64	49	34	32	21	15	43	49	79	73	49	62	77	35	31	-152	4	-149	-205	-194	-173	62	78	64	2
20	3	66	48	37	41	41	66	86	93	84	36	83	76	56	62	72	87	29	40	7	-32	40	49	72	16	52
21	3	36	76	79	84	86	103	125	147	139	125	117	126	121	132	156	171	161	185	178	151	131	118	93	81	122
22	2	83	74	69	78	97	99	146	163	198	185	161	146	144	151	174	131	150	157	147	174	154	107	108	74	132
23	3	24	58	-115	-126	23	28	35	3	89	127	189	151	161	113	117	12	40	69	83	83	77	87	78	54	61
24	2	45	41	35	20	26	31	62	70	67	49	57	45	49	113	74	66	72	82	77	84	45	34	12	5	53
25	3	31	40	17	28	41	-7	18	9	42	-20	45	23	32	45	48	30	21	23	19	15	17	12	10	9	23
[26]	—	8	10	14	13	—	—	—	—	-16	7	-35	-21	77	71	18	41	-5	48	57	52	54	73	63	47	—
27	3	48	25	8	11	16	15	15	10	9	3	-14	0	45	29	45	86	89	69	139	96	108	103	79	74	46
28	3	12	-56	28	21	24	54	64	112	142	105	95	120	-141	91	139	150	121	121	101	107	96	82	88	62	72
29	2	50	49	41	37	28	47	72	105	105	127	123	134	140	146	176	180	175	183	206	193	163	91	89	72	114
30	2	56	52	40	39	39	52	78	93	104	118	125	158	150	208	132	138	140	148	173	199	162	132	124	75	114
31	2	62	73	51	51	58	61	85	90	96	139	105	94	90	88	88	101	98	98	104	110	90	90	78	73	86
Moy. 0-2		47	45	42	42	43	46	66	79	87	88	80	80	85	98	97	95	92	97	101	104	102	81	72	57	76
0-4		45	40	28	17	29	38	46	68	77	72	71	69	64	79	84	73	75	74	76	74	77	72	65	51	61

Potentiel électrique volts par mètre.

Novembre 1914.

Date	Carac- tère	1 a. m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a. m.	Midi p. m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p. m.	Mi- nuit	Moy.
1	2	65	69	60	74	68	70	98	105	98	96	86	96	93	95	80	90	85	90	93	125	95	27	32	58	81
2	2	62	46	46	49	52	62	92	99	83	80	74	75	79	95	94	90	86	114	115	96	76	62	78	73	78
3	3	12	15	62	76	62	61	66	77	200	223	115	74	104	134	86	57	52	37	45	35	44	32	21	18	71
4	2	19	21	22	16	17	23	30	29	32	48	23	18	30	65	92	90	91	104	113	122	114	91	76	65	56
5	3	55	64	68	63	54	54	95	145	144	201	184	187	196	197	249	353	263	295	242	257	104	108	44	35	152
6	2	35	36	28	44	40	49	55	89	174	132	74	64	71	83	84	68	74	91	79	72	66	52	48	48	69
7	2	44	38	39	35	34	42	54	63	67	74	77	96	95	82	77	73	71	91	129	139	62	57	58	32	68
8	3	24	17	13	12	15	18	29	38	62	52	50	62	68	67	71	61	60	36	49	64	54	37	83	42	45
9	3	15	-26	-59	-26	11	46	35	42	87	87	76	75	66	58	61	57	71	72	87	54	32	41	12	8	41
10	3	6	5	2	4	6	9	9	11	12	20	27	43	76	82	95	85	89	89	92	85	87	79	72	65	48
11	4	62	61	62	59	54	55	61	66	62	55	28	-283	-423	-91	-76	-59	72	102	82	84	84	72	10	42	10
12	3	45	45	41	35	-73	55	74	74	83	74	77	70	105	123	118	108	86	70	25	71	86	62	63	32	65
13	3	42	38	39	39	28	40	45	57	68	41	44	46	54	57	68	78	87	105	123	148	127	125	238	103	77
14	3	79	-39	-12	-1	3	-46	-17	301	381	429	461	262	115	68	64	72	86	89	89	89	83	89	91	76	117
15	2	68	60	60	72	62	69	95	98	112	52	47	49	81	57	83	64	45	77	124	131	86	84	82	66	76
16	0	62	58	52	55	57	60	62	76	85	83	68	74	62	68	69	73	95	132	112	104	83	60	40	32	72
17	1	23	27	30	32	37	52	73	117	108	30	118	105	109	112	110	107	92	49	73	60	58	64	58	48	70
18	3	33	20	44	102	43	35	-2	20	80	111	102	136	115	119	110	45	30	52	58	51	44	42	40	53	62
19	0	53	41	45	39	42	47	72	108	112	112	146	135	156	147	171	200	183	83	93	42	59	78	44	25	93
20	3	55	35	36	35	52	67	66	77	89	94	28	87	98	-20	18	11	11	9	7	12	12	54	60	32	43
21	3	-248	7	66	44	49	66	93	154	115	118	79	84	103	117	96	79	77	80	91	118	105	92	135	91	75
22	2	74	55	49	60	42	39	44	60	76	118	131	152	197	163	105	94	83	88	100	77	62	59	53	40	84
23	1	38	45	39	32	37	43	62	83	60	73	74	66	87	88	89	95	86	93	101	91	91	91	79	67	71
24	2	66	54	52	55	47	41	45	67	71	84	87	88	100	118	175	64	33	24	26	35	89	71	64	60	67
(25)	-	49	-4	9	10	26	19	7	11	14	1	49	47	89	64	84	169	199	215	-	-	126	110	190	121	-
26	2	86	66	49	44	44	53	69	73	81	103	84	70	81	81	78	63	81	98	129	137	120	78	44	16	76
27	2	6	20	34	49	48	53	58	59	69	69	78	55	42	24	18	29	63	66	42	56	74	79	91	81	53
28	3	87	78	64	64	49	49	73	62	57	58	73	77	68	62	79	81	86	69	57	78	92	84	57	9	67
29	3	5	1	12	-4	18	37	42	30	48	49	57	55	82	110	115	107	127	131	129	86	60	49	3	-3	56
30	3	4	5	6	6	12	17	7	7	-24	49	-103	-35	39	34	39	21	24	32	45	54	87	44	28	24	18
Moy. 0-2		50	45	43	47	45	50	65	81	88	82	84	81	91	91	95	86	84	86	95	92	81	68	60	51	72
Moy. 0-4		34	33	36	40	35	44	55	79	93	97	85	72	74	83	87	81	82	85	88	89	77	68	62	46	68

Potentiel électrique volts par mètre.

Date	Carac- tère	1 a. m.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 a. m.	Midi p. m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 p. m.	Mi- nuit	Moy.
1	3	24	17	10	5	15	26	30	43	59	60	45	38	26	31	59	43	-31	63	94	102	93	89	59	60	44
2	1	68	72	74	78	68	77	72	88	98	117	116	92	94	86	88	97	101	107	111	116	108	108	84	73	91
3	3	74	77	56	54	54	68	81	98	105	113	107	115	137	137	129	118	19	-41	-186	42	87	84	58	54	68
4	4	58	49	44	53	55	42	34	-113	-118	29	55	63	76	60	76	12	9	-18	-198	-20	28	6	15	38	14
5	3	46	50	55	73	87	118	112	108	107	69	37	83	132	140	117	115	93	123	100	-17	87	97	83	86	88
6	4	102	88	56	57	56	66	84	93	91	100	95	95	74	213	-414	-14	83	86	68	125	91	91	74	42	63
7	3	45	11	54	49	41	35	49	72	125	13	-116	-131	195	93	39	18	6	-2	10	17	34	46	42	29	32
8	3	23	25	28	30	28	30	37	37	40	48	39	-49	-228	-134	38	42	53	49	43	42	40	37	28	20	14
9	2	26	26	25	27	24	19	24	17	20	28	31	31	34	38	44	49	47	49	52	58	63	55	44	42	36
10	3	37	34	38	37	40	40	49	58	13	21	39	37	59	73	77	82	81	100	105	116	116	93	88	77	63
11	2	70	64	53	53	49	64	73	87	95	87	94	117	122	127	129	131	129	131	123	129	141	97	93	64	97
12	2	62	55	64	38	40	52	58	68	62	120	89	118	119	129	125	117	98	98	102	122	122	97	55	49	86
13	3	30	24	20	12	17	32	43	32	32	192	212	173	231	149	218	143	154	250	66	-10	-9	-118	10	-21	78
14	3	31	23	40	56	55	53	78	136	116	165	270	282	294	231	243	293	143	187	171	167	161	142	126	110	148
15	3	83	66	53	40	64	52	-77	84	57	74	136	173	108	140	146	151	125	129	64	83	91	91	59	39	85
16	2	35	38	28	21	31	40	57	82	63	66	62	45	45	35	42	62	54	56	59	69	84	76	62	57	53
17	2	49	49	45	45	40	49	57	74	68	67	73	66	72	78	83	62	71	71	64	42	40	48	47	49	59
18	3	40	49	49	48	40	49	52	42	88	58	57	79	81	69	98	71	40	53	43	38	53	58	33	29	55
19	3	26	38	19	54	60	66	53	72	-34	39	1	-16	-101	163	185	175	173	166	163	135	112	100	86	64	75
20	4	62	69	5	5	12	-54	-145	142	142	112	73	42	-234	-17	-161	-213	-132	-152	26	45	77	77	68	-59	-9
21	4	-318	-377	-189	45	69	88	107	102	97	115	123	142	120	115	132	174	249	297	170	96	60	37	-1	-125	55
22	4	-512	-256	-548	-279	-128	-215	-335	-170	17	-301	-411	-173	-352	-248	-90	66	70	-24	-156	-325	-339	-218	-145	-248	-222
23	4	-42	-142	-316	-78	37	32	-29	-14	54	74	92	112	120	106	66	17	39	68	79	131	222	213	180	106	47
24	3	84	66	55	63	58	33	-139	13	110	8	20	26	13	9	8	8	17	14	6	4	2	1	5	1	20
25	3	0	-3	-3	-1	2	4	5	0	0	2	4	4	8	8	-12	4	4	3	4	8	4	1	2	3	2
26	3	7	8	10	6	11	11	19	10	14	14	13	13	13	16	63	110	139	126	163	181	195	156	129	108	64
27	3	123	100	81	86	87	67	100	83	78	32	66	175	211	251	237	142	108	97	87	112	44	96	84	69	109
28	3	28	28	28	35	35	14	-22	-5	59	44	48	58	59	61	40	41	105	97	116	97	100	62	60	84	53
29	4	-1	21	39	51	52	56	55	55	37	-245	-330	-244	-142	-168	-251	-42	54	52	37	32	54	62	76	31	-27
30	3	69	-16	68	46	-14	-79	-101	34	40	-73	44	77	25	5	68	108	129	129	131	151	161	137	122	121	58
(31)	-	117	101	97	77	76	85	103	-	-	21	20	17	18	13	14	14	15	14	17	11	5	4	1	4	-
Moy.	0-2	52	51	48	44	42	50	57	69	68	81	78	78	81	82	85	87	84	86	85	90	93	80	64	56	70
	0-4	14	9	1	27	36	31	19	48	58	42	39	55	47	67	54	73	74	74	57	63	71	64	58	35	47

Table des Matières.

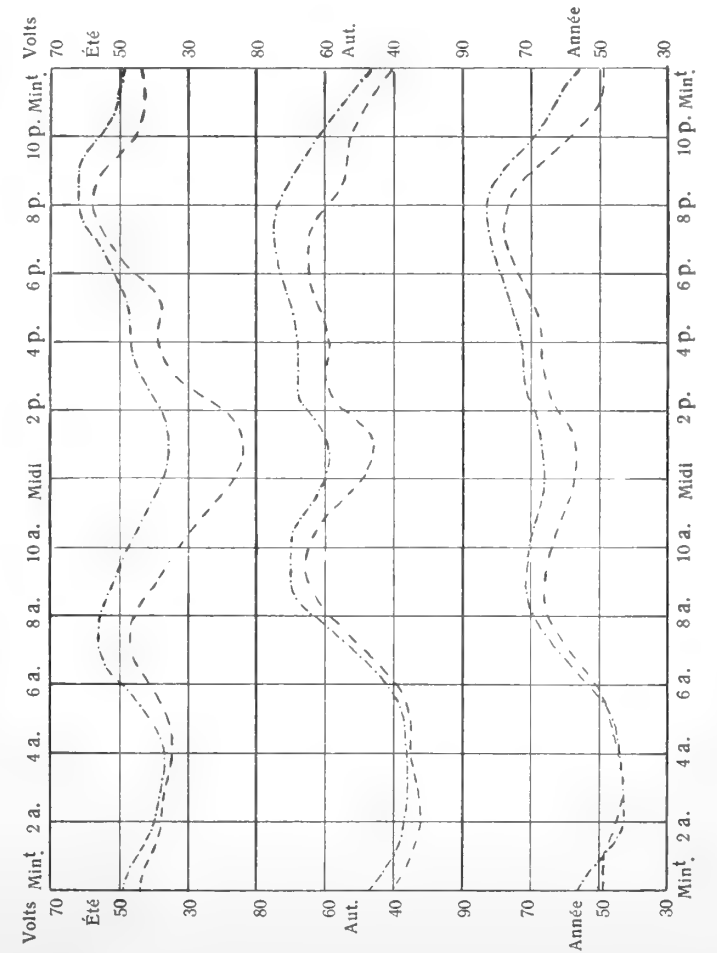
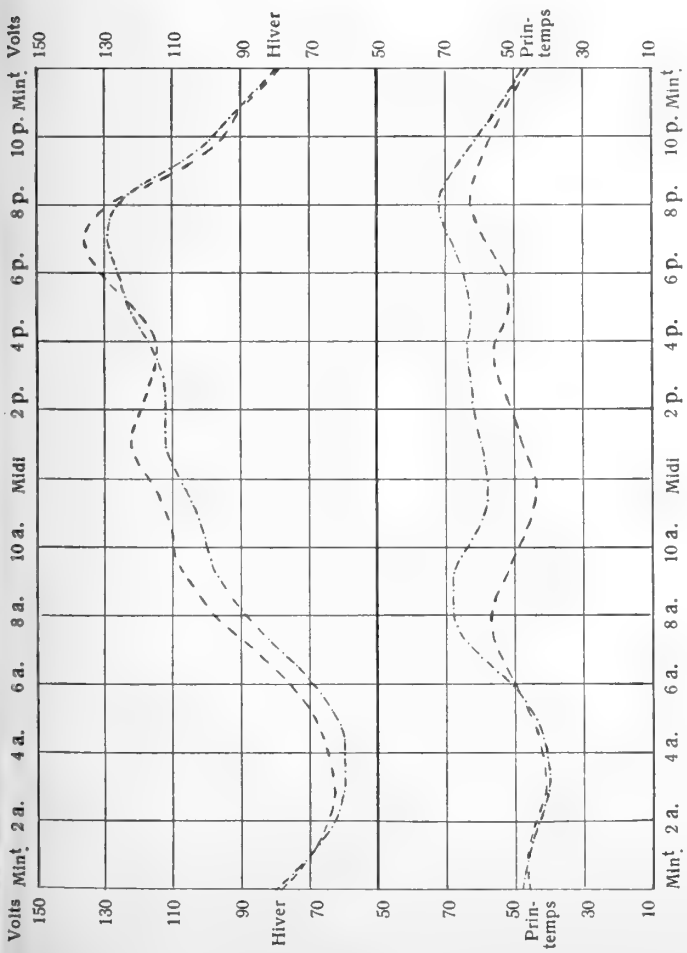
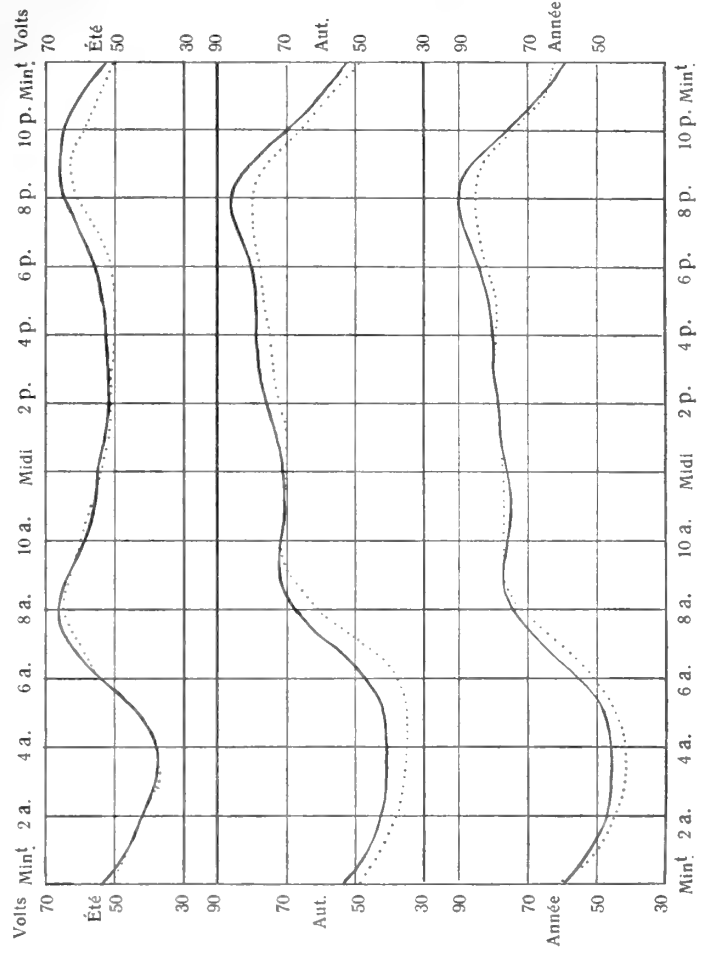
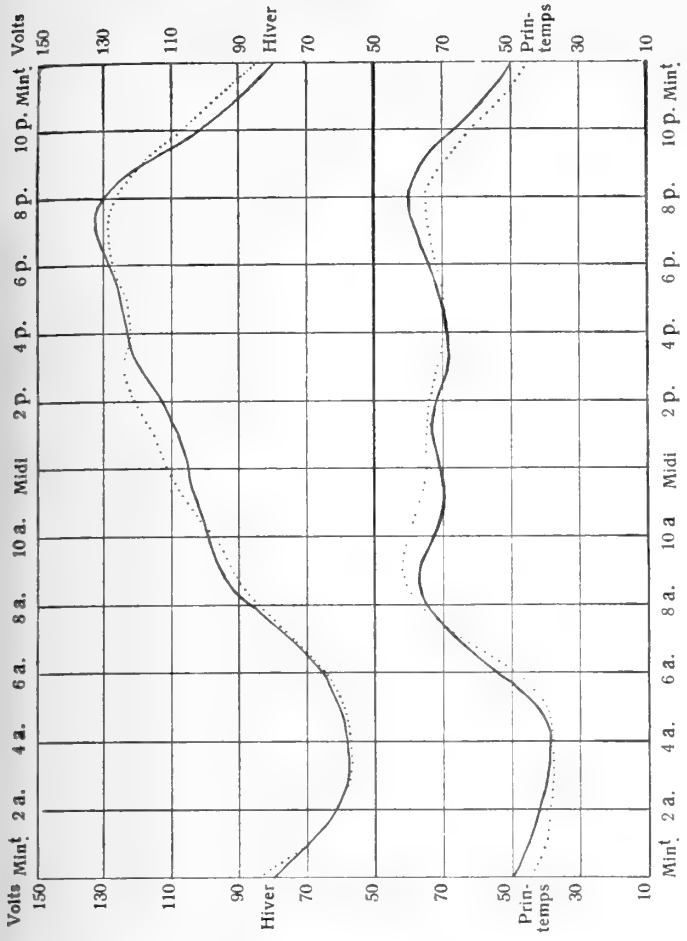
	Pages
Installation de l'électromètre enregistreur	4
Graduation	4
Collecteur	6
Isolation et charge	7
Réduction au plan	8
Dépouillements des courbes et réduction en volts/mètre	11
Classification des jours et calcul des moyennes	11
Perturbations du champ électrique	12
Quelques perturbations particulières	16
Variations diurnes du potentiel	17
1) Aperçu général des saisons	18
2) Changements de la variation diurne par suite de perturbations	20
3) Résumé	21
Variation annuelle du potentiel	21
Comparaison entre le potentiel à Upsala et celui de quelques autres endroits	24
1) Comparaison des variations diurnes du potentiel	24
2) Comparaison de la variation annuelle	26



Tryckt den 9 november 1917.

Uppsala 1917. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

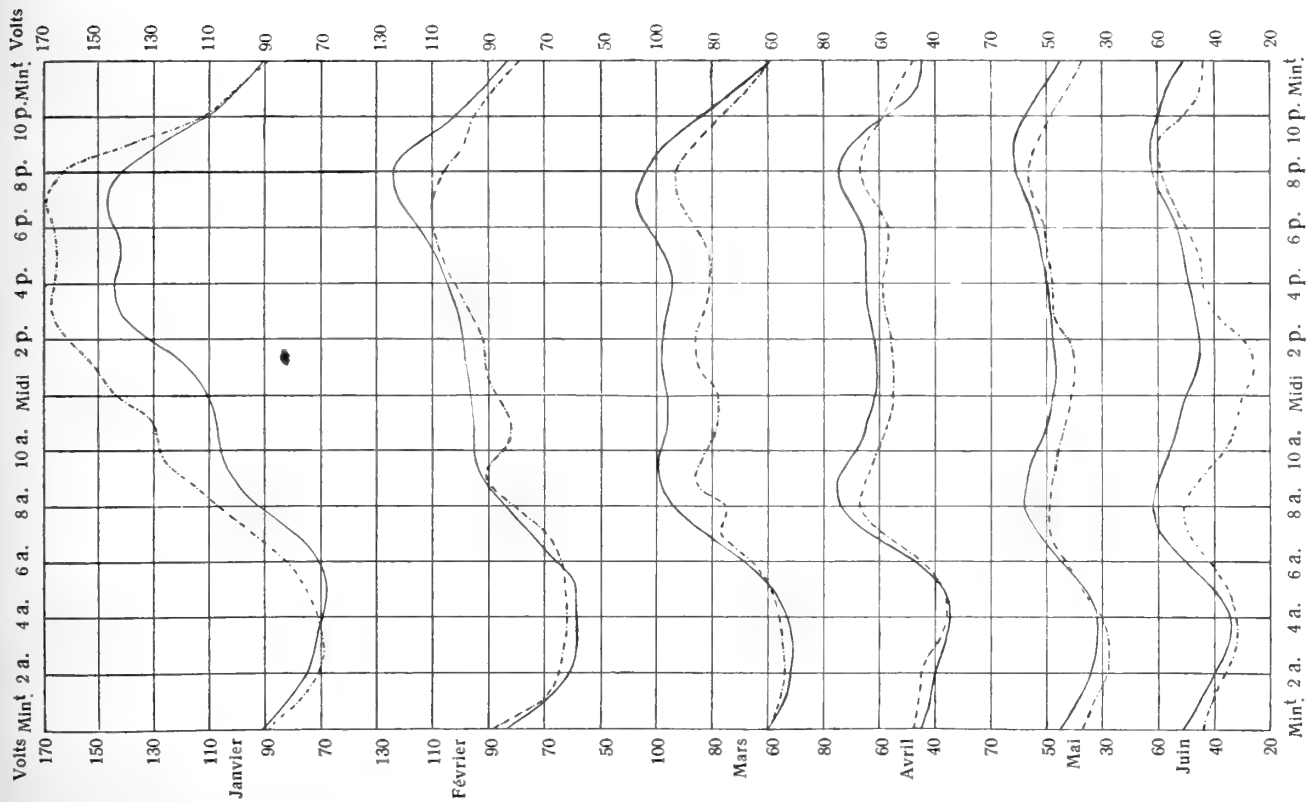
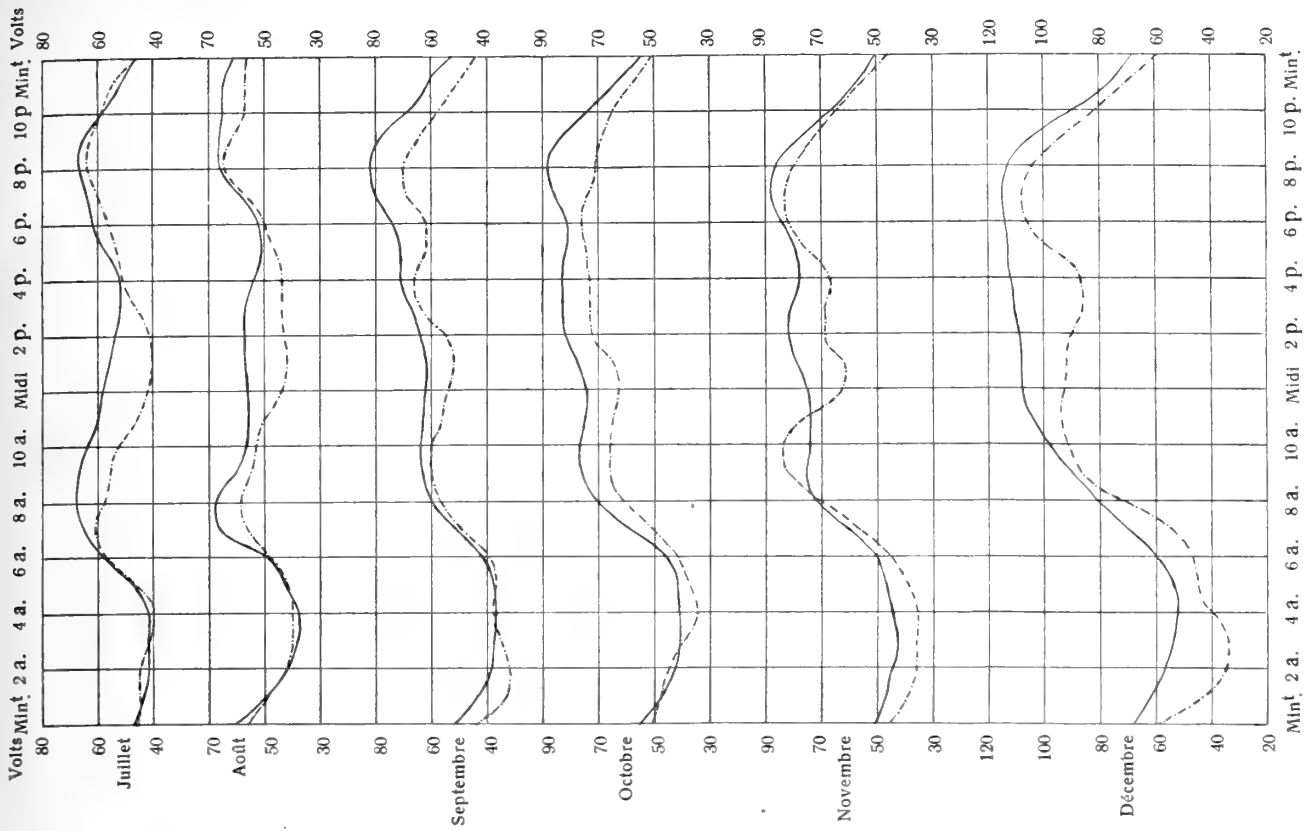
Variation diurne du potentiel électrique en volts par mètre. Upsala 1912—1914.



Saisons: hiver déc.—févr.
printemps mars—mai.
été juin—août.
automne sept.—nov.

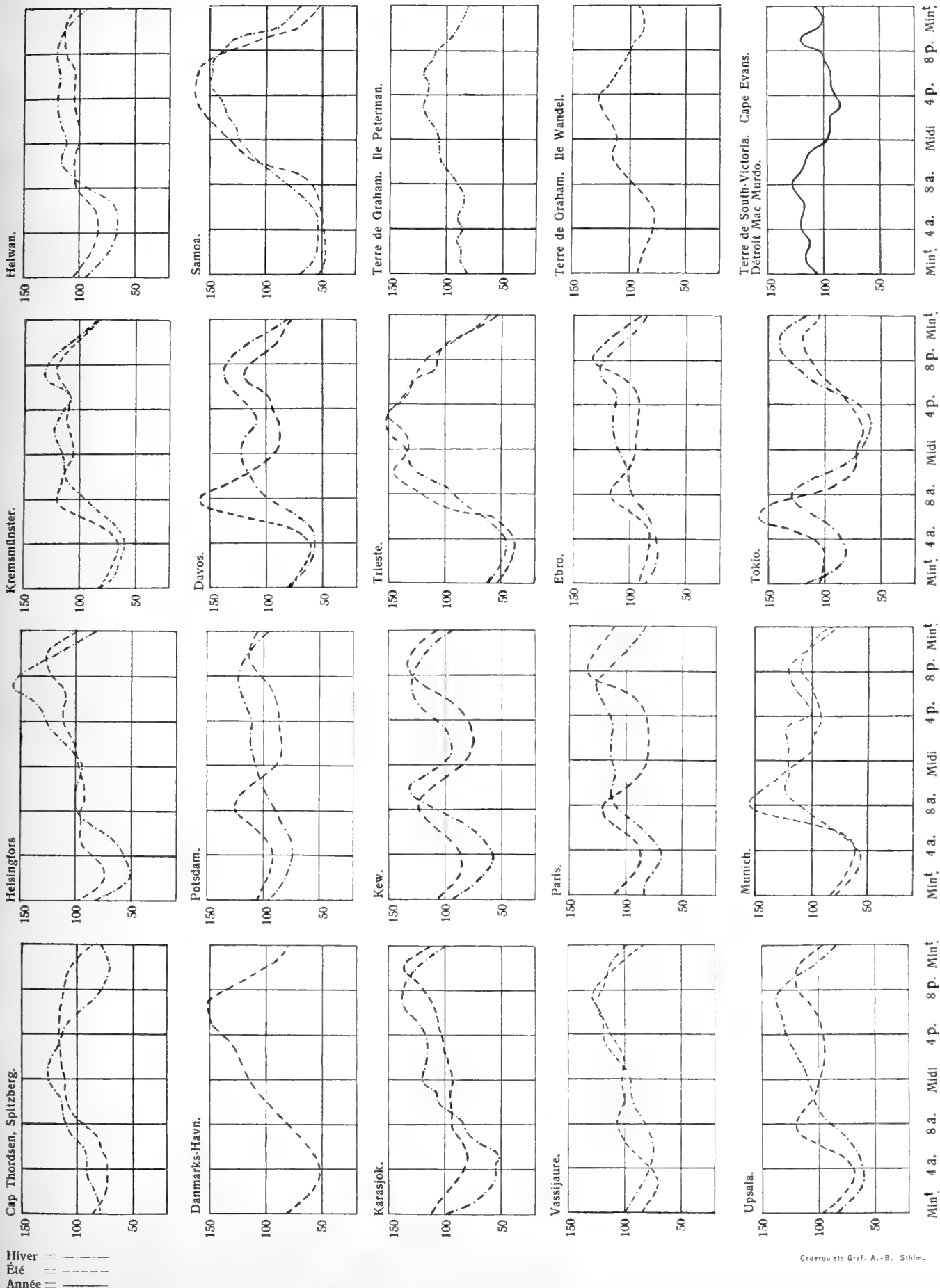
Caractère: 0 — 4 — — — —
3 — 4 — — — —
0 — 2 — — — —
0 — — — — —

Variation diurne du potentiel électrique en volts par mètre. Upsala 1913—1914.



Caractère 0-2 ———
0-4 - - - - -

Variation diurne du Potentiel électrique dans 20 stations.



BEITRÄGE
ZUR BLÜTENANATOMIE UND ZUR SYSTEMATIK
DER
ROSACEEN

VON

H. O. JUEL

MIT 135 ABBILDUNGEN IM TEXT

VORGELEGT AM 24. OKTOBER 1917



STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1918

Plan der Arbeit.

MURBECK hatte 1901 die Entdeckung gemacht, dass bei *Alchemilla arvensis* die Mikropyle fehlt und dass die Pollenschläuche durch das Integument wachsen. Meine Erwägungen über diesen damals unerwarteten Fall von Apogamie bei einer Rosacee leiteten mich zu der Vermutung, dass dieser ungewöhnliche Verlauf des Pollenschlauches mit der basalen Insertion des Griffels bei *Alchemilla* in kausalem Zusammenhang stehen könnte. Ich untersuchte daher *Comarum* und *Fragaria*, welche auch durch gynobasische Griffel ausgezeichnet sind, und fand in der Tat dieselben Verhältnisse, die MURBECK bei *Alchemilla* beschrieben hatte. Dasselbe konstatierte indessen ALBANESE (1904) bei einer anderen Potentillee, *Sibbaldia*, und ich fand es daher überflüssig, meine eigenen Beobachtungen zu publizieren. Später entdeckte ich (1911) bei *Hippuris* einen neuen Fall von Apogamie, und dadurch wurde mein Interesse für diese Frage wieder wachgerufen. Es schien mir der Mühe wert zu untersuchen, welche Verbreitung die Apogamie innerhalb der Familie der Rosaceen haben könne. Vielleicht könnte man dadurch über die Natur dieser Erscheinung einige Klarheit gewinnen. Man könnte wenigstens feststellen, ob in dieser Familie die Porogamie oder die Apogamie das ursprüngliche Verhältnis darstelle, und vielleicht auch erfahren, auf welchem Wege der eine Typus aus dem anderen hervorgegangen sei.

Während der Bearbeitung des für diese Untersuchung zusammengebrachten, ziemlich umfangreichen Materiales drängten sich mir allmählich mehrere systematische Fragen auf. FOCKE's Bearbeitung der Rosaceæ in ENGLER-PRANTL's »Natürliche Pflanzenfamilien« gibt eine übersichtliche und gute Darstellung der im allgemeinen angenommenen Ansichten über die natürliche Einteilung der Familie. Ich gelangte aber allmählich zu der Auffassung, dass in diesem Systeme doch wesentliche Veränderungen vorgenommen werden müssen, wenn es die Phylogenie der Familie einigermaßen zum Ausdruck bringen sollte. Die Morphologie des Gynäceums bietet schon mehrere bekannte Verhältnisse, auf welche bessere Prinzipien für die natürliche Einteilung gegründet werden könnten. Die Schlüsse, zu denen ich auf diesem Grunde gelangte, legte ich (1914) in einer kleinen Mitteilung vor, auf die ich jedoch jetzt keinen Wert mehr legen kann, weil sich meine Auffassung seither in verschiedenen Punkten verändert haben. Es ist mir nämlich klar geworden, dass unsere Kenntnisse über die

morphologischen Verhältnisse im Gynäceum der Rosaceen doch in zahlreichen Punkten recht mangelhaft sind, so dass es notwendig ist, neues Tatsachenmaterial herbeizuschaffen, um sichere Grundlagen für das natürliche System zu gewinnen. Mein schon vorhandenes Material eignete sich gut zu einer solchen Untersuchung, und durch Herbeiziehen von getrocknetem Blütenmaterial aus Herbarien wurde es mir möglich, noch eine Anzahl systematisch wichtiger Typen in dieser Hinsicht zu untersuchen. Der Plan meiner Arbeit wurde dadurch erheblich erweitert. Ich richtete meine Aufmerksamkeit auf mehrere bisher weniger berücksichtigte Einzelheiten im Bau des Gynäceums, wie z. B. die Lage und Ausbildung des leitenden Gewebes, die Gestaltung der Narbe, die Ausdehnung der Bauchnaht am Fruchtknoten, das Vorkommen von Obturatoren und die morphologische Natur derselben, sowie verschiedene Einzelheiten im Bau und in der Orientierung der Samenanlagen. In der Tat glaube ich in mehreren der beobachteten Verhältnisse neue Anhaltspunkte für das natürliche System gewonnen zu haben. Ich habe aber überhaupt alle beobachteten Verhältnisse mitgeteilt, auch wenn ich sie für das System nicht unmittelbar verwerten konnte, denn sie können sich vielleicht in der Zukunft als in dieser Richtung verwendbar herausstellen. So vermute ich, z. B., dass die Ausdehnung der Bauchnaht ein solches für die Systematik wichtiges Merkmal ist; die Feststellung derselben stiess aber in vielen Fällen, wie bei den meisten Dryadoideen, auf grosse Schwierigkeiten, und meine Angaben sind daher über diesen Punkt recht unvollständig.

Ein Versuch, für das System der Rosaceen neue Anhaltspunkte zu finden, ist von Frau JACOBSSON-STIASNY (1914) gemacht worden, indem sie den Bau der Samenanlagen und die Verhältnisse im Embryosack für diesen Zweck zu verwerten suchte. Der Bestand von Tatsachen, mit dem sie operiert, hauptsächlich aus PÉCHOUTRE's Arbeit (1902) geholt, ist jedoch kaum genügend gross, um darauf ein verbessertes System zu bauen. Was die Verhältnisse im Embryosack betrifft, so können diese vielleicht für das System verwertet werden; doch muss man hierbei sehr vorsichtig sein, denn es ist hier besonders schwierig, die Analogien von den Homologien auseinanderzuhalten. Dieselbe Zahl von Endospermschichten z. B. kann in sehr verschiedenen phylogenetischen Reihen auftreten, und dieses Merkmal hat daher für die natürliche Verwandtschaft nur einen untergeordneten Wert. Mir scheint es offenbar, dass die äusseren morphologischen Verhältnisse des Gynäceums und der Samenanlage erst klargelegt sein müssen und dass dort die ersten Gründe des natürlichen Systems gefunden sein müssen, ehe man die Verhältnisse im Embryosack herbeiziehen darf. Selbstverständlich will ich hiermit keine allgemeine Regel aufstellen, denn es gibt ja unter den Angiospermen Embryosacktypen, die für das System sehr wichtig sind. Hier ist aber nur von einem eng begrenzten Verwandtschaftskreis die Rede, in welchem nur ein sehr gleichförmiger Embryosacktypus auftritt. Das System FOCKE's wird übrigens durch die von Frau JACOBSSON-STIASNY hervorgelegten Hauptergebnisse ihrer Untersuchung kaum verändert.

In meiner Untersuchung habe ich die *Neuradoideae* bei Seite gelassen. MURBECK hat neuerdings (1916) die beiden Gattungen dieser Tribus, *Neurada* und *Grielum*, gründlich studiert. Er findet es wahrscheinlich, dass sie zu der Familie der Rosaceen ge-

hören, und ist der Ansicht, dass sie in diesem Falle als ein Typus von hohem Alter eine Hauptabteilung der Familie darstellen, welche am nächsten mit den Pomoideen verwandt ist. Andere Verfasser haben sie bekanntlich zu den Geraniaceen gestellt. HALLIER (1908, p. 166, 1912, p. 65) vereinigt sie dagegen mit den Malvaceen.

Ausgeschlossen sind auch die Chrysobalanaceen, weil ich (1915) nachgewiesen habe, dass die Gattung *Parinarium* in ihrem Gynäceum einen den Rosaceen ganz fremden Typus darstellt. HALLIER (1913, p. 53, 63) will die Chrysobalanaceen in die Nähe der Linaceen stellen.

Die Anzahl von Gattungen, die ich in dieser Arbeit behandelt habe, ist 47, also etwa $\frac{2}{3}$ der ganzen Anzahl der von FOCKE aufgenommenen Gattungen, wenn man die Chrysobalanaceen ausschliesst. Die fehlenden Gattungen gehören meistens zu den Pyreen, Pruneen, Potentilleen und Sanguisorbeen, also natürlichen Gruppen, die auch ohne sie genügend charakterisiert sind. Ich bedaure aber den Mangel an Material für eine Untersuchung einiger für das System vielleicht wichtiger Gattungen, wie *Guamatela*, *Spiræanthus*, *Lindleya*, *Euphronia*, *Dichotomanthes*, *Coluria*, sowie einiger als zweifelhafte Rosaceen angegebener Gattungen.

Vorausgeschickte Bemerkungen über die Prinzipien eines natürlichen Systems der Familie.

Wie ich schon oben bemerkt habe, scheint es mir möglich, aus verschiedenen schon bekannten Verhältnissen bessere Grundlagen für das natürliche System der Rosaceen zu finden, als diejenigen, nach welchen das System FOCKE's aufgebaut ist. Ich muss mich hierbei auf die das Gynäceum betreffenden Verhältnisse beschränken, es wird wohl aber allgemein anerkannt, dass diese für die Systematik von ganz besonderer Wichtigkeit sind.

Vor allem gilt es zu prüfen, welches die ersten Gründe einer Einteilung der Familie sein sollen, oder mit anderen Worten, ob es Merkmale gibt, an denen phylogenetische Hauptreihen in der Familie erkannt werden können. Aus den Zahlenverhältnissen im Gynäceum können solche Merkmale kaum geholt werden, weder aus der Anzahl der Fruchtblätter, noch aus der Zahl der Samenanlagen oder Samen in jedem Fruchtblatte. Den primitivsten Typus finden wir ohne Zweifel bei Gattungen mit 5 mehrsamigen Balgkapseln, wovon ziemlich viele vorhanden sind. Aus diesem Typus sind reduzierte Typen hervorgegangen, einerseits in bezug auf die Zahl der Fruchtblätter, andererseits in bezug auf die Zahl der Samenanlagen. Die Reduktion der Fruchtblätter ist weniger oft bei 4 oder 3 stehen geblieben, die Mehrzahl der oligomeren haben 2 Fruchtblätter, ziemlich viele haben nur 1. In der Reduktion der Samenanlagen und Samen können mehrere Stufen unterschieden werden. Häufig kommt der Fall vor, dass ein Paar von gleich entwickelten Samenanlagen auftritt, welche beide reife Samen abgeben. Die nächste Stufe bilden die Fälle, wo von den beiden Samenanlagen nur die eine zum Samen ausgebildet wird. Dann folgen einige wenige Fälle, mit einer völlig entwickelten und einer schon vor der Befruchtung in der Entwicklung gehemmten Samenanlage. Die Schlussstufe nehmen alle die zahlreichen Gattungen ein, die von Anfang an mit nur einer Samenanlage versehen sind. Alle die drei letzten Stufen der Reduktion sind einander insofern gleich, als die Früchte hier einsamig sind. Der Unterschied in der früheren Entwicklung ist aber nicht zu vernachlässigen. In den beiden ersteren Fällen ist ja die Einsamigkeit nur ein Resultat der ontogenetischen Entwicklung, im letzteren aber der phylogenetischen. Die Entwicklungsvorgänge, die in diesen Reduktionen ihren Ausdruck finden, können offenbar in verschiedenen phylogenetischen Reihen auf-

treten und also Fälle von Analogie hervorrufen. Merkmale phylogenetischer Hauptreihen können sie aber an und für sich nicht abgeben.

In den nebenstehenden Tafel sind die Gattungen nach den hier berührten Zahlenverhältnissen geordnet. Diese Zahlenverhältnisse sind aber oft in den einzelnen Gattungen etwas schwankend, eine gewisse Willkür bei der Einordnung war dann nicht zu vermeiden. In der untersten Reihe sind die Gattungen mit zahlreichen Fruchtblättern aufgeführt. Diese polymeren Typen erfordern eine besondere Besprechung.

	Samenanlagen $\infty - 3$.	Samenanlagen 2, Samen 2	Samenanlagen 2, Same 1.	Samenanlagen 2, die eine rudimentär	1 Samenanlage
Gynäceum isomer	Physocarpus Spiræa Sibiræa Eriogynia Sorbaria Gillenia Quillaja Kageneckia Cydonia Doeynia	Lindleya Vauquelinia Exochorda Pyrus Eriobotrya Amelanchier Stranvæsia Nuttallia	Spiræanthus Holodiscus Cotoneaster Rhodotypus	Mespilus	Osteomeles Kerria
Gynäceum oligomer	Aruncus	Photinia	Raphiolepis Maddenia		Neviusia Waldsteinia Purshia Agrimonia Aremonia Spenceria Hagenia Sanguisorba Poterium Acæna Bencomia Leucosidea Cliffortia
Gynäceum monomer	Neillia	Stephanandra	Chamæmeles Adenostoma Pygeum Prunus Prinsepia		Potaninia Cercocarpus Coleogyne Chamæbatia Alchemilla Margyricarpus Tetraglochin
Gynäceum polymer			Ulmaria ¹	Rubus	Fragaria Potentilla Horkelia Sibbaldia Chamærhodos Coluria Geum Cowania Dryas Rosa

¹ Hier auch Fallugia, wie unten gezeigt werden soll.

Die polymeren Gynäceen zeigen zwei verschiedene Typen: bei *Ulmaria* bildet das Gynäceum einen Quirl, der bis 15 Fruchtblätter enthält, bei *Rubus*, *Rosa*¹, *Geum*, *Dryas* und den Potentilleen stehen die Fruchtblätter auf einem konvexen Blütenboden dicht gedrängt. Über die Stellungsverhältnisse dieser letzteren Typen scheinen keine Untersuchungen vorzuliegen. ENGLER in seinem Syllabus der Pflanzenfamilien (7. Aufl., Berlin 1912, p. 203) bezeichnet aber diese Blüten als spirozyklisch, und VAN TIEGHEM (Traité de botanique, Paris 1884, p. 1497) sagt von diesen Karpellen: »disposés en spirale«. Weil ja im allgemeinen die spiralige Anordnung der Blütenblätter als die primitive und die zyklische als eine davon abgeleitete betrachtet wird, so könnte man hierdurch verleitet werden, in diesen Gattungen mit polymeren Gynäceen sehr primitive Typen zu erblicken. Alle diese Gattungen haben aber 1-samige Früchte, und bei der Mehrzahl ist sogar nur 1 Samenanlage in jedem Karpid vorhanden. Sie gehören also zu den in dieser Beziehung am vorgeschrittensten. Es scheint mir auch keineswegs unmöglich, dass diese polymeren Gynäceen auf einen zyklischen Bau zurückgeführt werden können. Der Fall *Ulmaria* dürfte zum Verständniss der Polymerie den Aufschluss geben. *U. kamtschatica*, z. B., hat oft 5 Karpelle, *U. palustris* hat öfters deren 10, bei *U. filipendula* kann ihre Zahl bis auf 15 steigen, überall bilden sie aber einen Quirl. Niemand wird wohl hier in dem 15-gliedrigen Quirl den primitiven Typus erblicken, sondern vielmehr in einem 5-gliedrigen. Ebenso wie im Androeum der Rosaceen polymere Quirle durch Spaltungen der Anlagen entstanden sind, so ist in der Gattung *Ulmaria* durch Spaltungen der Fruchtblattanlagen ein polymerer Fruchtblattquirl zu stande gekommen. Wenn aber, wie z. B., bei *Rubus* eine weitergehende Vermehrung der Fruchtblätter erstrebt wurde, so konnte dies nicht mehr innerhalb eines Quirls erreicht werden. Die Insertionsfläche der Fruchtblätter musste vergrößert werden, der Blütenboden wurde daher konvex, und die Stellungsverhältnisse der Fruchtblätter wurden dadurch neuen Gesetzen unterworfen. Ob dabei eine spiralige Anordnung durchgeführt wurde, ob neue Quirle hinzukamen, oder ob etwa noch andere Stellungsverhältnisse eingetreten sind, das lasse ich daheingestellt sein. Mir genügt es hervorzuheben, dass jene polymeren Gynäceen schwerlich als primitive, vielmehr als sekundär entstandene Typen aufzufassen sind. Ich vermute, dass hier eine Korrelation zwischen der Zahl der Karpelle und derjenigen der Samen vorliegt: die verminderte Samenproduktion der einzelnen Fruchtblätter ist durch gesteigerte Produktion von Karpellen kompensiert worden.

Von dieser Polymerisation des Gynäceums muss dasselbe gelten, wie von den Reduktionsvorgängen: sie kann in getrennten natürlichen Reihen aufgetreten sein und darf nicht ohne weiteres als Beweis einer natürlichen Verwandtschaft angenommen werden.

Als ein Merkmal ersten Rangs, wenn es gilt natürliche Reihen innerhalb der Familie zu unterscheiden, betrachte ich dagegen die Orientierung² der Samenanlagen. In dieser Beziehung kommen unter den Rosaceen drei Fälle vor: horizontal liegende,

¹ Bei *Rosa* ist der Blütenboden in der Jugend konvex (PAYER 1857, p. 503).

² Mit diesem Ausdruck bezeichnet JACOBSSON-STIASNY die verschiedenen Typen von Samenanlagen, atrope, anatrope, u.s.w., was mir weniger angemessen scheint.

aufrechte und hängende Stellung der Samenanlagen. Zu den liegenden sind auch solche Fälle zu rechnen, wo die Orientierung unbestimmt ist, indem einige etwas zur aufrechten, andere zur hängenden Stellung neigen, wie z. B., bei *Physocarpus*. Die hängenden sind bei den Rosaceen immer epitrop, die aufrechten apotrop, in beiden Fällen ist also die Raphe ventral. Hängend-apatrope oder aufrecht-epitrope Samenanlagen kommen bei den Rosaceen nicht vor.¹ Die Wichtigkeit dieser Merkmale für das natürliche System ist in späterer Zeit von WARMING (1913, p. 9) hervorgehoben worden, und ebenso von SAMUELSSON (1913, p. 105), auf deren Auseinandersetzungen ich hier verweise.

Für die Phylogenie sind diese Verhältnisse in folgender Weise zu verwerten. Den ursprünglichen Typus bilden die Karpelle mit liegenden Samenanlagen. Diese Orientierung kommt nämlich fast nur bei einigen Gattungen vor, die in bezug auf die Zahl der Samenanlagen keine Reduktion erlitten haben, indem jedes Karpid zwei lange Reihen von mehreren Samenanlagen enthält, wie *Neillia*, *Kageneckia*, *Cydonia*. Wenn bei solchen Typen eine Reduktion in der Zahl der Samenanlagen eintrat, so konnte dies in zwei verschiedenen Weisen geschehen, entweder von unten oder von oben einsetzend. Bei einer von unten anfangenden Reduktion wurde die Placenta nach oben verlegt, wie bei *Spiraea*, bei einer Reduktion von oben nach unten, wie bei *Gillenia*. In beiden Fällen veränderten die Samenanlagen ihre horizontale Richtung in eine vertikale, indem sie sich nach der Richtung neigten, wo durch die Reduktion Platz frei geworden war. In dieser Weise kamen zwei getrennte Reihen zu stande: eine aufrecht-apatrope und eine hängend-epitrope. Nachdem die Entwicklung in diesen beiden Richtungen so weit gediehen ist, scheint es mir sehr unwahrscheinlich, dass ein Umkehr in der Orientierung eintreten könnte. Die beiden Reihen haben sich unabhängig von einander entwickelt, als parallele oder divergente Linien. Eine Gattung der einen Reihe kann mit einer der anderen nicht direkt verwandt sein, nur indirekt durch den gemeinsamen Ursprung unter den horizontalen Typen. Selbstverständlich können in dieser Weise mehrere aufrechte sowie mehrere hängende Reihen entstanden sein. Übrigens kann eine Spaltung in mehrere Verwandtschaftskreise schon im Stadium der horizontalen Samenanlagen eingetreten sein, und jeder von diesen kann sich in einen hängenden und einen aufrechten gespalten haben.

Wahrscheinlich gibt es auch ein Merkmal, das auf eine solche sehr früh eingetretene Spaltung der Familie hinweist. Ich meine die Orientierung des Fruchtblattquirls. In Fällen von Isomerie dieses Quirls sind die Fruchtblätter bei einigen Gattungen episepal, bei anderen epipetal. Die mit zahlreichen Samenanlagen in jedem Fruchtblatte versehenen Typen, also die primitivsten, haben fast alle ein isomeres Gynäceum, bei einigen Gattungen mit episepaler, bei anderen mit epipetaler Stellung. Die episepale Stellung, die einem diplostemonen Blütentypus mit lauter alternierenden Quirlen entspricht, ist ohne Zweifel als die primitive aufzufassen, die epipetale, die dem obdiplostemonen Typus entspricht, als eine davon abgeleitete.

¹ Aufrecht-epitrope Samenanlagen haben dagegen die von den Rosaceen auszuschliessenden Chrysobalanaceen. — Die zuweilen vorkommende Pleurotropie wurde in diesem Zusammenhange nicht berücksichtigt.

Bei Gattungen mit oligomerem Gynäceum kann dieses Merkmal nicht verwendet werden. Einige Gattungen, z. B., *Cotoneaster*, enthalten jedoch neben den oligomeren auch einzelne isomere Arten, und die letzteren sind dann für die Gattung ausschlaggebend. Auch die Gattungen mit polymeren Gynäceen entziehen sich in dieser Hinsicht der Beurteilung, weil die Stellungsverhältnisse bei ihnen ungenügend bekannt sind. Vielleicht gibt es auch unter ihnen Gattungen, die einzelne isomere Arten aufweisen, wie z. B., *Ulmaria*¹, und diesen wird es dadurch vielleicht möglich, ihren Platz anzuweisen. Aber auch die übrigen poly- oder oligomeren Gattungen sind gewiss aus isomeren Typen hervorgegangen und müssen sich also eigentlich auf jene beiden Reihen, die episepalen und die epipetalen, verteilen. In einigen Fällen macht der Anschluss derselben keine Schwierigkeiten, weil ihre Verwandtschaft aus anderen Gründen klar daliegt, in vielen Fällen fehlt es aber vorläufig an Anhaltspunkten für einen Anschluss.

Da wir also über zwei Kategorien von Merkmalen verfügen, die wahrscheinlich als Gründe einer Einteilung der Familie in phylogenetische Hauptreihen gelten können, so wird das nebenstehende Schema, in welchem die Gattungen nach diesen Merkmalen geordnet sind, einiges Licht über die Verwandtschaftsverhältnisse der Familie werfen. Nur im oberen Teil des Schemas, welcher die isomeren Typen umfasst, konnte die Einteilung nach beiden Kategorien von Merkmalen ausgeführt werden, die unten stehenden oligo- und isomeren sind nur nach der Orientierung der Samenanlagen eingeteilt. Die Angaben über die Orientierung der Fruchtblätter habe ich aus den Arbeiten von BAILLON, EICHLER und MAXIMOVICZ geholt. Die Angaben der beiden ersteren über *Nuttallia* sind unrichtig, wie ich unten nachweisen werde. In bezug auf *Kerria*

I. Fruchtblätter episepal.		II. Fruchtblätter epipetal.	
I a. Samenanlagen liegend.		II a. Samenanlagen liegend.	
			Physocarpus
	Quillaja Kageneckia Cydonia		
I b. Samenanlagen aufrecht.	I c. Samenanlagen hängend.	II b. Samenanlagen aufrecht.	II c. Samenanlagen hängend.
Spiræanthus	Sorbaria		Spiræa
Gillenia	Chamæbatiaria		Sibiræa
Vauquelinia	Lindleya		Eriogynia
Cotoneaster	Exochorda		Holodiscus
Osteomeles	Nuttallia		Rhodotypus
Docynia			Kerria
Pyrus			(Ulmaria?)
Eriobotrya			
Photinia			
Amelanchier			
Stranvæsia			
Mespilus			

¹ MAXIMOVICZ (1879, p. 254) sagt von dieser Gattung: »ovula libera 5—15, dum petalis æqualia ante illa posita». Bei *U. kamschatica*, die oft 5 Karpelle hat, schienen mir jedoch diese in ihrer Stellung ziemlich unbestimmt zu sein.

III. Gynäceum oligomer.

III a. Samenanlagen liegend.

Neillia	zu II a
Stephanandra	» »

III b. Samenanlagen
aufrecht.

Nagelia	zu I b.
Raphiolepis	» »
Chamæmeles	» »
Waldsteinia	
Cercocarpus	
Purshia	
Chamæbatia	

III c. Samenanlagen
hängend.

Aruncus	zu II c.
Neviusia	» »
Potaninia	
Adenostoma	
Coleogyne	
Alchemilla	
Agrimonia	
Aremonia	
Spenceria	
Leucosidea	
Hagenia	
Sanguisorba	
Poterium	
Margyricarpus	
Tetraglochin	
Polylepis	
Acæna	
Bencomia	
Cliffortia	
Pygeum	zu I c.
Maddenia	» »
Prunus	» »
Prinsepia	» »

IV. Gynäceum polymer.

IV b. Samenanlagen
aufrecht.

Coluria
Geum
Fallugia
Cowania
Dryas

IV c. Samenanlagen
hängend.

Rubus
Fragaria
Potentilla
Horkelia
Sibbaldia
Chamærhodos
Ulmaria (s. II c)
Rosa

bin ich MAXIMOVICZ (1879, p. 243, unter *Neviusia*) gefolgt, der sich hierüber sehr entschieden ausspricht.

Unter den oligomeren Gattungen sind einige mit Gattungen der episeptalen oder epipetalen Reihen nahe verwandt und finden also leicht einen Anschluss. *Neillia* und *Stephanandra* bilden mit *Physocarpus* die Gruppe Neillieæ und schliessen sich also an II a an. *Pygeum*, *Maddenia*, *Prunus* und *Prinsepia* bilden mit *Nuttallia* die Prunæ, unter I c. *Neviusia* gehört zu den Kerrieen, unter II c. *Nagelia*, *Raphiolepis* und *Chamæmeles* sind Pyreen und schliessen sich an I b an.

Die nach dieser Ausmerzung übrig gelassenen Gattungen der oligo- und polymeren Reihen entsprechen zusammen ungefähr der Tribus Rosoideæ in FOCKE's System,

eine unnatürliche Gruppe, in welcher Reihen mit aufrechten und solche mit hängenden Samenanlagen zusammengeworfen sind. Den Namen Rosoideæ behalte ich für die Reihen mit hängenden Samenanlagen, und zwar für *Rosa*, *Rubus*, die Potentilleen und die Sanguisorbeen. Von den Rosoideen sind aber die Kerriæ abzutrennen, als eine mit ihnen zwar analoge, aber kaum verwandte Reihe. Auch *Ulmaria*, die im Bau ihrer Karpelle an die Spiræoideen erinnert, ist besser als Repräsentant einer selbständigen Tribus zu behandeln.

Die entsprechenden Reihen mit aufrechten Samenanlagen umfassen die Unterabteilungen Dryadinæ und Cercocarpeæ FOCKE's, wenn wir nämlich aus der letzteren die mit hängenden Samenanlagen versehenen Gattungen *Adenostoma* und *Coleogyne* ausscheiden. Das Merkmal, das die Cercocarpeæ von den Dryadinæ trennt, ist nur der die reife Frucht einschliessende Blütenboden, ein biologisches Merkmal, das in verschiedenen Reihen bei starker Reduktion im Gynæceum auftritt, z. B., bei den Sanguisorbeen. Ich vereinige daher die Dryadinæ und Cercocarpeæ unter dem Namen Dryadoideæ.

Es fällt in dem hier mitgeteilten Schema auf, dass unter den epipetalen keine Typen mit aufrechten Samenanlagen (II b) vorkommen, sowie dass keine polymeren Typen mit liegenden Samenanlagen vorhanden sind (IV a). Das Fehlen der letzteren steht mit der oben ausgesprochenen Auffassung im Einklang, dass die Polymerisation des Gynæceums eine spät aufgetretene, mit starker Reduktion der Samenanlagen korrelativ verknüpfte Erscheinung ist. Die Leere unter II b bedeutet entweder, dass in der epipetalen Reihe sich ausschliesslich Typen mit hängenden Samenanlagen entwickelt haben, oder dass etwa früher vorhanden gewesene Typen mit aufrechten Samenanlagen ausgestorben sind. Im letzteren Falle könnten ihre Nachkommen sich unter den Dryadoideen (III b und IV b) befinden. Vorläufig lassen wir diese Frage auf sich beruhen und können nur aussagen, dass die Rosoideen und die Dryadoideen zwei durchaus getrennte Reihen oder Gruppen von Reihen bilden, für die bei den episepalen oder epipetalen kein Anschluss zu finden ist.

Von den übrigen Abteilungen in FOCKE's System ist es nur die erste, Spiræoideæ, welche durch die hier hervorgehobenen Prinzipien umgestaltet wird. Ich muss diese Abteilung in zwei teilen und behalte den Namen Spiræoideæ für die epipetalen Glieder derselben. Diese verteilen sich auf die Tribus Neillieæ (*Neillia*, *Physocarpus*, *Stephanandra*) und Spirææ (*Spiræa*, *Sibiræa*, *Eriogynia*, *Aruncus*, *Holodiscus*). Die episepale Gruppe zerfällt dagegen in mehrere Tribus. Erstens haben wir die Gillenieæ (*Gillenia*, *Spiræanthus*) und die Sorbarieæ (*Sorbaria*, *Chamabatiaria*). Es bleiben dann die Quillajæ übrig, diese machen aber einige Schwierigkeit. Zwei von ihnen, *Quillaja* und *Kageneckia*, stehen in der Gruppe I a, *Vauquelinia* in I b, *Lindleya* und *Exochorda* in I c. Es scheint mir unmöglich, die in bezug auf die Orientierung der Samenanlagen entgegengesetzten Gattungen *Vauquelinia* und *Exochorda*—*Lindleya* in dieselbe Tribus zu stellen. Wenn wir wenigstens die eine dieser Gattungsgruppen ausscheiden, so kann die Tribus Quillajæ als einigermaßen natürliche Abteilung gelten. Ich ziehe es vor diese Gattungen auf die Tribus Quillajæ (*Quillaja*, *Kageneckia*, *Vauquelinia*) und Exochordeæ (*Exochorda*, *Lindleya*) zu verteilen.

Die Pomoideæ und die Prunoideæ erleiden dagegen keine Veränderungen.

Die Gattungen *Adenostoma* und *Coleogyne* stehen vorläufig ganz isoliert.

Die unten im speziellen Teil vorgelegten Untersuchungen werden einige weitere Beiträge zur Kenntnis der verwandtschaftlichen Verhältnisse der Rosaceen liefern. Es wird sich vielleicht durch dieselbe auch herausstellen, in wie fern die oben aufgestellten Prinzipien eines natürlichen Systems der Familie die Probe bestehen können.

Material und Methoden der Untersuchung.

Anfänglich benutzte ich zu diesen Studien fixiertes Material von Gattungen, die in Schweden wild wachsen oder im botanischen Garten in Upsala zur Blüte gelangen. Ausserdem bekam ich von einigen ausländischen Gattungen fixierte Blüten, welche die Herren Docenten G. SAMUELSSON und O. DAHLGREN in den botanischen Gärten von Lund und Kopenhagen für mich zubereitet hatten. Alle diese Fixierungen waren mit Zink-Essig-Alkohol ausgeführt.

Später versuchte ich auch Blüten von Herbarexemplaren zu Mikrotomschnitten zu verwenden. Die ersten Versuche ergaben nur mässige Resultate, es gelang mir aber endlich die Methode der Vorbehandlung wesentlich zu verbessern. Die Mikrotomschnitte, die ich in dieser Weise bekam, sind in mehreren Fällen so gut, dass sie für die Untersuchungen, die hier in Betracht kommen, den aus fixiertem Materiale hergestellten kaum nachstehen. Die in dieser Weise untersuchten Blüten gehörten 14 Gattungen an und stammten zum grössten Teil von Herbarexemplaren des botanischen Museums in Upsala. Von 2 Gattungen bekam ich aufgeweichte Blüten von Professor S. MURBECK in Lund zugesandt.

Den hier erwähnten Herren Kollegen, die mich mit Material für diese Studien versorgt haben, spreche ich hiermit meinen lebhaften Dank aus.

Für die Zubereitung von Mikrotommateriale aus trockenen Blüten habe ich die längst bekannte Methode der Aufweichung in folgender Weise modifiziert. Die Blüte wird in Alkohol getaucht, um die Luft zu vertreiben, und dann in ein Reagenzrohr mit etwas Wasser eingelegt. Nach etwa einer Stunde wird das Rohr in einen Topf mit kochendem Wasser hineingestellt und bleibt darin stehen, bis das Wasser abgekühlt ist. Jetzt ist es Zeit, diejenigen Präparationen an der Blüte auszuführen, welche vor dem Einbetten stattfinden müssen, wie Entfernen überflüssiger Blütenteile, Anbringen kleiner Öffnungen an den Karpellwänden, um das Eindringen der Flüssigkeiten zu erleichtern, u. s. w. Das zubereitete Material wird in ein Reagenzrohr mit etwa zur Hälfte verdünntem Ammoniak gebracht, und nach einiger Zeit in der oben angegebenen Weise erwärmt. Nach dem Erkalten bleibt es bis auf den nächsten Tag in der Ammoniaklösung liegen. Sodann wird es in Wasser gewaschen und nachher in steigenden Alkohol überführt, wobei man mit etwa 25-prozentigem beginnt.

Die Schnitte, sowohl vom fixierten als vom Herbarexemplare, wurden mit Eisen-Hämatoxylin gefärbt und mit Lichtgrün-Nelkenöl nachbehandelt, was besonders für das Sichtbarmachen der Pollenschläuche sehr vorteilhaft wirkt.

Spezieller Teil.

Die Textfiguren sind, mit Ausnahme von Fig. 21, mit der Kamera gezeichnet. Sie sind oft nach mehreren Schnitten derselben Serie gezeichnet, und die verschiedenen Teile, z. B., der Pollenschläuche liegen nicht immer ganz in der gezeichneten Ebene. Das leitende Gewebe ist überall mit Punkten bezeichnet, die Gefässbündel mit Strichen.

Um in meiner Darstellung von allgemeiner bekannten Typen auszugehen, stelle ich die Spiræoideen voran und reihe ihnen die mit hängend-epitropen Samenanlagen versehenen Reihen an. Dann folgen die Quillajeen und die aufrecht-apotropen Reihen.

Neillieae.

Diese von MAXIMOVICZ (1879, p. 216) aufgestellte Tribus umfasst die Gattungen *Neillia*, *Physocarpus* und *Stephanandra*, welche sich von den Spiræae durch eiförmige oder runde Samen mit harter und glänzender Samenschale unterscheiden. Durch die Orientierung der Samenanlagen nehmen die Neillieae eine primitivere Stufe, als die Spiræae, ein: sie sind entweder horizontal oder verschieden orientiert, also nicht entschieden hängend, wie bei jenen. Bei *Physocarpus*-Arten können 5 Karpelle auftreten, sie stehen dann, wie bei Spiræa, vor den Blumenblättern; *Neillia* hat 1—2, *Stephanandra* immer 1 Fruchtblatt. In bezug auf die Zahl der Samenanlagen geht *Neillia* voran, sie hat deren etwa 10, *Physocarpus* 4, *Stephanandra* nur 2. Alle haben Balgkapseln, letztere Gattung zuweilen einsamige.

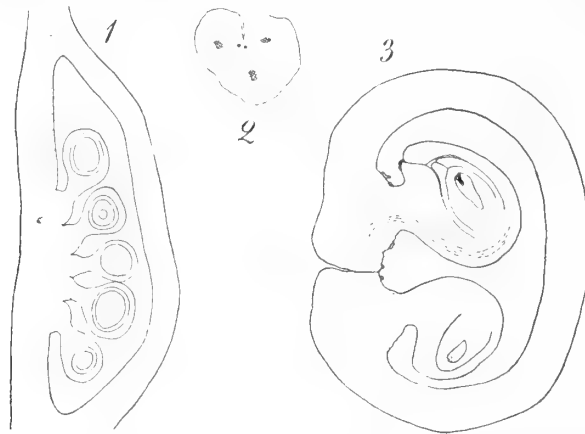
Neillia thyrsiflora D. DON. (Fig. 1—3.) Ich untersuchte eine Blüte von einem Herbarexemplar aus Indien. Bei dieser Art soll meistens nur 1 Karpell vorhanden sein, die untersuchte Blüte enthielt aber deren 2, von denen das eine in Längsschnitte, das andere in Querschnitte zerlegt wurde.

Im Karpell nimmt die Placenta nur ungefähr das mittlere Drittel ein (Fig. 1) und trägt 2 parallele Reihen von je 5 Samenanlagen. Die mittleren liegen ziemlich horizontal, die oberen ein wenig nach oben, die unteren etwas nach unten geneigt. Sie sind pleurotrop, indem die beiden Reihen einander ihre Rapheseiten zukehren.

Von den beiden Integumenten, die weit hinab getrennt sind, ist das innere kürzer. Sie bilden eine deutliche Mikropyle. Ein kurzer Funiculus ist vorhanden, dessen basaler Teil eine kleine gewölbte Warze darstellt, welche in einen kurzen Hals übergeht. Die

Samenanlage ist hier gegen die Warze nicht scharf abgesetzt, wie wir sie bei *Spiræa* finden werden.

Längs der Ventralseite des Griffels verläuft eine tiefe und enge Furche (Fig. 2). Sie grenzt an den runden, soliden Strang von leitendem Gewebe, welcher das Centrum des Griffels einnimmt. Jene Furche setzt sich nach unten bis zum Grunde des Fruchtknotens fort. Die Fortsetzung der Furche in radialer Richtung bildet die Bauchnaht, welche deutlich hervortritt (Fig. 3) und erst am unteren Ende der Placenta aufhört. Der leitende Gewebestrang mündet im oberen Ende des Fruchtknotenraums aus. Von hier aus verlaufen näch unten 2 parallele Streifen von leitendem Gewebe bis an die Placenta. Hier stellt die Epidermis der Warzen ein leitendes Gewebe dar. Die Pollenschläuche wachsen im Griffel endotrop, an den leitenden Oberflächen im Fruchtknoten dagegen ektotrop. Von der Warze aus wachsen sie an der Fläche des Funi-



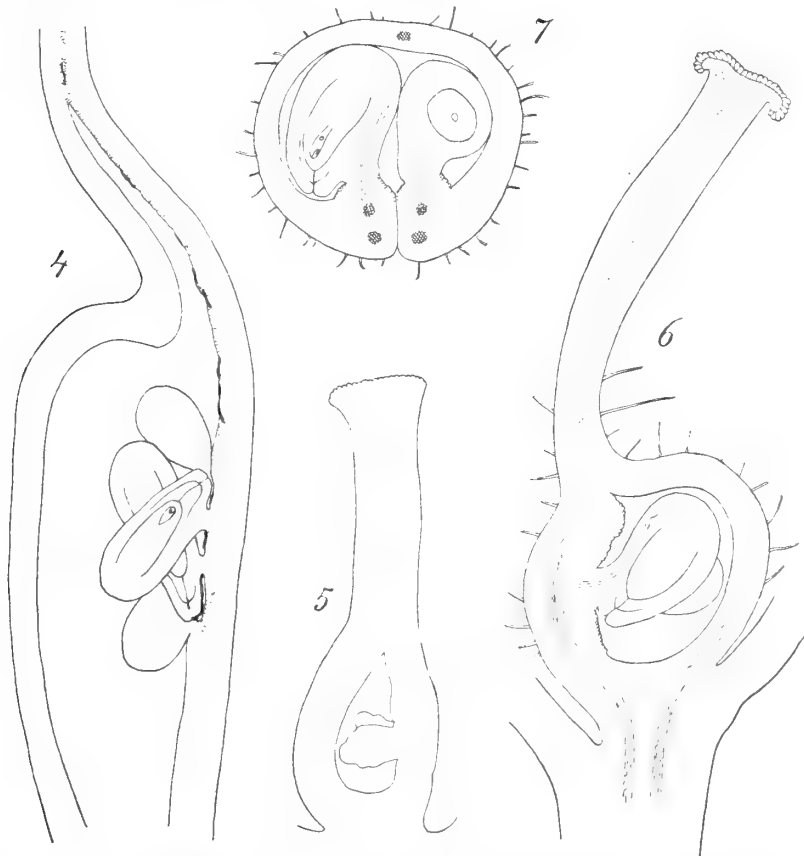
Neillia thyrsiflora. Fig. 1. Annähernd medianer Längsschnitt des Fruchtknotens, durch die eine Reihe der Samenanlagen gehend. 25: 1. — Fig. 2. Querschnitt des Griffels. 40: 1. — Fig. 3. Querschnitt des Fruchtknotens; Pollenschläuche sichtbar. 40: 1.

culushalses und der Integumentspitze bis an die Mikropyle, in welche sie hineindringen (Fig. 3). Die Warze fungiert hier also eigentlich nicht als Obturator, weil sie die Mikropyle nicht berührt und die Überleitung der Schläuche in dieselbe nur indirekt vermittelt.

Physocarpus opulifolia (L.) MAXIM. (Fig. 4.) Der Fruchtknoten ist im unteren Teil aufgeblasen, oben ist er in eine von den Seiten zusammengedrückte Spitze ausgezogen, die allmählich in den Griffel übergeht. Etwas oberhalb der Mitte des Fruchtknotens ist eine Gruppe von gewöhnlich 4 Samenanlagen inseriert. Sie sind in ihrer Orientierung unbestimmt, schief hängend oder aufsteigend oder fast horizontal, und dabei epitrop, apotrop oder fast pleurotrop. Offenbar hängt diese Unbestimmtheit der Orientierung mit der ungewöhnlichen Weite des Fruchtknotenraums zusammen.

Die Samenanlagen haben ungefähr denselben Bau, wie bei *Neillia*. Die Funiculi sind aber noch kürzer, und ihre basalen Teile bilden nur niedrige, untereinander fast zusammenfließende Erhebungen. Dass zwei Integumente vorhanden sind, hat schon MAXIMOVICZ (1879, p. 220) hervorgehoben.

Im Fruchtknoten ist die Bauchnaht noch unterhalb der Placenta deutlich zu sehen. Sie tritt weit deutlicher, als bei *Neillia*, hervor, weil die beiden sie begrenzenden Zellschichten besonders ausgebildet sind und wahrscheinlich zum Teil als leitendes Gewebe fungieren. Im übrigen sind die Anordnungen zur Leitung der Pollenschläuche dieselben, wie bei *Neillia*. Vorwiegend wachsen die Schläuche im Fruchtknoten ekotrop, sie können aber auch endotrop in der Bauchnaht wachsen. In dieser Beziehung zeigt *Physocarpus* eine Annäherung an *Spiræa*.



Physocarpus opulifolia. Fig. 4. Längsschnitt durch den Fruchtknoten, den Verlauf der Pollenschläuche zeigend. 50: 1. — *Stephanandra Tanakæ*. Fig. 5. Längsschnitt durch einen jungen Fruchtknoten. 60: 1. — *Stephanandra incisa*. Fig. 6. Längsschnitt eines erwachsenen Fruchtknotens. — Fig. 7. Querschnitt eines solchen. 40: 1.

Stephanandra. (Fig. 5—7.) Untersucht wurden *S. incisa* (THUNB.) ZAB. (= *S. flexuosa* SIEB. et ZUCC.) und *S. Tanakæ* FRANCH. et SAV., welche im Bau des Gynäceums einander sehr ähnlich sind. Das Material der letzteren Art wurde mir von DR SAMUELSSON aus dem Bot. Garten in Lund gebracht.

Am Fruchtknoten bleibt die Ventralseite etwas in ihrem Wachstum zurück, wodurch der Griffel auf diese Seite ein wenig herabgerückt ist. Die beiden Samenanlagen entspringen in gleicher Höhe den beiden Rändern des Fruchtblatts. In den abgebildeten Fruchtknoten von *S. incisa* ist die eine fast horizontal und pleurotrop, die andere etwas aufsteigend-apotrop (Fig. 6 und 7). In zwei Präparaten von *S. Tanakæ*

fand ich beide fast horizontal liegend. In einem sehr jungen Fruchtknoten der letzteren Art (Fig. 5) scheint die eine sich etwas aufwärts, die andere ein wenig abwärts zu neigen. In dieser unbestimmten Orientierung der Samenanlagen stimmt diese Gattung mit der vorhergehenden überein.

Auch der Bau der Samenanlagen ist demjenigen von *Physocarpus* ähnlich. Der Funiculus ist sehr kurz und am Grunde sehr wenig verbreitert. Die Placenta bildet zwei parallele, wulstförmige und unebene Erhebungen, deren Oberfläche von leitendem Gewebe bekleidet sind (Fig. 6 und 7). Pollenschläuche wurden nicht beobachtet.

Die drei Gattungen der Neillieen stimmen in den hier behandelten Verhältnissen nahe mit einander überein und bilden offenbar eine natürliche Abteilung, die es verdient, als eine von den Spirææ gesonderte Gruppe behandelt zu werden.

Spirææ.

Die Gattungen der Spiræa-Gruppe haben mehrere langgestreckte, hängende Samenanlagen, die im oberen Teil des Fruchtknotens befestigt sind. Ihre Orientierung ist epitrop oder pleurotrop.

Spiræa. (Fig. 8—11.) Die untersuchten Arten sind *S. ulmifolia* SCOP., *oblongifolia* W. et K. und *japonica* L. fil., welche alle mit einander nahe übereinstimmen.

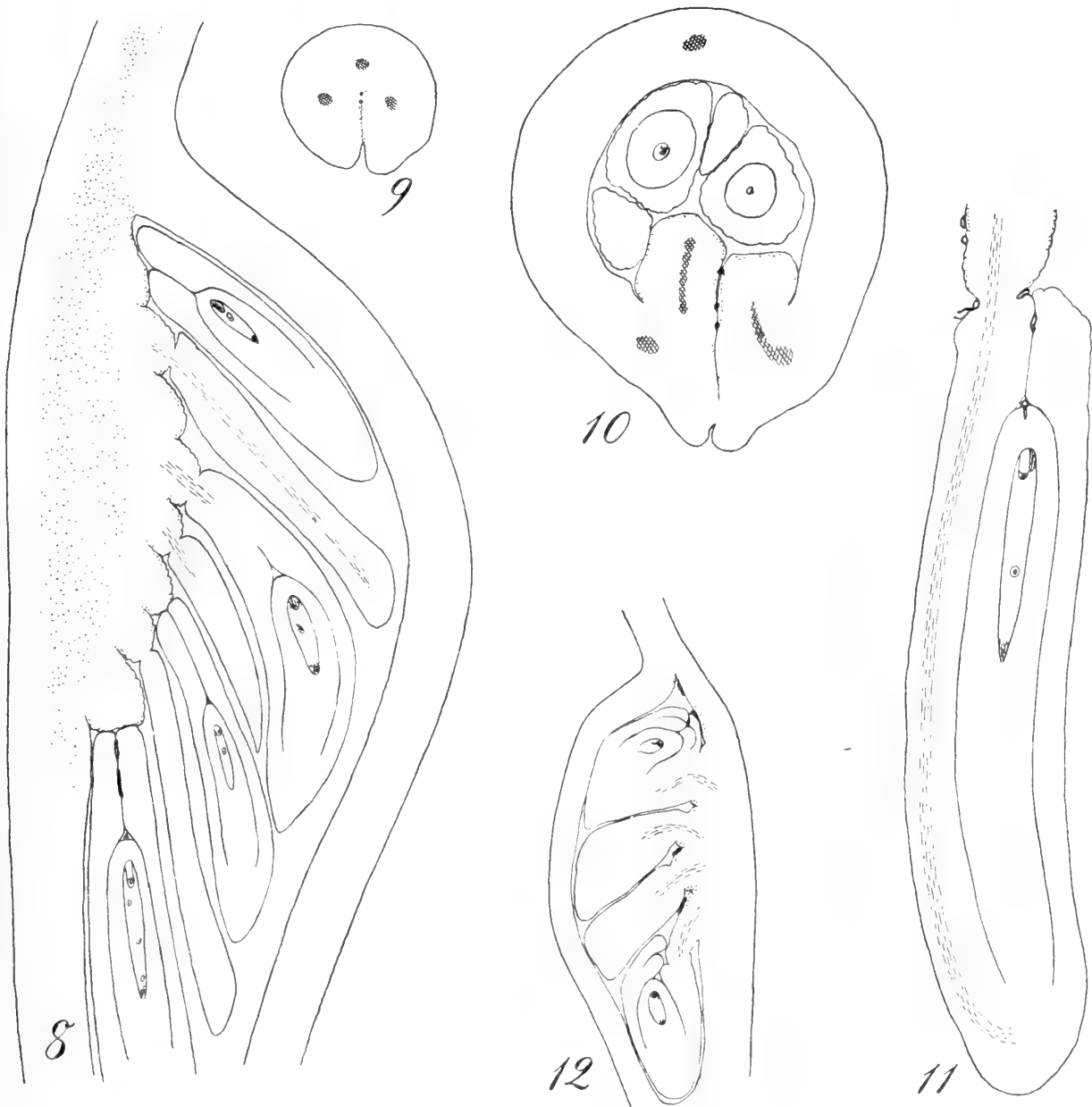
An dem Fruchtknoten von *S. ulmifolia* (Fig. 8—10) kann die Bauchnaht weit hinab verfolgt werden. Im oberen Teil bilden ihre Ränder die wulstförmige Placenta, an welcher die in zwei symmetrische Gruppen angeordneten Samenanlagen dicht gehäuft sitzen. Sie sind nicht ganz epitrop, sondern mehr oder weniger pleurotrop, indem ihre Rapheseite der Medianlinie zugekehrt ist. Die Raphe nimmt die ganze Länge der Samenanlage ein, so dass Hilum und Mündung der Mikropyle auf demselben Niveau liegen.

Jede Samenanlage sitzt an einer besonderen, von der Placenta ausgehenden Warze, und ist durch eine starke Einschnürung von dieser abgegrenzt. Ich betrachte diese Warze als einen etwas verdickten Funiculus. Die Spitze der Samenanlage mit der Mikropyle berührt im allgemeinen die Warze, welche dadurch die Rolle eines Obturators spielen kann.

Am Griffelquerschnitt (Fig. 9) ist die ventrale Rinne (die hier, wie überall, geschlossen ist) deutlich bis zum Zentrum zu verfolgen, und hier liegt ein Strang von leitendem Gewebe. Im oberen Teil des Fruchtknotens ist die Bauchnaht durch die Placentabildung in radialer Richtung erheblich vergrößert, und das leitende Gewebe besteht hier nur aus den beiden aneinander grenzenden Epidermisschichten, zwischen denen die Pollenschläuche hervordringen (Fig. 10). Es setzt sich dann in den Epidermisschichten der Placentawarzen fort. Die Pollenschläuche wachsen an ihrer Oberfläche und dringen endlich in die Mikropyle hinein (Fig. 8, 11).

PÉCHOUTRE (1902, p. 97) hat den Bau von *Spiræa Fortunei* PLANCH. = *S. japonica* L. fil. in einer Weise beschrieben und abgebildet, die nicht mit meinen Befunden übereinstimmt. Nach ihm steht neben dem mit einem dünnen Funiculus versehenen

Ovulum ein Obturator, dessen Spitze die Mikropyle berührt. In meinen Präparaten von *S. japonica* liegen aber die Verhältnisse nicht anders als bei *S. ulmifolia* und *oblongi-*

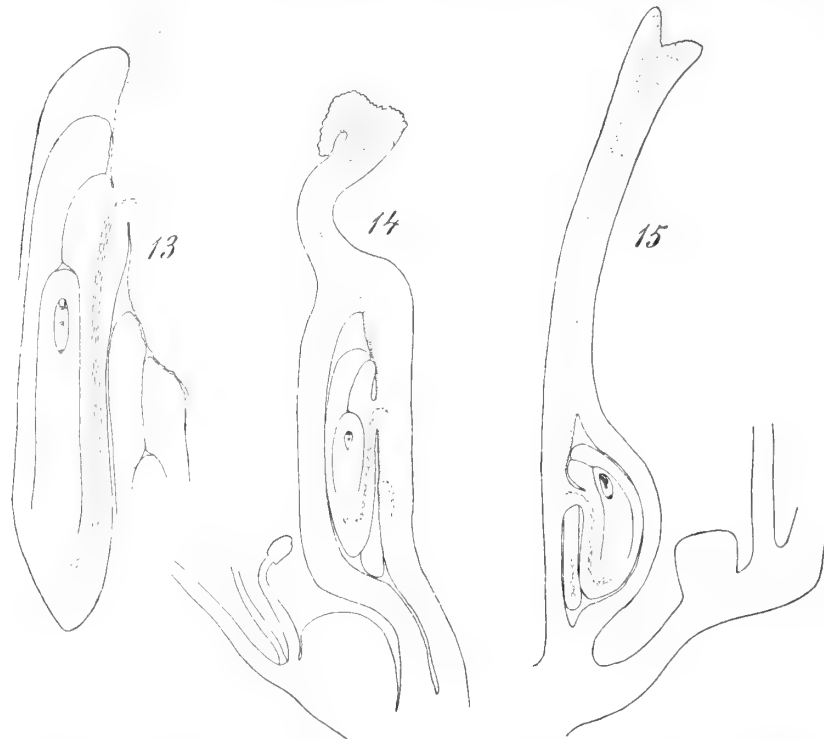


Spiraea ulmifolia. Fig. 8. Medianer Längsschnitt durch den Fruchtknoten; Pollenschlauch in der Mikropyle der untersten Samenanlage. 65: 1. — Fig. 9 und 10. Querschnitte durch den Griffel und den oberen Teil des Fruchtknotens; Pollenschläuche im leitenden Gewebe. 75: 1. — *Spiraea oblongifolia*. Fig. 11. Aus einem tangentialen Längsschnitt des Fruchtknotens; pleurotrophe Samenanlage mit Pollenschläuchen. 100: 1. — *Eriogynia pectinata*. Fig. 12. Medianer Längsschnitt eines Fruchtknotens. 60: 1.

folia: das Gebilde, das als Obturator bezeichnet werden kann, ist nur die vom Funiculus gebildete Warze, welche nicht für sich neben der Samenanlage steht, sondern ihre direkte Fortsetzung bildet. Wenn man diese Warzen Obturatoren nennen will,

so ist jedenfalls daran zu erinnern, dass sie nicht selbständige, neben der Samenanlage stehende Gebilde sind.

Eriogynia pectinata (PURSH) HOOK. (Fig. 12.) Zur Untersuchung hatte ich nur eine Blüte von einem Herbarexemplar. Der Bau des Fruchtknotens ist demjenigen von *Spiræa* ähnlich, die Placenta nimmt den oberen Teil des Fruchtknotens ein, und die Samenanlagen sind hängend, jedoch weniger entschieden als bei *Spiræa*, indem die mittleren eine fast horizontale Stellung einnehmen und dabei pleurotrop sind, während die oberen und unteren hängend-epitrop sind. Ein warzenförmiger



Sibiræa lævigata. Fig. 13. Medianer Längsschnitt, die Placenta mit zwei Samenanlagen zeigend. 50: 1. — *Aruncus silvester*. Fig. 14. Ein Teil vom Längsschnitt einer weiblichen Blüte. 50: 1. — *Holodiscus arifolius*. Fig. 15. Ein Teil vom Längsschnitt einer Blüte. 50: 1.

und von leitendem Gewebe bekleideter Funiculus ist meistens entwickelt. Das leitende Gewebe hat denselben Verlauf wie bei *Spiræa*. Der grösste Unterschied von dieser Gattung liegt im Vorhandensein zweier Integumente (MAXIMOVICZ, l. c., p. 167, giebt nur eines an). Vielleicht bildet daher *Eriogynia* ein Bindeglied zwischen den *Neillieæ* und den *Spirææ*.

Sibiræa lævigata (L.) MAXIM. (Fig. 13) unterscheidet sich von *Spiræa* durch eine geringe basale Verwachsung der Karpelle und durch weniger zahlreiche Samenanlagen. Diese sind hier ungestielt, es fehlen jene Warzen, die bei *Spiræa* die Samenanlagen tragen. Die Placenta hat eine ziemlich ebene Fläche, welche die dicken Integumentränder berühren. Pollenschläuche wurden nicht beobachtet.

Aruncus silvester KOSTEL. (Fig. 14). Der Fruchtknoten, der am Grunde stielartig verengert ist, hat eine deutliche, weit hinab reichende Bauchnaht. Die Samenanlagen sitzen an der Mitte des Fruchtknotens in etwas verschiedener Höhe und sind ganz ungestielt. Die Anheftungsstelle, das Hilum, liegt ziemlich weit unterhalb der Spitze des Integuments, die Samenanlage bekommt dadurch eine fast hemianatrophe Form.

Der leitende Gewebestrang des Griffels endigt in der oberen Ecke des Fruchtknotenraums. Von hier aus verlaufen zwei parallele Erhebungen bis zu den Samenanlagen, welche ihre Spitzen gegen sie krümmen und sie berühren. Ohne Zweifel dienen diese Erhebungen zur Leitung der Pollenschläuche. Die Mikropyle erscheint nur als eine Linie. Pollenschläuche waren in den untersuchten Fruchtknoten nicht vorhanden.

Holodiscus ariifolius (SM.) GREENE (Fig. 15). In dem kurzen Fruchtknoten sitzen die zwei Samenanlagen ungefähr an der Mitte. Sie sind kaum gestielt und haben 1 Integument, dessen Spitze über den Insertionspunkt hervorrägt und sich gegen die flache, kaum hervortretende Placenta krümmt. Die Ränder des Integuments schliessen, wie bei *Aruncus*, dicht zusammen. Die untersuchten Exemplare waren nicht bestäubt.

MAXIMOVICZ (1879, p. 253) stellte diese Gattung zu den Potentilleen, mit denen sie jedoch nichts gemeinsam hat. Sie ist ohne Zweifel am meisten mit den *Spirææ* verwandt, von denen sie sich durch die Reduktion der Balgkapseln zu Schliessfrüchten unterscheidet.

Sorbarieae.

Die Gattungen *Sorbaria* und *Chamæbatiaria* stehen im Bau des Gynäceums der Gattung *Spiræa* sehr nahe, unterscheiden sich aber von ihr durch die episepale Stellung der Fruchtblätter. In dieser Beziehung stimmen sie einerseits mit den Quillajeen überein, von welchen sie vielleicht abzuleiten sind, anderseits mit den Exochordeen und Pruneen. MAXIMOVICZ stellte *Sorbaria* und *Chamæbatiaria* in die Tribus Gillenieæ, sie müssen aber wegen ihrer epitrop-hängenden Samenanlagen von *Gillenia* getrennt werden und eine eigene Tribus bilden.

Sorbaria sorbifolia (L.) A. BR. (Fig. 16). Die Karpelle sind in der Mitte am Grunde etwas mit einander verwachsen, ihr Bau ist aber sonst ungefähr derselbe, wie bei *Spiræa*. Die Placenta ist ebenso hoch, wie bei *Spiræa*, gelegen, nimmt aber eine kürzere Strecke ein. Die Samenanlagen sind hängend und pleurotrop oder epitrop. Die zwei Integumente sind oberhalb des Embryosackes deutlich getrennt; zur Zeit der Befruchtung sind sie ungefähr gleich lang, später wird das innere vom äusseren eingeschlossen (Fig. 16). Das Chalazaende der Samenanlage ist stärker entwickelt, als bei *Spiræa*, nach der Befruchtung verlängert sich der unterhalb des Gefässbündelendes gelegene Teil zu einem spitzen Fortsatz. Dies Verhältnis erinnert einigermaßen

sen an die mit einem Flügel versehenen Samenanlagen der Quillajeen und könnte wohl auch als ein von diesen ererbtes Merkmal aufgefasst werden.

Das leitende Gewebe begleitet im Fruchtknoten die Bauchnaht, jedoch nicht so weit hinab, wie bei *Spiraea*. Die Funiculi bilden auch hier Warzen, die gegen die Samenanlagen abgesetzt sind, und gegen welche diese ihre Mikropyle richten.

PÉCHOUTRE (1902, p. 88) hat die mit *S. sorbifolia* sicher eng verwandte Art *S. Lindleyana* (WALL.) MAXIM. untersucht, er beschreibt aber die Verhältnisse etwas anders. Das innere Integument soll aus dem äusseren hervorragen; wahrscheinlich ist es so in jüngeren Entwicklungsstadien. Er sagt weiter: »le placenta forme au-dessus de l'insertion funiculaire un obturateur dont l'apparition est tardive«. Seine Abbildung (fig. 84) zeigt aber keinen selbständigen Obturator, sondern nur einen warzenförmigen Funiculus, der an der oberen, der Mikropyle zugekehrten Seite stärker vorgewölbt ist.

Chamæbatiaria millefolium (TORR.) MAXIM. Das untersuchte Material hatte DR. O. DAHLGREN für mich im botanischen Garten zu Kopenhagen fixiert. Im Bau des Gynäceums zeigt diese Art eine grosse Übereinstimmung mit *Sorbaria*. Wie bei dieser Gattung sind die Samenanlagen pleuro- oder epitrop und sitzen an warzenförmigen Funiculi. Das innere Integument ist vom äusseren unvollständig eingeschlossen und berührt oft den Funiculus.

Exochordeae.

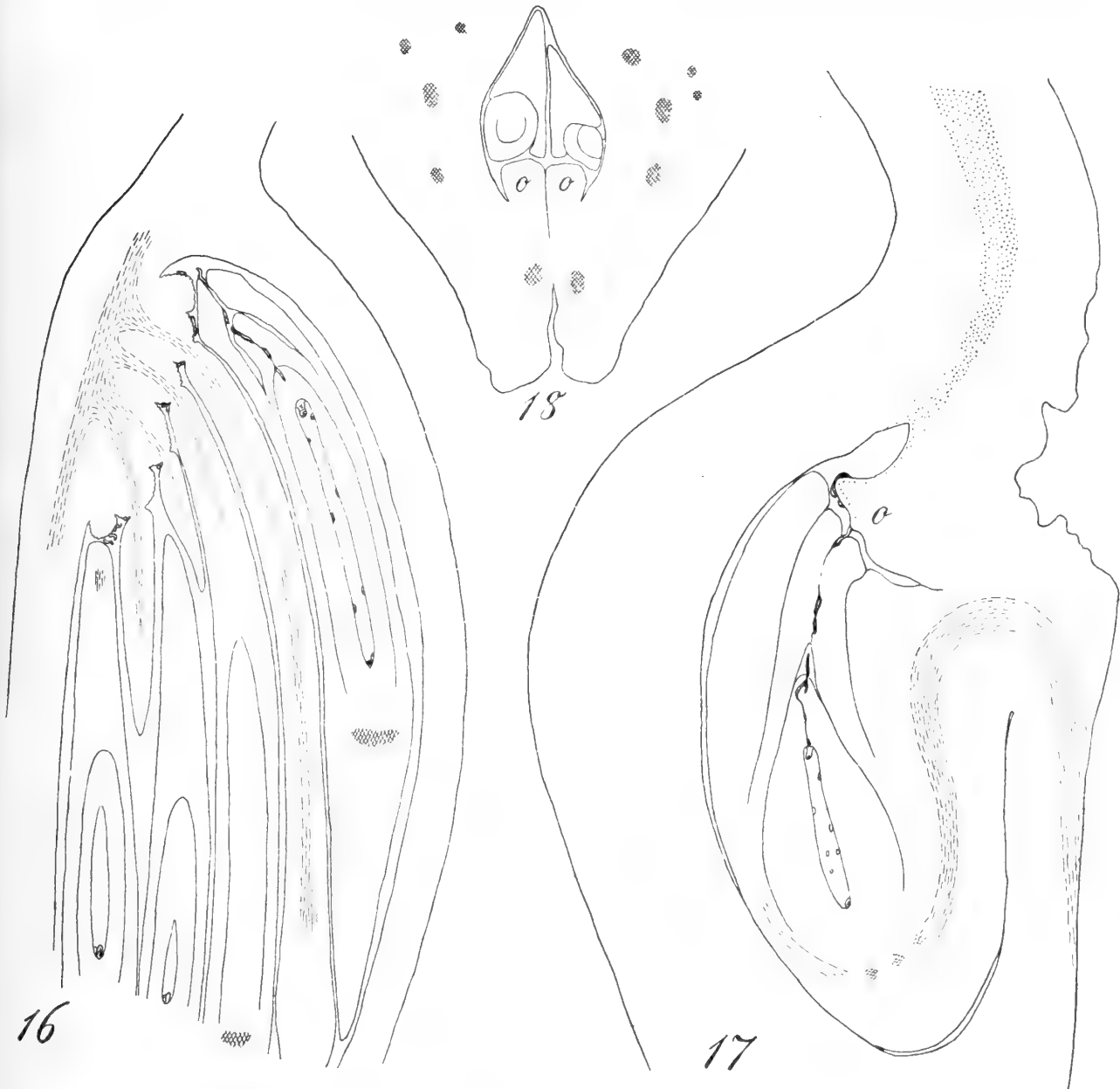
Exochorda Alberti REG. (Fig. 17 und 18). Die Karpelle sind mit ihren ventralen Teilen verwachsen, die dorsalen Partien ragen frei hervor. Die Verwachsung reicht bis zu dem Niveau, an welchem die Samenanlagen befestigt sind. Diese sitzen ohne Funiculus in gleicher Höhe, im obersten Teil des Fruchtknotenfaches inseriert. Oberhalb der Samenanlagen sitzt ein kräftiger, im Längsschnitt dreieckiger, Obturator (Fig. 17 o). Der Querschnitt (Fig. 18) zeigt aber, dass er aus zwei eng aneinander gedrückten, von je einem Fruchtblattrande ausgehenden Hälften besteht, jede Samenanlage hat also ihren eigenen Obturator. Das Vorhandensein derselben ist schon von BAILLON (1867—69, p. 400) nachgewiesen.

Der Nucellus ist am radialen Schnitte breit und oben in eine Spitze ausgezogen. Die Integumente ragen weit über ihn empor. Das innere dringt zwischen den Rändern des äusseren hervor, und sie bilden zusammen eine schräge Fläche, die gegen den Obturator angedrückt liegt. Das Gefässbündel der Samenanlage verzweigt sich in der Chalaza und entsendet an der Aussenseite einen Zweig, der ohne Zweifel für den Samenflügel abgesehen ist. In einer Samenanlage sah ich dieses Bündel fast das obere Ende des äusseren Integumentes erreichen.

Eine deutliche Bauchnaht ist weder im Griffel, noch im oberen Teil des Fruchtknotens zu sehen. Der Griffel enthält einen dicken, zentralen Strang leitenden Gewebes, der in der oberen Ecke des Fruchtknotenfachs ausmündet. Von hier aus gelangt der

Pollenschlauch an die Oberfläche des Obturators und wächst an dieser bis zur Mikropyle, in die er hineindringt (Fig. 17).

In den hier beschriebenen Verhältnissen zeigt *Erochorda* eine unverkennbare Ähn-



Sorbaria sorbifolia. Fig. 16. Medianer Längsschnitt des Fruchtknotens mit Pollenschläuchen an der Placenta und in der Mikropyle. 60: 1. — *Erochorda Alberti*. Fig. 17. Medianer Längsschnitt eines Fruchtknotens mit Pollenschlauch am Obturator (o) und in der Mikropyle. 50: 1. — Fig. 18. Querschnitt durch den oberen Teil eines Fruchtknotens. 37: 1.

lichkeit mit *Nuttallia*. Die Gestalt der Samenanlage (von ihrer flachgedrückten Form abgesehen), die Versorgung des äusseren Integuments mit Gefässbündeln, das Hervordringen des inneren Integuments, der als ein selbständiges Gebilde erscheinende, doppelte Obturator, das alles sind Merkmale, die wir bei *Nuttallia* wiederfinden werden, und ich

glaube daher, dass *Exochorda* ihren Platz unter den Prunoideen finden muss. Habituell sind diese Gattungen einander recht ähnlich. BAILLON hat eine *Exochorda Davidiana* beschrieben, die er später als eine *Nuttallia* erkannt hat (MAXIMOVICZ, l. c., p. 231).

Anderseits ist *Exochorda* ohne Zweifel mit den Quillajeen, mit denen sie die geflügelten Samen gemeinsam hat, nahe verwandt. Weil aber diese horizontale oder, bei *Vauquelinia*, aufrechte Samenanlagen haben, *Exochorda* dagegen hängende, muss ich die letztere von jenen trennen. Auch mit *Sorbaria*, bei der die Karpelle ja auch am Grunde verwachsen sind, zeigt *Exochorda* eine gewisse Verwandtschaft.

Lindleya, die ich nicht untersucht habe, steht wahrscheinlich der vorigen Gattung sehr nahe. Die vollständig verwachsenen Fruchtblätter haben nach BAILLON (l. c., p. 399) 2 hängend-epitrope Samenanlagen, deren jede von einem Obturator bedeckt ist. Nach ihm sind die Fruchtblätter, wie bei *Exochorda* und *Nuttallia*, episepal, während LINDLEY sie in Botanical Register, 1844, tab. 27, epipetal abgebildet hatte. Schon AGARDH (1858, p. 167) hielt eine Verwandtschaft zwischen *Lindleya* und den Drupaceen für wahrscheinlich.

Adenostomeae.

Adenostoma. Diese Gattung wird von FOCKE zu den Cercocarpeae gestellt, muss aber aus dieser Gruppe wegen der Orientierung der Samenanlagen entfernt werden, wie auch RYDBERG (1914, p. 330) hervorgehoben hat, indem er sie in eine eigene, mit den Sanguisorbeae am meisten verwandte Tribus stellen will.

Von den beiden Arten der Gattung habe ich nur Herbarmaterial untersucht, leider zu wenig aufgeweicht, so dass die Präparate nur mässig ausgefallen sind.

A. fasciculatum HOOK. et ARN. (Fig. 19). Der Blütenboden umschliesst dicht den einzigen Fruchtknoten, ist aber trichterförmig, oben nicht zusammengezogen, wie bei den Sanguisorbeen. Als Kompensation für die fehlende Deckung hat er selbst eine stark verdickte obere Wandung bekommen. Diese schräg gerichtete Wandpartie gehört zu seiner Dorsalseite; der Griffel entspringt seitlich an ihrer oberen Ecke. Durch zwei rechtwinklige Biegungen bekommt er aber eine annähernd zentrale Stellung in der Blüte.

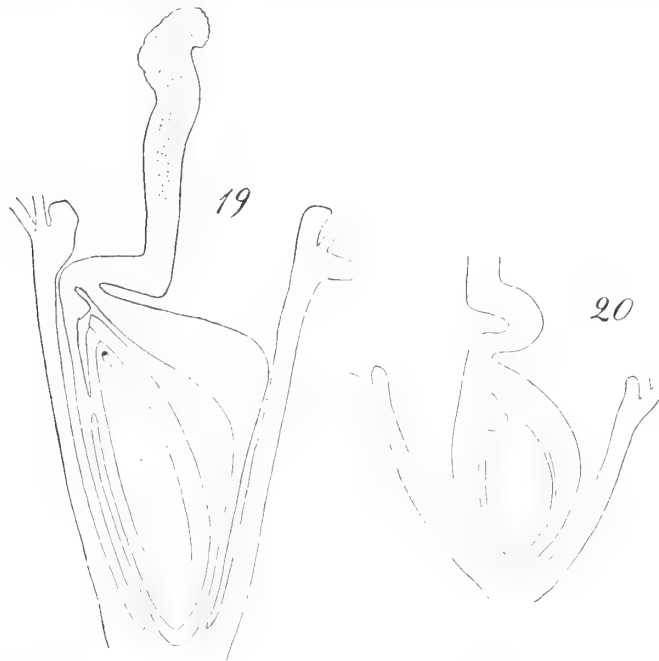
Der Fruchtknoten enthält 2 Samenanlagen, die ziemlich hoch oben in gleicher Höhe befestigt sind. Zur Zeit der Befruchtung scheinen beide gleich gross zu sein. Ich konnte nicht entscheiden, ob 1 oder 2 Integumente vorhanden sind. In der obersten Ecke, dicht oberhalb der Samenanlagen sitzen zwei Obturatoren, gerade wie ich es oben für *Exochorda* angegeben habe. Sie treten in den Präparaten durch ihr drüsenartiges Aussehen scharf hervor.

A. sparsifolium TORR. (Fig. 20). Der trichterförmige Blütenboden ist hier weiter, und die Verdickung an der Oberseite des Fruchtknotens ist weit weniger ausgeprägt. Die Obturatoren sind noch kräftiger, als bei der vorigen Art, sonst sind die Verhältnisse dieselben.

Die Entwicklung des Blütenbodens zu einer die Schliessfrucht eng umschliessenden Hülle, ist ein Merkmal, das in verschiedenen Gruppen der Rosaceen auftritt, nämlich

bei den Sanguisorbeen, bei *Alchemilla* unter den Potentilleen, und bei den Cercocarpeen. Die Ähnlichkeit, die wenigstens *A. fasciculatum* in dieser Beziehung mit ihnen aufweist, kann daher sehr wohl eine Analogie sein. Von den Sanguisorbeen unterscheidet sich *Adenostoma* durch ihre zwei wohlentwickelten Samenanlagen, sowie durch ihre Obturatoren. In diesen Merkmalen stimmt diese Gattung dagegen mit *Exochorda* und den Prunoideen entschieden überein. Ich glaube daher, dass man gute Gründe hat, sie vorläufig, bis eine Untersuchung an frischem Materiale vielleicht neue Tatsachen aufdecken kann, in die Nähe der Prunoideen zu stellen.

Coleogyne wird von BAILLON und FOCKE in die Nähe von *Adenostoma* gestellt. Sie hat jedoch mit dieser Gattung offenbar keine nähere Verwandtschaft, zeigt aber in



Adenostoma fasciculatum. Fig. 19. Blütenlängsschnitt durch die Mediane des Fruchtblatts. \circ Obturator. 33: 1. — *A. sparsifolium*. Fig. 20. Dasselbe. 33: 1.

mehreren Punkten Beziehungen zu *Rhodotypus*, und ich werde sie im Zusammenhang mit dieser Gattung besprechen.

Pruneae.

Nuttallia cerasiformis TORR. et GR. (Fig. 21—24). Mit ihren 5 Karpellen stellt diese Gattung den primitivsten Typus unter den Pruneen dar. BAILLON (l. c., p. 425) und EICHLER (1878, p. 510) geben die Kapelle als epipetal an, der letztere beruft sich dabei auf eine Angabe von DICKSON, die ich nicht wiederfinden konnte. Ich habe aber selbst weibliche Blüten von *Nuttallia* untersucht, welche mir Prof. MURBECK aus dem botanischen Garten in Lund zugesandt hatte, und konnte an ihnen konstatieren, dass die Karpellen vor den Kelchblättern stehen, wie an der photographischen Abbildung (Fig. 21) zu sehen ist.

Zur mikroskopischen Untersuchung hatte ich Fruchtknoten, die Dr. SAMUELSSON in Lund fixiert hatte.

Der Griffel ist nicht, wie bei *Prunus*, terminal, sondern ein bisschen auf die Ventralseite hinabgerückt (Fig. 22). Der Fruchtknoten hat eine Bauchnaht, die ziemlich weit nach unten, etwa bis zu seiner Mitte, verfolgt werden kann (Fig. 23, 24). Die beiden Samenanlagen sind zur Zeit der Befruchtung gleich entwickelt und sitzen in gleicher Höhe. Sie sind kaum mehr als halb anatrop, und die Gefässbündel treten an einem sehr tiefen Niveau in sie hinein. Die Integumente sind getrennt und, wie bei *Exochorda*, von gleicher Länge, so dass die Mikropyle nur vom inneren gebildet wird. In der Chalaza verzweigt sich das Gefässbündel und sendet Äste in das äussere Integument hinein (Fig. 22, 24).

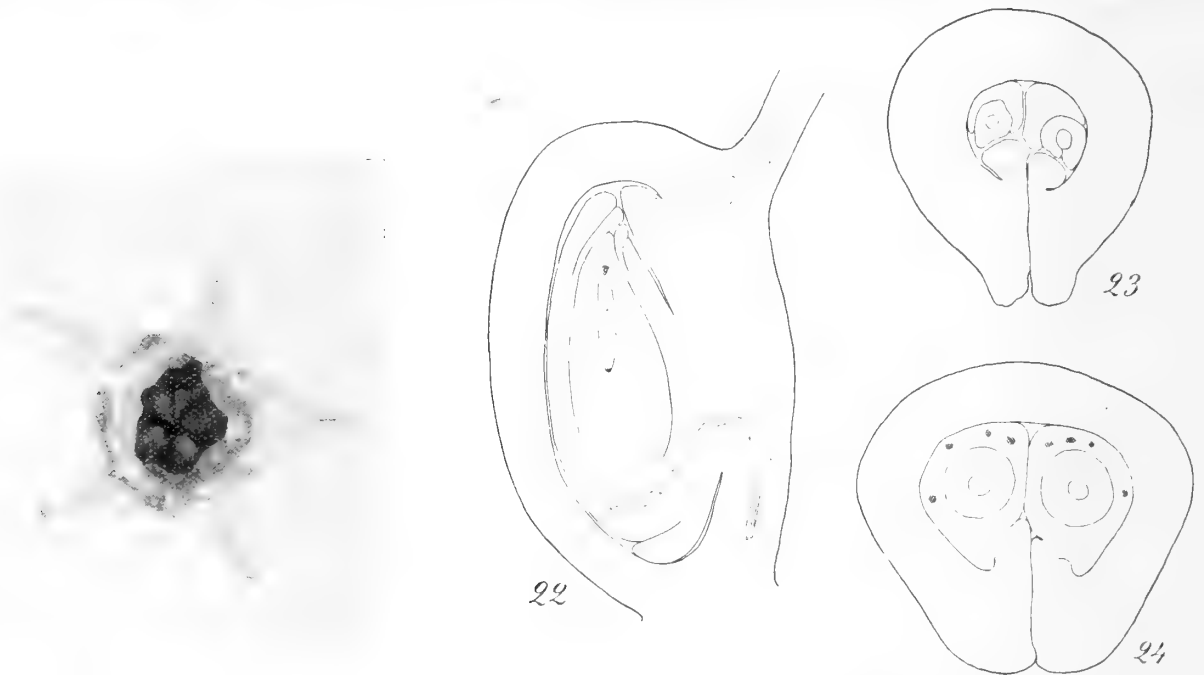


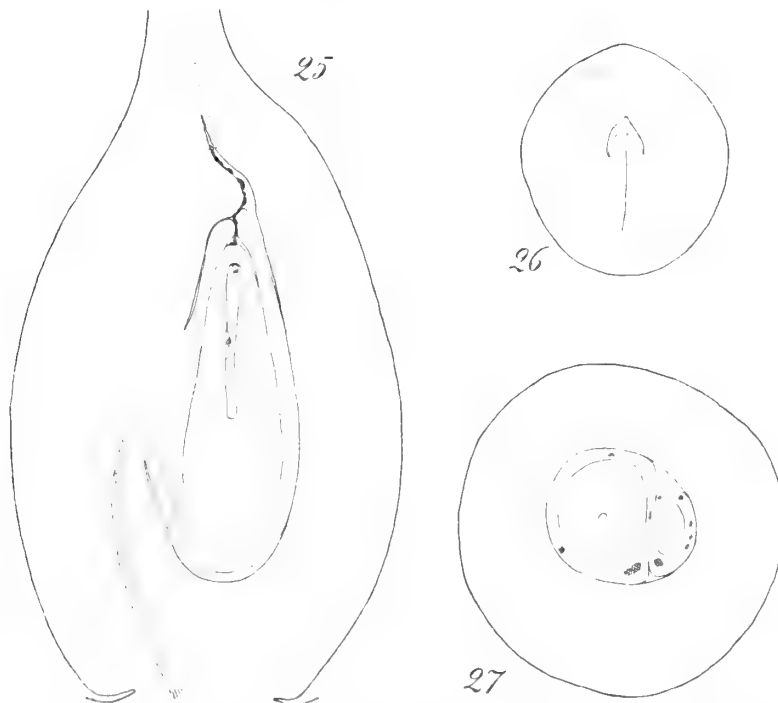
Fig. 21. *Nuttallia cerasiformis*. Blüte von oben gesehen, nach Entfernung der Blumenblätter, Staubfäden und Griffel. 5: 1.

Nuttallia cerasiformis. Fig. 22. Medianer Längsschnitt des Fruchtknotens. — Fig. 23 und 24. Querschnitte durch den oberen und mittleren Teil des Fruchtknotens. 25: 1.

Ein kräftiger Strang leitenden Gewebes durchzieht den Griffel und endigt in der oberen Ecke des Fruchtknotens. Hier sitzt, wie schon BAILLON (l. c., p. 425) bemerkt, ein kräftiger Obturator (Fig. 22). Er bildet auch hier ein paariges Organ; die beiden Hälften sind aber sehr fest mit einander verwachsen (Fig. 23). An Alkoholmaterial, das ich unter dem Präpariermikroskop dissezierte, fand ich, dass der Obturator sich nach unten fortsetzt, indem er in eine zwischen den Samenanlagen liegende Leiste übergeht, welche am Grunde eine Anschwellung bildet. Die letztere tritt am Längsschnitte (Fig. 22) unterhalb der Samenanlage hervor. Am Querschnitte ersieht man, dass die Leiste auch aus zwei Hälften besteht (Fig. 24). Ich kann diese Gebilde nicht anders, denn als Auswüchse vom Funiculus betrachten. Sie entsprechen also den Warzen, an denen bei *Spiraea*, *Sorbaria* und mehreren anderen die Samenanlagen sitzen, und der Obturator ist nur der obere, stark hervorragende Teil des Funiculus.

Pygeum africanum HOOK. fil. Von dieser Art untersuchte ich zwei Blüten von einem Herbarexemplar. Sie waren nicht befruchtungsreif, und die Präparate sind nicht sehr gut. Ein paar Beobachtungen, die nicht ohne Bedeutung sind, kann ich doch mitteilen.

Die beiden Samenanlagen sind weiter oben befestigt, als bei *Nuttallia* und *Prunus*, und sind ganz anatrop. Jede Samenanlage drückt ihre Spitze gegen einen ziemlich grossen Obturator. Dieser setzt sich in einer Erhebung fort, welche den Grund der Samenanlage ringförmig umfasst und sich auch unterhalb derselben ein bisschen hervorwölbt. Die ringförmige Erhebung samt dem Obturator ist offenbar vom Funiculus gebildet.



Prunus padus. Fig. 25. Längsschnitt durch den Fruchtknoten, mit Pollenschläuchen am Obturator und in der Mikropyle. 33: 1. — Fig. 26 und 27. Querschnitte durch den oberen und mittleren Teil des Fruchtknotens. 20: 1.

Prinsepia utilis ROYLE. Ich untersuchte eine Blüte von einem Herbarexemplar. Das Präparat enthält nur die Hälfte des Gynäceums, das wahrscheinlich von Insekten angefressen war, und ich kann daher über seinen Bau nur ein paar Angaben liefern, die jedoch nicht ohne Interesse sind.

Die beiden Samenanlagen drücken ihre Spitzen gegen zwei grosse Obturatoren. Die Integumente sind an der Spitze deutlich getrennt und von gleicher Länge. Durch die Mündung des inneren dringt die Nucellusspitze hervor, so dass auch sie an den Obturator angedrückt liegt.

Prunus padus L. (Fig. 25—27). Im Griffel ist keine ventrale Rinne zu sehen, und im Fruchtknoten reicht die Bauchnaht nicht bis zur Oberfläche (Fig. 26). Von den

Samenanlagen ist die eine zur Zeit der Befruchtung schon stark rückgebildet (Fig. 27). Sie sind auch hier semianatrop, und das Gefässbündel tritt unterhalb der Mitte in sie hinein. Die Samenanlage hat nur ein Integument, in welches Gefässbündel von der Chalaza aus eindringen. Ein doppelter Obturator ist auch hier vorhanden, er sitzt aber oberhalb der Spitze der Samenanlage und erscheint als ein selbständiges Gebilde. Die Pollenschläuche wachsen an seiner Fläche zur Mikropyle (Fig. 25).

Kerrioideae.

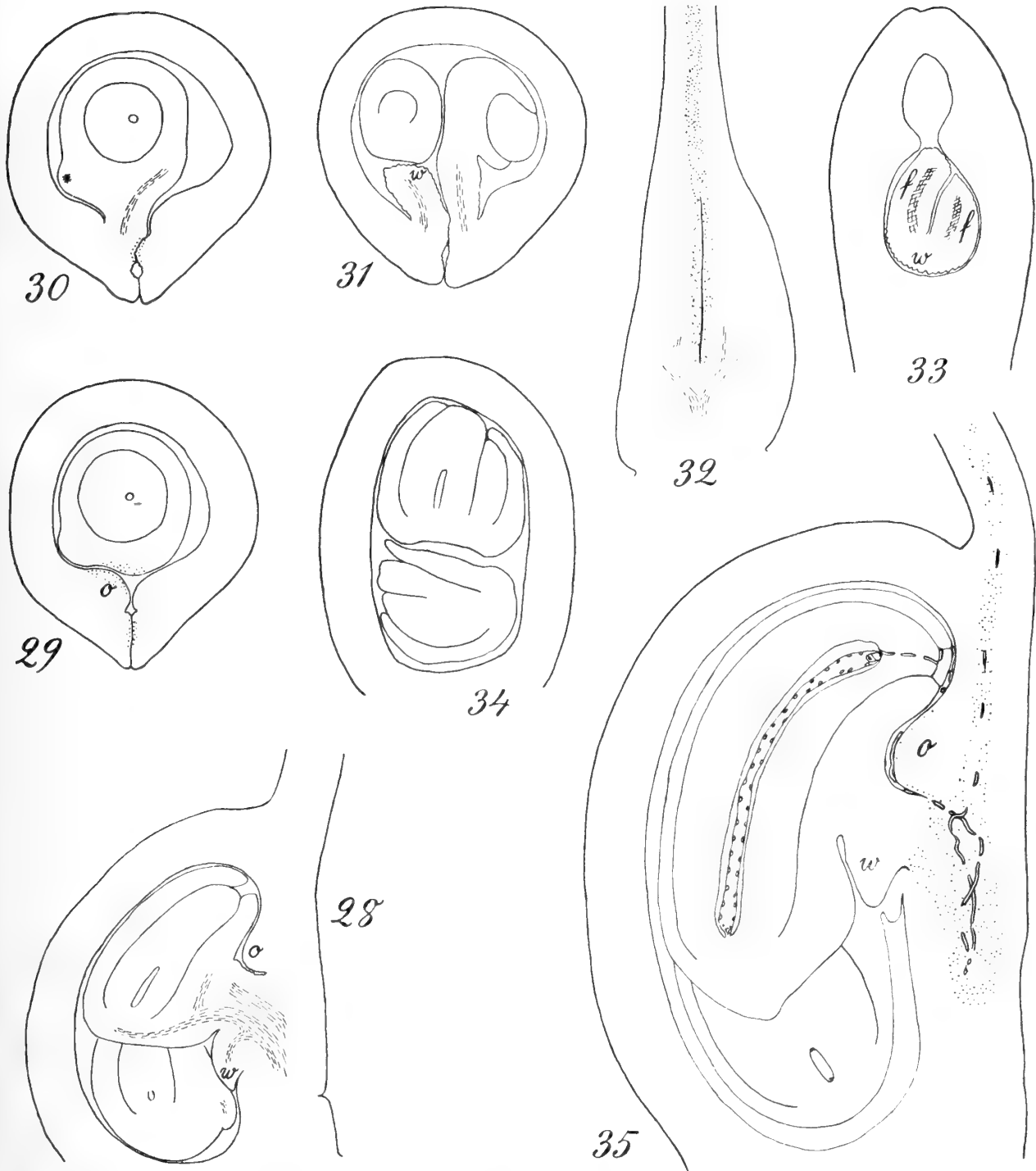
Die Früchte von *Rhodotypus*, *Kerria* und *Neviusia* sollen steinfruchtartig sein, jedoch mit ziemlich trockenem Epikarp. Dies könnte für eine Verwandtschaft mit den Pruneen sprechen, wenn nicht die Orientierung des Gynäceums verschieden wäre. Die Fruchtblätter sollen nämlich bei *Rhodotypus* und *Kerria* epipetal sein.

Rhodotypus kerrioides SIEB. et ZUCC. (Fig. 28—35 und 39—41). Durch seine gegenständigen Blätter, seine tetrameren Blüten und die eigentümliche Discusbildung, welche das Gynäceum umschliesst und Staubfäden trägt, stellt diese Gattung einen merkwürdigen Typus dar. Mit ihren zwei gleich entwickelten Samenanlagen nimmt sie unter den Kerrioideen die primitivste Stufe ein.

Der lange und dünne Griffel zeigt am Querschnitt eine deutliche ventrale Rinne (Fig. 41.) Um den dicken Zylinder von leitendem Gewebe liegen die gewöhnlichen drei Gefässbündel, die hier dicht zusammenliegen und kaum deutlich von einander abgegrenzt sind. Am oberen Ende des Griffels erweitert sich die Rinne und entblösst das leitende Gewebe, das hier eine längliche, schräg liegende Narbenfläche bildet (Fig. 39). Ein Querschnitt an diesem Niveau zeigt, dass die Gefässbündel hier zu einem Halbkreis verschmolzen sind (Fig. 40). *Rhodotypus* zeigt in dieser Ausbildung der Narbe eine unverkennbare Annäherung an *Neviusia*, deren Narbenfläche jedoch eine noch grössere Ausdehnung hat.

Die morphologischen Verhältnisse innerhalb des Fruchtknotens von *Rhodotypus* sind recht eigentümlich und weichen von dem gewöhnlichen Verhalten bei den Rosaceen in einigen Punkten ab.

Der Griffel sitzt gerade über der Ventrallinie des Fruchtknotens. An diesem streckt sich die Bauchnaht fast bis zum Grunde hinab (Fig. 31, 32; in Fig. 28 zeigt eine Einbuchtung die Stelle, wo sie endet). Die beiden Samenanlagen sind hemianatrop, wie PÉCHOUTRE richtig angibt (1902, p. 99; aus seinen Abbildungen geht es kaum hervor). Zur Zeit der Befruchtung sind sie gleich kräftig entwickelt. Sie entspringen den Fruchtblatträndern neben einander in gleicher Höhe (Fig. 32, 33), nehmen aber schiefe Lagen ein, wobei die eine sich etwas nach oben, die andere nach unten richtet (Fig. 28, 34). Die Samenanlage hat nur ein Integument. PÉCHOUTRE bildet zwar 2 Integumente ab und sagt (l. c., p. 100): »l'enveloppe ovulaire présente une incisure qui est le seul indice de l'existence de deux téguments». Ich kann aber diese Angabe nicht bestätigen. Dass



Rhodotypus kerrioides. Fig. 28. Medianer Längsschnitt eines jüngeren Fruchtknotens. — Fig. 29—31. Drei Querschnitte eines jüngeren Fruchtknotens, welche die obere (linke) Samenanlage oberhalb des Funiculus (29), mitten durch denselben (30) und unterhalb desselben (31) durchschneiden. — Fig. 32—34. Drei Längsschnitte, winkelrecht zur Medianebene, von einem jüngeren Fruchtknoten, durch die Ventralpartie mit der Bauchnaht (32), durch die Funiculi und den Querwulst (33), und durch die Samenanlagen, die hier doppelten Nucellus haben (34). 37: 1. — Fig. 35. Medianer Längsschnitt eines älteren Fruchtknotens, den Verlauf der Pollenschläuche zeigend. 50: 1.

f Funiculus, o Obturator, w Querwulst.

die Nucellusspitze aus der Mündung des Integuments hervordringt, so dass keine Mikropyle vorhanden ist, hat schon PÉCHOUTRE hervorgehoben. In ein paar Fällen fand ich innerhalb des Integuments 2 Nucellen (Fig. 34).

Die Samenanlage hat einen kurzen Funiculus, der ziemlich hoch, aber von den Seiten flachgedrückt ist. Unterhalb der beiden Samenanlagen sitzt ein Querwulst (Fig. 28, 33, 35, *w*), der als ein Auswuchs von den Unterseiten der beiden Funiculi erscheint, und daher ohne zweifel aus 2 verwachsenen Hälften besteht. Oberhalb jedes Funiculus sitzt eine rundliche Erhebung der Fruchtwand, welche ich als Obturator (*o*) bezeichnen möchte. Diese Obturatoren scheinen gar nicht mit dem Funiculus zusammenzuhängen, obgleich sie an ihn grenzen.

In die Samenanlage treten wenigstens 2, nicht scharf getrennte, Gefässbündel ein (Fig. 28). Der obere scheint im Funiculus zu enden. Der untere sendet einen kleinen Ast in den Querwulst hinein, dann einen kurzen aufsteigenden Ast, und setzt darauf nach der Chalaza fort. Hier geht ein kleiner Ast aus, der ins Integument auf dessen äusseren, von der Medianlinie abgekehrten, Seite eindringt und in einer leistenförmigen Erhebung am Integumente verläuft (Fig. 30).

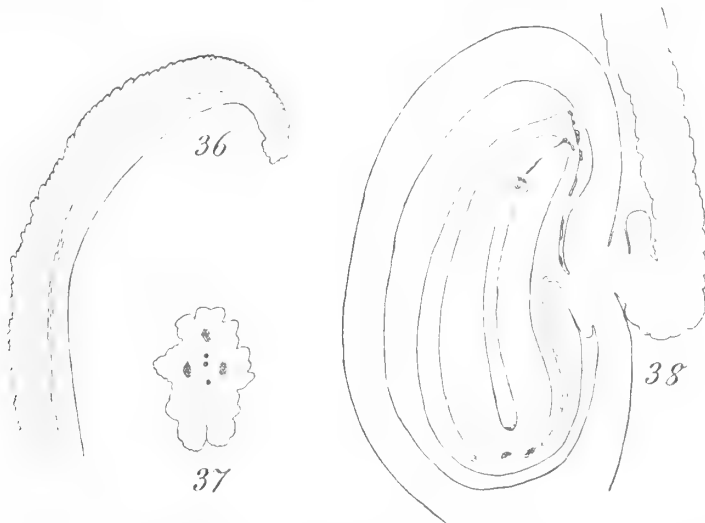
Der Verlauf der Pollenschläuche ist bei *Rhodotypus* recht ungewöhnlich. Ein solider Strang leitenden Gewebes durchzieht den zentralen Teil des Griffels (Fig. 35). Im oberen Teil des Fruchtknotens ist die Bauchnaht geschlossen (Fig. 29), unten trennen sich ihre Ränder zur Bildung eines engen Kanals (Fig. 30, 31). Das leitende Gewebe besteht hier aus den Epidermisschichten der Bauchnaht. Es setzt sich dann an den Flächen der Funiculi fort, wahrscheinlich auch am Querwulst, dessen Epidermiszellen ein drüsiges Aussehen haben, und endlich dehnt es sich an der Oberfläche der beiden Erhebungen aus, die ich als Obturatoren bezeichnet habe. Die Pollenschläuche wachsen daher der Bauchnaht entlang (Fig. 35). Noch an ihrem unteren Ende, also unterhalb der Funiculi, waren Pollenschläuche deutlich zu sehen. Sie kehren dann um und wachsen in die engen Spalten zwischen den Funiculi, oder zwischen diesen und den Obturatoren, in die Fruchtknotenöhle hinein und folgen dann der Oberfläche des Obturators bis zur Mikropyle, oder zur Nucellusspitze, da ja hier eine eigentliche Mikropyle nicht vorhanden ist. Ob der unterhalb der Samenanlagen sitzende Querwulst wirklich eine Rolle bei der Leitung der Pollenschläuche spielt, konnte ich nicht entscheiden.

Dieser Verlauf der Pollenschläuche ist dadurch eigentümlich, dass der Obturator hier unterhalb der Mikropylarregion sitzt, und dass die Schläuche also von unten nach oben wachsen müssen. Bei allen anderen Gattungen mit epitrop-hängenden Samenanlagen, die ich kenne, sitzt der Obturator, wenn ein solcher vorhanden, oberhalb der Mikropyle, und die Pollenschläuche wachsen direkt, ohne einen solchen Umweg, gegen die Mikropyle. Dies Verhältnis bei *Rhodotypus* ist schwer zu verstehen. Ich kann es jedenfalls nicht als ein spät erworbenes Merkmal betrachten, sondern vielmehr als einen Zug, der auf ein hohes Alter dieses Typus hinweist.

Der Querwulst ist offenbar ein paariges Organ und durch die Verwachsung zweier Auswüchse an der Unterseite der Funiculi entstanden. Er gehört somit in dieselbe Kategorie, wie die kragenförmige Erweiterung des Funiculus bei *Rubus*, oder die Obturatoren der Pruneen, obgleich er bei *Rhodotypus* an der von der Mikropyle abgewendeten

Seite des Funiculus sitzt, und nicht als Obturator fungiert. Eine andere Übereinstimmung mit den Pruneen liegt in der hemianatropen Samenanlage und der relativ tiefen Insertion derselben. Eine nähere Verwandtschaft mit den Pruneen ist vielleicht durch die verschiedene Orientierung der Fruchtblätter ausgeschlossen. Die Ähnlichkeit mit *Rubus* scheint mir auch nicht gross genug, um eine nähere Verwandtschaft mit dieser Gattung anzunehmen.

Coleogyne ramosissima TORR. (Fig. 36—38). Das Material zur Untersuchung dieser Pflanze bestand aus Blüten, die von Herbarexemplaren abgefallen waren und die mir Prof. MURBECK in Alkohol zugesandt hatte. Ich bekam von ihnen Präparate, an denen wenigstens die wichtigsten morphologischen Verhältnisse beobachtet werden konnten. In einem Präparate waren die Pollenschläuche gut erhalten.



Coleogyne ramosissima. Fig. 36. Medianer Längsschnitt durch den obersten Teil des Griffels. 20: 1. — Fig. 37. Querschnitt durch den mittleren Teil des Griffels. 60: 1. — Fig. 38. Medianer Längsschnitt vom Fruchtknoten, mit Pollenschlauch am Integument und im Nucellus. 25: 1.

AGARDH (1858, p. 171) schreibt über diese Pflanze: »Si autem recte auguror, alia exstat planta, cui *Coleogyne* vix dubie proxima sit; *Rhodotypon* puto, a Siebold et Zuccarini descriptum. Ut *Coleogyne*, a Rosaceis plantis hic abludit foliis oppositis. Flores pariter tetrameri; stamina æque a disco carnosio exeuntia, cujus pars interior in tubum, apice incisum (4fidum in *Rhodotypon*, 5dentatum in *Coleogyne*) et pistillum includentem, prolongatur. Styli pariter laterales. Gemmulas ex analysi data epitropas suspicor.» Diese Ansicht scheint von späteren Verfassern nicht beachtet worden zu sein. BAILLON (l. c., p. 382) und FOCKE (l. c., p. 39) stellen *Coleogyne*, zusammen mit *Adenostoma*, in die Nähe von *Cercocarpus*. Mit dieser Gattung stimmt *Coleogyne* darin überein, dass die Blumenblätter fehlen, und dass nur ein, vom Blütenboden eingeschlossenes Karpell vorhanden ist. RYDBERG (1914, p. 331) hat aber vor kurzem mit Recht hervorgehoben, dass *Coleogyne* und *Adenostoma* in die Tribus *Cercocarpeæ* nicht hineinpassen, weil sie hängende Samenanlagen haben. Er weist auch darauf hin, dass *Coleogyne* gegenstän-

dige Blätter hat, und dass ihre Blüte mit einer eigentümlichen Discusröhre versehen ist, welche das Karpell umschliesst. Dass *Coleogyne* durch den Besitz dieser Bildung mit *Rhodotypus* übereinstimmt, hat ausser AGARDH, auch BAILLON (l. c., p. 392) bemerkt. RYDBERG hebt hervor, dass die gegenständige Blattstellung unter den Rosaceen nur bei *Coleogyne*, *Rhodotypus* und der kürzlich von DONNELL SMITH (1914, p. 420) beschriebenen *Guamatela Tuerckheimii* DONN. SM. bekannt ist. Letztere Gattung kann mit *Coleogyne* wohl nicht verwandt sein, weil sie aufrechte Samenanlagen haben soll.

Das Gynäecum besteht bei *Coleogyne* aus einem einzigen Fruchtknoten, an welchem der lange Griffel in mittlerer Höhe befestigt ist (Fig. 38). Dieser ist am Grunde scharf knieförmig nach unten und dabei auch nach der einen Seite gebogen. Seine Oberfläche ist überall uneben, am Grunde hat er aber einige sehr tiefe Falten. Die Narbe bildet an seiner Ventralseite einen schmalen Streifen, der fast seine ganze Länge einnimmt. Ihr Bau (Fig. 36, 37) ist demjenigen von *Neviusia* (Fig. 42, 43) ähnlich, erinnert aber auch an *Rhodotypus* (Fig. 39, 40), wo sie jedoch auf die terminale Partie des Griffels beschränkt ist. Der Griffel hat bei *Coleogyne* 3 getrennte Gefässbündel (Fig. 37).

Der Fruchtknoten hat nur eine Samenanlage, ob in jüngeren Entwicklungsstadien eine zweite oder ein Rudiment davon vorhanden ist, bleibt noch zu untersuchen. Die Samenanlage (Fig. 38) ist derjenigen von *Rhodotypus* (Fig. 35) auffallend ähnlich. Sie hat 1 Integument, ist hemianatrop, hat einen langen Embryosack, der mit seinem oberen Ende von der Nucellusspitze ziemlich entfernt ist. Der Funiculus ist sehr kurz, an seiner unteren Seite ist aber ein kleiner Vorsprung zu sehen, der vielleicht dem bei *Rhodotypus* beschriebenen Querwulst entspricht. Oberhalb der Insertion der Samenanlage zeigt die Fruchtknotenwandung eine schwache Erhebung, die ein Gegenstück des Obturators bei *Rhodotypus* zu bilden scheint. Die Pollenschläuche wachsen zwischen dieser und der Vorderseite des Integuments nach oben. Im Gewebe der Integumentspitze scheinen sie ein bisschen hin und her zu wachsen, ehe sie in den Nucellus hineinwachsen, woraus ich schliesse, dass eine eigentliche Mikropyle kaum vorhanden sein kann.

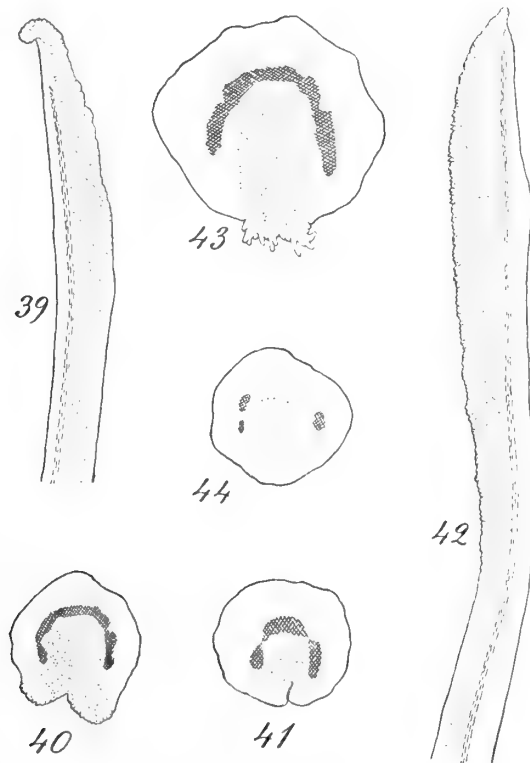
Coleogyne zeigt also in folgenden Merkmalen eine deutliche Ähnlichkeit mit *Rhodotypus*: in der Blattstellung, der Discusröhre, der ganzen Form der Samenanlage, dem Verlauf des Pollenschlauchs. Auch in bezug auf die Narbe ist eine Annäherung an *Rhodotypus* zu finden, noch grösser ist aber hierin die Ähnlichkeit mit *Neviusia*, mit welcher *Coleogyne* übrigens auch im Fehlen der Kronenblätter übereinstimmt.¹ Ich kann nach alledem nicht bezweifeln, dass *Coleogyne*, wie AGARDH vermutete, in *Rhodotypus* ihren nächsten Verwandten hat.

Neviusia alabamensis A. GR. (Fig. 42, 43; 45—47). Von Dr G. SAMUELSSON bekam ich fixierte junge Fruchtknoten einer Pflanze, die er im botanischen Garten in Kopenhagen unter dem Namen *Neillia thyrsoiflora* eingesammelt hatte. Die Präparate, die ich davon machte, zeigten aber einen Bau, der auf *Neillia* gar nicht passte, dagegen auffallend an *Kerria* erinnerte, und da die Fruchtknoten sehr charakteristische Haare trugen, die ich an Herbarexemplaren von *Neviusia* wiederfand, so muss das Material

¹ Vergl. die vor kurzem erschienene Arbeit von MURBECK: Über staminale Pseudapetalie (Lunds Univ. Årsskr. 1918), p. 8.

dieser Pflanze angehören. Später erwarb ich für den hiesigen Garten Exemplare dieser Art, die im vorigen Sommer auch blühten. Die Fruchtknoten, die ich davon fixierte, waren im Postflorationsstadium, aber ohne normal entwickelte Embryosäcke, ohne Zweifel durch Eier eines Parasiten in ihrer Entwicklung gehemmt.

Der Griffel ist im oberen Teil von den Seiten zusammengedrückt und trägt längs seiner Ventralseite eine schmale Narbenfläche (Fig. 42). Das sehr kräftig ausgebildete leitende Gewebe tritt hier an die Oberfläche hervor und endigt in kleinen Narbenpapillen. Die Gefässbündel sind auf dem Querschnitte zu einem Halbkreis verschmolzen (Fig. 43). Dass *Rhodotypus* eine kürzere, aber in derselben Weise entwickelte Narbe besitzt, wurde schon hervorgehoben.



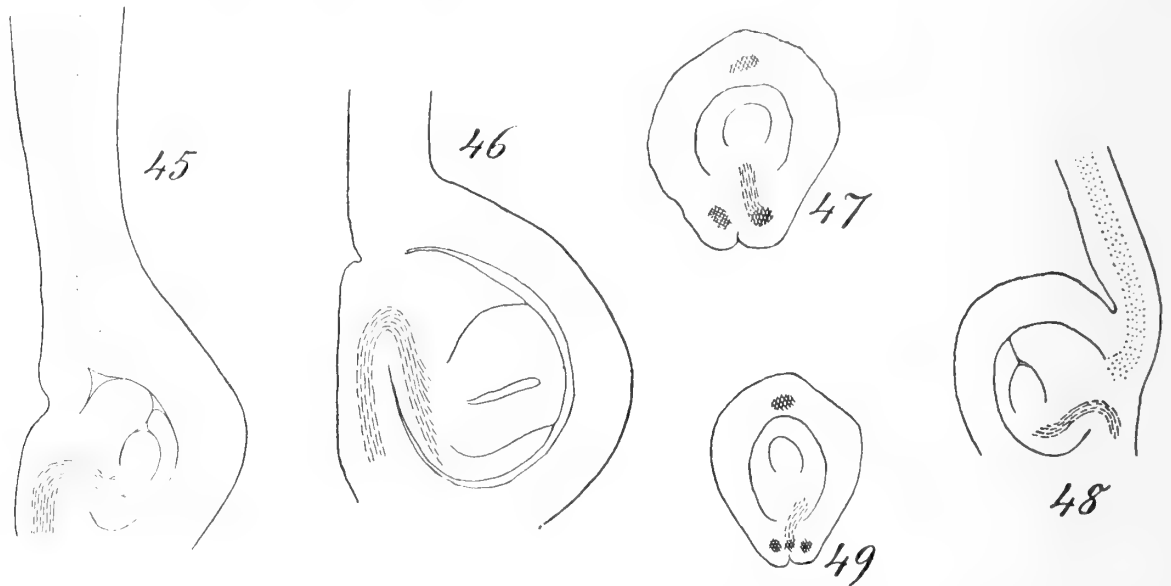
Rhodotypus kerrioides. Fig. 39. Medianer Längsschnitt vom Griffelende mit schräger Narbenfläche. 25: 1. — Fig. 40, 41. Querschnitte vom Griffel, durch den Narbenteil, und unterhalb desselben. 80: 1. — *Neviusia alabamensis*. Fig. 42. Medianer Längsschnitt durch den Griffel mit der langen Narbenfläche. 25: 1. — Fig. 43. Querschnitt etwa durch die Mitte des narbenführenden Teils. 80: 1. — *Kerria japonica*. Fig. 44. Querschnitt des Griffels. 80: 1.

Am Fruchtknoten endigt die Bauchnaht gleich oberhalb der Insertion der Samenanlage (Fig. 45, 46). Nur eine einzige Samenanlage ist vorhanden, sie empfängt ihr Gefässbündel von dem einen der beiden in den Fruchtblatträndern verlaufenden Bündeln (Fig. 47). Sie ist kurz und ist mit breitem Grunde festgewachsen. Nur ein Integument ist zu sehen, es hat, wie bei *Kerria*, eine ungewöhnliche Form, indem es an der Raphe-seite sehr dick ist. Der Nucellus bekommt dadurch eine schräge, gegen die Dorsalseite des Fruchtknotens geneigte Richtung. Er ist im jüngeren Stadium vom Integument eingeschlossen, breitet sich aber später im oberen Teil aus, so dass sein Scheitel weit ent-

blösst wird (Fig. 46). Dies Verhältnis erinnert wieder an *Rhodotypos*, zu welcher Gattung *Neviusia* nähere Beziehungen zu haben scheint, als *Kerria*.

***Kerria japonica* (L.) DC.** (Fig. 44; 48, 49). Von dieser Pflanze habe ich nur unreife Fruchtknoten, welche D:r G. SAMUELSSON in Lund fixiert hatte, untersuchen können.

Der Griffel ist lang und zylindrisch und trägt nur am oberen Ende eine kleine unscheinbare Narbe. Ein Querschnitt an seiner Mitte zeigt keine Spur einer ventralen Rinne. Ich fand hier nur laterale Gefässbündel, der dorsale ist entweder unterdrückt oder auf die eine Seite gerückt (Fig. 44).



Neviusia alabamensis. Fig. 45. Medianer Längsschnitt eines jungen Fruchtknotens. — Fig. 46. Dasselbe eines älteren, nicht befruchteten Fruchtknotens. — Fig. 47. Querschnitt eines jungen Fruchtknotens. 37: 1. — *Kerria japonica*. Fig. 48. Medianer Längsschnitt eines jungen Fruchtknotens. — Fig. 49. Querschnitt desselben. 37: 1.

Die Insertion des Griffels ist ein wenig auf die ventrale Seite des Fruchtknotens herabgerückt (Fig. 48). Die einzige Samenanlage hat ungefähr dieselbe Form, wie bei *Neviusia*, nur noch etwas dicker, im Mediansehnitte fast rund, weil das Integument auf der Rapheseite sehr stark verdickt ist. PÉCHOUTRE (1902, p. 102, fig. 103) bildet ein etwas späteres Stadium, mit entwickeltem Embryosacke, ab. Vielleicht ist seine Abbildung nicht ganz exakt, sie zeigt nämlich eine längliche Samenanlage mit einem deutlichen Funiculus. Die Grenzlinie zwischen zwei Integumenten, die er zeichnet, ist jedenfalls nur theoretisch aufzufassen.

Die Samenanlage empfängt ihr Gefässbündel nicht von einem der beiden ventralen Bündeln, wie bei *Neviusia*, sondern zwischen ihnen verläuft im basalen Teil der Blüte ein besonderes, ganz medianes Gefässbündel, das in die Samenanlage hineinbiegt (Fig. 49). In dieser Beziehung zeigt *Kerria* ein mit einigen Dryadoideen analoges Verhalten.

Der ganze Fruchtknoten ist bei *Neviusia* und *Kerria* stark verkürzt, und die Samenanlage hat eine gerundete Form bekommen. Vielleicht ist sie auch bei diesen Gattungen

hemianatrop zu nennen, weil das Gefässbündel auf einem tiefen Niveau in sie eintritt. Durch die starke Verdickung der Ventralseite haben diese Samenanlagen eine Form bekommen, die sonst bei den Rosaceen nicht vorkommt. Überhaupt zeigen die Kerrioiden keine näheren Beziehungen zu anderen Abteilungen der Familie.

Ulmarieae.

Die Gattung *Ulmaria* scheint die Spiräoideen mit den Rosoideen zu verbinden. Mit den ersteren hat sie die wirtelige Stellung der Karpelle gemeinsam, mit den letzteren die vergrösserte Zahl derselben. In ihrer Gestalt erinnern ihre geräumigen Fruchtknoten mit von oben herabhängenden Samenanlagen an den Spiräa-typus; besonders ist eine gewisse Ähnlichkeit mit *Aruncus* nicht zu verläugnen, ein Rosoideenmerkmal ist dagegen die Ausbildung einsamer Schliessfrüchte. Durch ihren krautartigen Wuchs und ihre zusammengesetzten Blätter unterscheidet sich *Ulmaria* von den Spiräoideen, die meistens ganzblättrige Sträucher sind. *Eriogynia* und *Aruncus* haben aber zusammengesetzte Blätter, und die letztere Pflanze wenigstens ist entschieden krautartig. Zusammengesetzte Blätter haben auch die Sorbarieae. Wie ich oben (S. 10) hervorgehoben habe, scheint es mir ungewiss, ob die Karpelle der isomeren *Ulmaria*-Blüten epipetal sind, wie MAXIMOVICZ angibt.

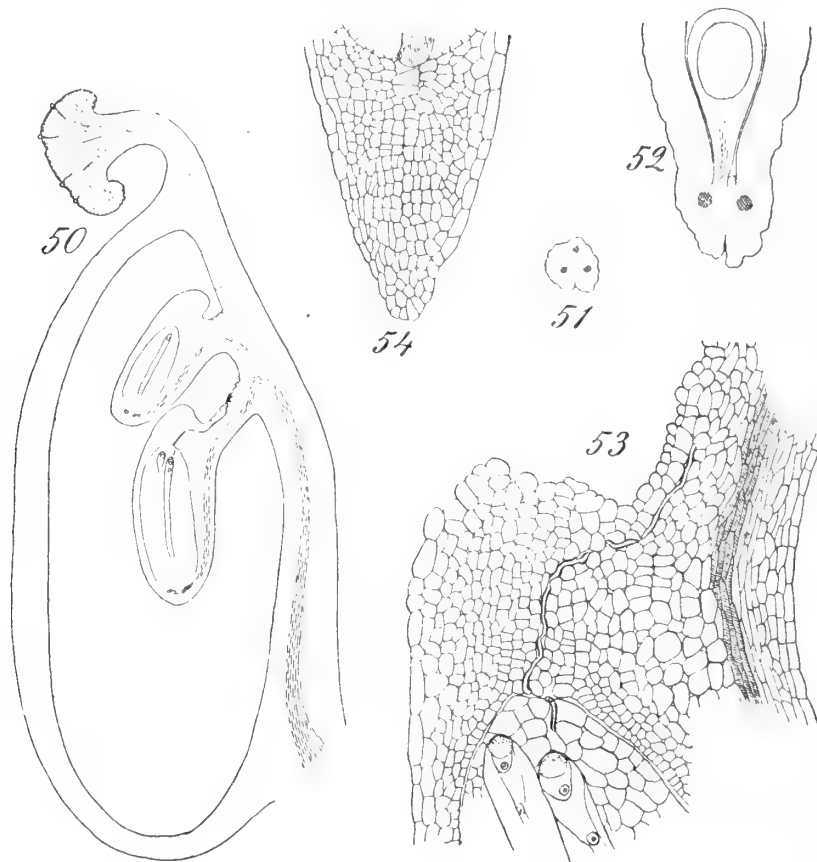
Ulmaria filipendula (L.) HILL (Fig. 50—54). Der Fruchtknoten ist sehr geräumig (Fig. 50) und wird erst spät vom reifen Samen ausgefüllt. Die zwei Samenanlagen entspringen den Fruchtblatträndern ursprünglich in gleicher Höhe, die eine wird aber nach oben, die andere nach unten verschoben, was schon durch die verschiedene Richtung ihrer Gefässbündel zum Ausdruck kommt. Die Samenanlage hat einen Funiculus, der an der Oberseite mit einer kammförmigen, unebenen Erhebung versehen ist. Er hat aber nicht die Gestalt einer Warze, wie bei *Spiraea*, noch ist er kragenförmig verbreitert, wie bei *Rubus* und *Rosa*. Der ziemlich grosse Nucellus enthält oft mehr als einen Embryosack. Das Vorderende der Embryosäcke liegt gleich hinter der Nucellusspitze.

Das Integument (wenn PÉCHOUTRE, l. c., p. 94, von zwei Integumenten spricht, so ist dies nur theoretisch gemeint) verwächst an der Spitze zu einem geschlossenen Gewebekörper, in welchem keine Spur einer Mikropyle zu finden ist (Fig. 53). Der Verschluss ist dadurch zu stande gekommen, dass die Ränder des Integuments von rechts und links in die Dicke gewachsen sind, bis sie einander in der Medianlinie begegnet sind (Fig. 54). Eine Mikropyle, wie sie PÉCHOUTRE (1902, Fig. 91) abbildet, ist also nicht vorhanden.

Der kurze Griffel hat den gewöhnlichen Bau, hat also eine ventrale Rinne, einen centralen Strang leitenden Gewebes und drei Gefässbündel (Fig. 51). Das leitende Gewebe setzt sich im oberen Teil des Fruchtknotens an der Ventralseite längs der Bauchnaht fort. Es ist sowohl hier, als im Griffel an Querschnitten undeutlich begrenzt, weil die umgebenden Gewebe auch verdickte Wände haben. An Längsschnitten tritt es besser hervor, weil seine Zellen reich an Plasma und Stärke sind. Neben dem oberen Funiculus verläuft eine leistenförmige Erhebung (Fig. 52), welche in den unteren Funiculus übergeht

und wohl als eine Fortsetzung desselben nach oben aufzufassen ist. Diese Leiste dient dem Pollenschlauch als leitender Gewebestrang, auf dem Wege zur unteren Samenanlage.

Beide Samenanlagen sind gleich entwickelt und befruchtungsfähig. Nur die eine scheint befruchtet zu werden, es kann aber eben sowohl die obere, als die untere sein. Der Pollenschlauch gelangt an die kammartige Oberseite des Funiculus, dringt aber bald in dessen Gewebe ein und setzt dann sein Wachstum im Gewebe des Inte-



Ulmaria filipendula. Fig. 50. Längsschnitt des Fruchtknotens, Pollenschlauch in der unteren Samenanlage. 33:1. — Fig. 51. Querschnitt des Griffels. 40:1. — Fig. 52. Querschnitt vom Fruchtknoten, durch den oberen Funiculus geführt; neben ihm die Leiste, welche zum unteren Funiculus fortsetzt. 80:1. — Fig. 53. Medianer Längsschnitt durch den oberen Teil einer Samenanlage, ein Pollenschlauch geht durch Funiculus und Integument. 175:1. — Fig. 54. Schnitt durch eine Samenanlage oberhalb des Funiculus und demselben parallel; in der Mitte die Verwachsungslinie der Integumentränder. 175:1.

guments fort, um nach der Nucellusspitze vorzudringen (Fig. 53). Er verläuft ziemlich in der Mitte des Integumentgewebes, jedoch nicht ausschliesslich in der Linie, welche der ursprünglichen Mikropyle entspricht. Sein Verlauf ist jedenfalls endotrop, ein offener Kanal ist ja nicht vorhanden, besonders nicht im Funiculus.

Ulmaria palustris MOENCH hat denselben Bau und zeigt denselben Verlauf des Pollenschlauchs wie *U. filipendula*.

Durch die ausgeprägte Aporogamie stimmt *Ulmaria* mit den Rosoideen überein. Auch das Auftreten überzähliger Embryosäcke ist ein Rosoideenmerkmal. Weil aber *Ulmaria* zu keiner Rosoideen-Gattung nähere Beziehungen aufweist, so lasse ich es dahingestellt sein, ob jene Übereinstimmungen auf Analogie oder auf Verwandtschaft zurückzuführen sind.

Rosoideae.

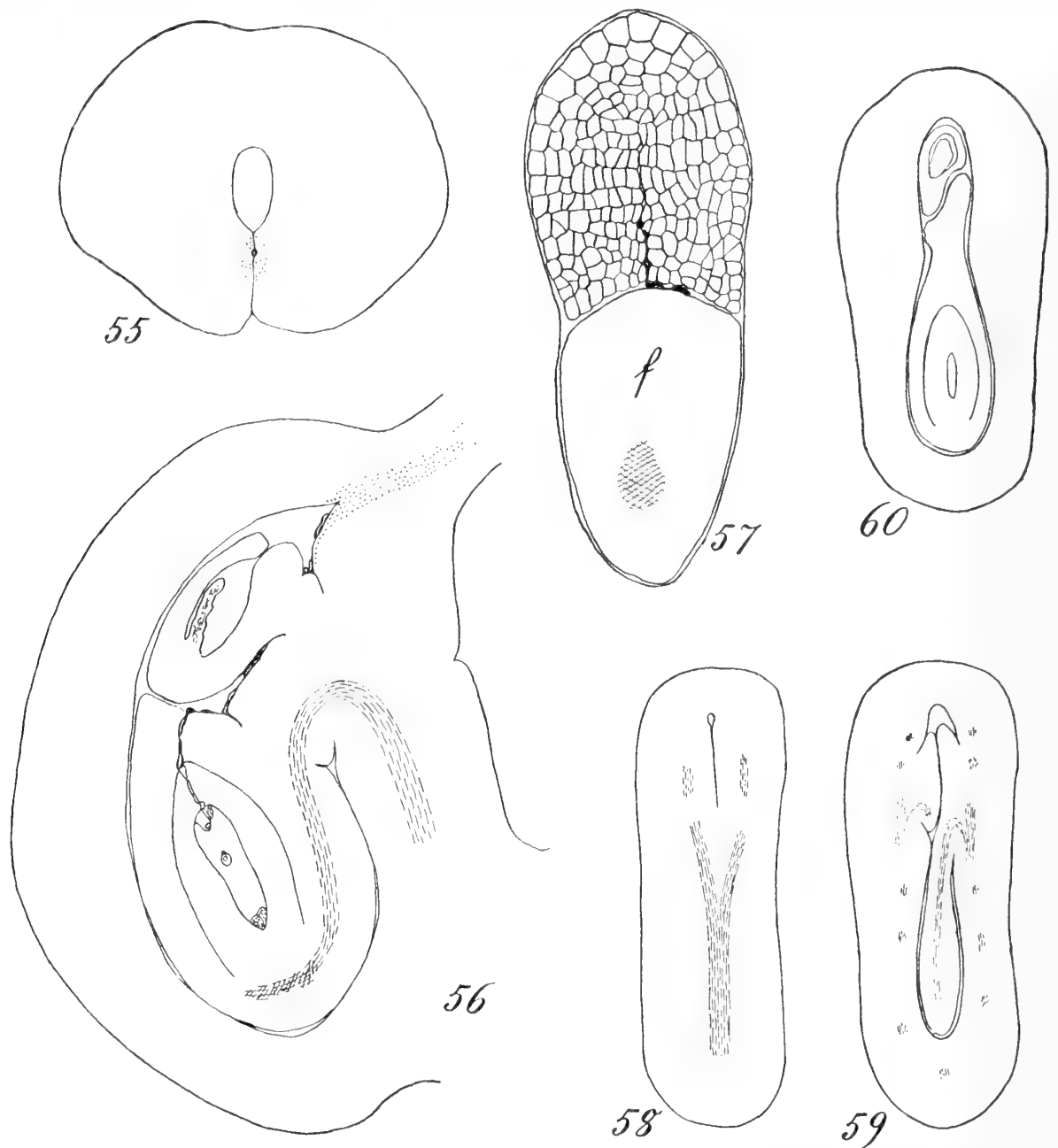
Das wichtigste Merkmal der Rosoideen bilden die zahlreichen an einem konvexen Blütenboden sitzenden und nicht, wie bei *Ulmaria*, einen Quirl bildenden Karpelle. Dieses polymere Gynäceum ist, wie oben auseinandergesetzt wurde (S. 8), ohne Zweifel aus einem isomeren Typus entwickelt. Das polymere Gynäceum kann aber wiederum eine Reduktion erleiden, wodurch oligomere Typen entstehen, wie *Alchemilla* aus dem *Potentilla*-Typus, die Sanguisorbeen aus dem *Rosa*-Typus. Als Ausgangspunkt der Reihe nehme ich *Rubus* an, weil bei dieser Gattung noch zwei Samenanlagen auftreten.

Rubus (Fig. 55—60). Ich untersuchte *R. caesius* L., *idæus* L. und *chamæmorus* L., die in allen wesentlichen Punkten mit einander übereinstimmen. Der Fruchtknoten ist ein wenig gekrümmt, indem die dorsale Seite stark gewölbt, die ventrale deutlich kürzer und dabei mehr oder weniger konkav ist. Die Insertionsfläche ist an der Ventralseite etwas nach oben gerückt, so dass das untere Ende des Fruchtknotens etwas nach unten vorspringt (Fig. 56). Die Insertion des Griffels ist ein bisschen auf die Ventralseite hinabgerückt. Durch diese Verkürzung der Ventralseite zeigt *Rubus* schon eine Annäherung an den *Potentilla*-Typus.

Im Griffel ist die ventrale Rinne sichtbar. Im Fruchtknoten verläuft die Bauchnaht bis zu dem Niveau, an welchem die Samenanlagen entspringen (Fig. 56, 58). Die beiden Samenanlagen sind im oberen Winkel des Fruchtknotens in fast gleicher Höhe, links und rechts von der Bauchnaht inseriert (Fig. 59). Die eine ist aber nach oben gerichtet und lagert auf der Spitze der anderen. In der Regel ist nur die untere fertil, die obere wird bald in ihrer Entwicklung gehemmt. In einem Fruchtknoten von *R. chamæmorus* fand ich jedoch beide Samenanlagen gleich kräftig entwickelt, die obere sogar befruchtet. Ein Fruchtknoten von *R. caesius* enthielt drei über einander gelagerte Samenanlagen, die oberste ziemlich rudimentär.

Die Samenanlage hat einen kurzen, nach oben verbreiterten Funiculus, der durch eine Einschnürung von ihr abgegrenzt ist (Fig. 56), ein Verhalten, das einigermaßen an *Spiræa* und *Sorbaria* erinnert. Das Integument ist zur Zeit der Befruchtung am oberen Ende stark verdickt, so dass es oben eine fast ebene Fläche bildet (Fig. 56). Die beiden Ränder des Integuments, links und rechts von der Medianebene, haben durch lebhaftes Zellteilungen eine radiale Verdickung erlitten, und die Mikropyle ist zu einer in jener Ebene verlaufenden Spalte, oder vielmehr einer Grenzlinie, geworden (Fig. 57). Die Mikropyle ist also bei *Rubus* obliteriert, wenn auch nicht in so extremem Grade wie bei den *Potentillen*.

Mitten im Griffel verläuft ein Strang von leitendem Gewebe, das an die Bauchnaht grenzt. Er setzt sich im oberen Teil des Fruchtknotens fort, hier wird er aber von der



Rubus chamamorus. Fig. 55. Querschnitt durch den obersten Teil des Fruchtknotens, Pollenschlauch im leitenden Gewebe. 75:1. — Fig. 56. Medianer Längsschnitt durch einen Fruchtknoten, der Verlauf eines Pollenschlauches ist sichtbar. 75:1. — Fig. 57. Querschnitt durch den Funiculus (f) und die Spitze des Integuments, ein Pollenschlauch ist in die Mikropylarspalte eingedrungen. 190:1. — *Rubus idaeus*. Fig. 58—60. Längsschnitte, winkelrecht zur Medianebene, durch die ventrale Partie des Fruchtknotens. Fig. 58 geht durch die Bauchnaht, Fig. 59 durch den Grund der Funiculi, Fig. 60 durch die Samenanlagen. 37:1.

Bauchnaht in zwei Hälften getrennt (Fig. 55). Die Pollenschläuche verlaufen hier in seiner Mitte, also in der Bauchnaht. In der Fruchtknotenhöhle gelangt, wächst der

Schlauch nach unten dem Funiculus der oberen Samenanlage entlang, dann längs der oberen Fläche des Funiculus der unteren Samenanlage und der oberen Fläche ihres Integuments. An der Mitte dieser Fläche kehrt er nach unten und wächst der Nucellusspitze entgegen. Er folgt hierbei ungefähr der Linie, welche der gewöhnlichen Lage der Mikropyle entspricht (Fig. 56, 57).

Der Gattung *Rubus* schliessen sich die Potentillen an. Das charakteristische dieses Typus ist der gynobasische Griffel, die ventrale Seite des Fruchtknotens ist nämlich im höchsten Grade verkürzt, so dass die Insertionsfläche des Fruchtknotens und die Griffelbasis fast zusammenstossen. Eine Folge hiervon ist, dass die Samenanlage sehr tief im Grunde des Fruchtknotens befestigt ist, aber auch an der Samenanlage selbst ist dabei die Insertionsfläche nach unten gerückt, so dass sie hemianatrop geworden ist.

Sibbaldia procumbens L. ist von ALBANESE (1904) untersucht worden. Er zeigte, dass die Verhältnisse hier ungefähr dieselben sind, wie bei der von MURBECK studierten *Alchemilla arvensis*, indem die Mikropyle verloren gegangen ist, und die Pollenschläuche durch das Integument gegen die Spitze der Samenanlage wachsen. Er fand oft mehrere entwickelte Embryosäcke in der Samenanlage.

Comarum palustre L. (Fig. 61). Wie die Abbildung zeigt, ist der Bau des Gynäceums und der Samenanlage fast ganz wie bei *Sibbaldia*. Sobald der Pollenschlauch in die Fruchtknotenöhle eingedrungen ist, wächst er jedoch bei *Comarum* an der ventralen Fläche der Samenanlage nach oben und dringt erst etwas höher hinauf in das Gewebe des Integuments hinein. Überzählige Embryosäcke kommen zuweilen vor.

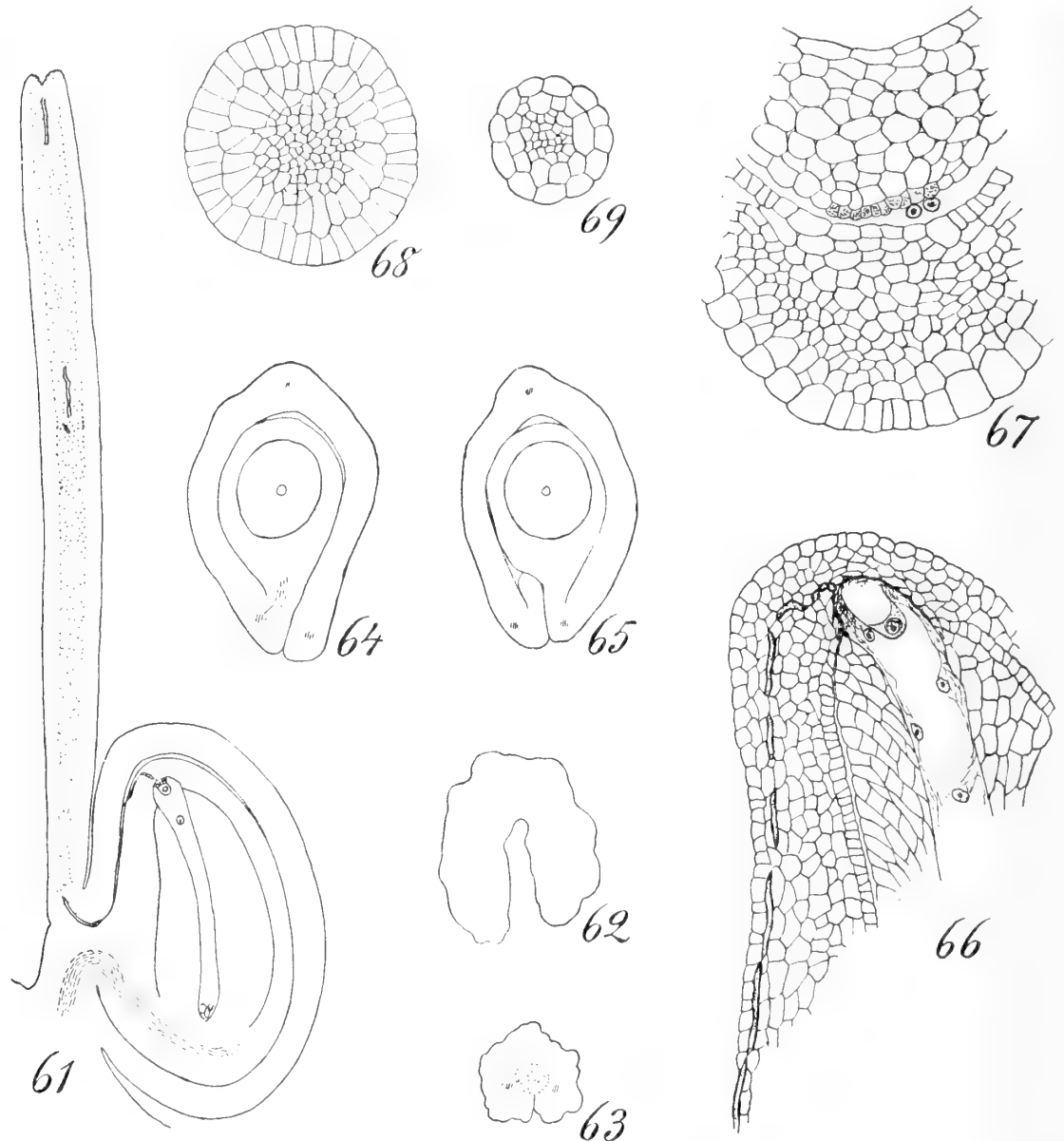
Fragaria (Fig. 62—67). Untersucht wurden gewöhnliche Garten-, oder sogen. Ananas-Erdbeeren, also eine hybride, jedoch vollkommen fertile Rasse.

In der Regel ist nur eine Samenanlage vorhanden, und diese bekommt ihr Gefässbündel von dem einen der beiden ventralen Bündel des Fruchtknotens (Fig. 64). Einmal sah ich ein Rudiment einer zweiten, dem anderen Fruchtblattrande entspringenden, Samenanlage (Fig. 65), in einem Fruchtknoten fand ich sogar zwei gleich kräftig entwickelte Samenanlagen.

Die Gefässbündel der Fruchtwand sind hier schwächer ausgebildet, als bei anderen Abteilungen der Familie. Der dorsale Strang ist schwierig zu entdecken, er scheint in der Scheitelregion zu enden, denn an der vorderen, dem Griffel zugekehrten Seite ist kein Gefässbündel zu finden (Fig. 67). Demgemäss enthält der Griffel nur zwei kleine laterale Bündel, aber keines an der Dorsalseite (Fig. 63). Am Griffel ist die Bauchnaht deutlich zu sehen (Fig. 63), am oberen Ende erweitert sie sich zu einer Rinne, welche die kleine Narbe durchsetzt (Fig. 62).

Die Samenanlage hat ganz denselben Bau, wie bei *Comarum*. Der Embryosack dringt mit seinem oberen Ende aus dem Nucellusgewebe mehr oder weniger hervor (Fig. 66). Das Integument bildet am Scheitel ein ganz geschlossenes und gleichmässiges Gewebe, auch an Querschnitten konnte ich keine Spuren der Mikropyle entdecken. Das leitende Gewebe setzt noch im Fruchtknoten fort, nämlich als ein schmaler Streifen

kleiner und plasmareicher Epidermiszellen an der ventralen Seite des Integuments, jedoch nur am basalen Teil (Fig. 67). Der Pollenschlauch wächst zuerst an dieser Fläche, dringt aber bald in das Gewebe des Integuments hinein (Fig. 66).



Comarum palustre. Fig. 61. Längsschnitt eines Fruchtknotens mit Pollenschläuchen. 75:1. — *Fragaria*. Fig. 62 und 63. Querschnitte durch Narbe und Griffel. 95:1. — Fig. 64 und 65. Querschnitte durch den basalen Teil eines normalen und eines mit Rudiment einer zweiten Samenanlage versehenen Fruchtknotens. 60:1. — Fig. 66. Medianer Längsschnitt durch den oberen Teil einer Samenanlage, den Verlauf des Pollenschlauches zeigend. 190:1. — Fig. 67. Querschnitt an den Mitte einer Samenanlage, leitendes Gewebe am Integument mit 2 Pollenschläuchen. 260:1. — *Alchemilla arvensis*. Fig. 68 und 69. Querschnitte durch die Narbe und den Griffel. 260:1.

Alchemilla arvensis (Fig. 68, 69) ist von MURBECK (1901) untersucht worden, welcher bei dieser Art den ersten Fall von endotropem Verlauf des Pollenschlauches unter den Rosaceen konstatierte.

Diese Gattung wird sonst zu den Sanguisorbeæ gestellt. In meiner vorläufigen Mitteilung (1914, p. 465) hob ich hervor, dass dasjenige Merkmal, welches die Sanguisorbeæ charakterisiert, nämlich der Umstand, dass die an der Zahl sehr reduzierten Karpelle in einem hohlen Blütenboden eingeschlossen sind, im allgemeinen von dem Rosa-Typus hergeleitet wird, dass es aber ebenso gut aus dem Potentilla-Typus entstanden sein kann. Wenn bei diesem die Zahl der Karpelle reduziert wird, so muss der konvexe Teil des Blütenbodens schwinden, und sein ausgebreiteter Teil urnenförmig zusammengezogen werden. Die Sanguisorbeæ haben einen terminalen Griffel, die Potentillinae dagegen einen gynobasischen, und weil *Alchemilla* auch dieses Merkmal zeigt, muss diese Gattung zu den Potentillinae gestellt werden. MURBECK (1915, p. 14) hat dieselbe Auffassung ausführlicher begründet.

Alchemilla zeigt, wie aus MURBECK's Arbeit (1901) hervorgeht, im ganzen Bau des Gynäceums eine auffallende Übereinstimmung mit den übrigen Potentillien. Der Fruchtknoten ist jedoch nicht mehr, wie bei jenen, seitlich inseriert, sondern sein kurzer Stiel ist dem basalen Ende angeheftet. Die Insertionsfläche der Samenanlage ist dadurch noch mehr nach unten gerückt worden, so dass sie fast atrop geworden ist. Am Griffel und an der kugelrunden Narbe ist keine Spur einer Rinne oder Bauchnaht zu sehen, auch die Gefässbündel sind im Griffel gänzlich unterdrückt (Fig. 68, 69). Die schon bei *Fragaria* bemerkbare Reduktion derselben ist also hier extrem geworden.

Die Potentillien bilden wahrscheinlich einen Typus, der durch Reduktionen im Fruchtknoten aus dem *Rubus*-Typus hervorgegangen ist. Die zweite Samenanlage ist unterdrückt, der Funiculus ist geschwunden, und die Obliteration der Mikropyle ist vollständig geworden. Auch das Gefässbündelsystem ist reduziert, besonders bei *Alchemilla*, welche den Endpunkt dieser Entwicklungsreihe einnehmen dürfte.

Rosa (Fig. 70—72). Das Material stammt von einer wildwachsenden Rosa-Form, leider versäumte ich, sie bestimmen zu lassen.

MATSSON (1912, p. 600) hat durch gelungene Bastardierungen erwiesen, dass Befruchtung bei gewissen Rosa-Formen stattfinden kann. Durch andere Versuche konnte er feststellen, dass auch Samenbildung ohne vorhergehende Befruchtung vorkommt.

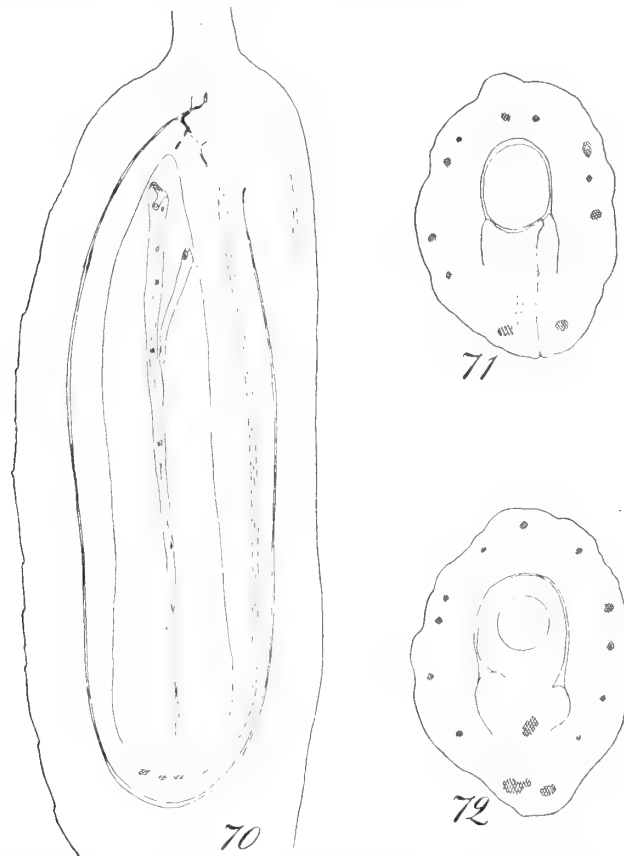
Um von den Fruchtknoten Mikrotomschnitte machen zu können, ist es notwendig, sie vor dem Fixieren von den sie bedeckenden Haaren vollständig zu reinigen. Da dies ziemlich zeitraubend ist, verfügte ich nur über ein spärliches Material, und nur in einem Präparate konnte ich den Pollenschlauch finden.

Der Griffel hat, wie gewöhnlich, 3 Gefässbündel und einen zentralen Strang leitenden Gewebes. Die Bauchnaht tritt wenig hervor, sie hört im oberen Teil des Fruchtknotens, am Niveau des Funiculus, auf.

Die Samenanlage ist am obersten Ende des Fruchtknotens mittels eines sehr kurzen Funiculus befestigt (Fig. 70). Der Funiculus ist kragenförmig verbreitert und durch eine Einschnürung gegen die Samenanlage abgesetzt (Fig. 72), ungefähr wie bei *Rubus*. Seine Oberfläche hat zum grossen Teil ein drüsiges Aussehen. Neben und oberhalb dieses Funiculus liegt ein anderer Körper von demselben Aussehen, der offenbar der Funiculus einer abortierten Samenanlage ist (Fig. 70). Eine rudimentäre zweite Samenanlage soll

nach BAILLON (l. c., p. 348) zuweilen vorhanden sein. Die beiden Funiculi liegen gegen einander gepresst, so dass die Grenzlinie schwierig zu sehen ist. Auf einem bestimmten Niveau sieht man jedoch zwischen ihnen die Bauchnaht und das sie begleitende leitende Gewebe (Fig. 71).

In der langgestreckten Samenanlage liegen die Embryosäcke, denn es sind oft mehr als einer vorhanden, mit ihren Spitzen mehr oder weniger von der Nucellusspitze entfernt (Fig. 70). Zur Zeit der Befruchtung sind die Ränder des Integuments vollkommen



Rosa. Fig. 70. Medianer Längsschnitt des Fruchtknotens, ein Pollenschlauch sichtbar. — Fig. 71 und 72. Querschnitte des Fruchtknotens, durch den oberen und unteren Teil des Funiculus geführt. 40: 1.

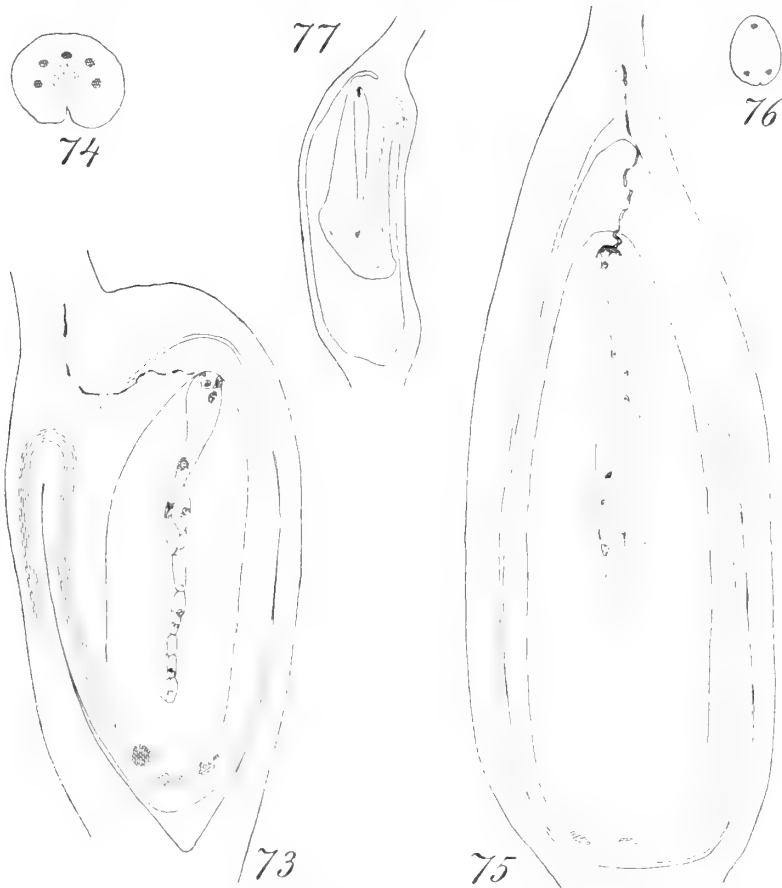
verwachsen, so dass ich keine Spur der Mikropyle entdecken konnte, weder an Längs- noch an Querschnitten. Die beiden Funiculi bilden mit ihren unteren Seiten eine schiefe Fläche, gegen welche das obere Ende des Integuments angedrückt liegt.

Der leitende Gewebestrang des Griffels breitet sich im oberen Teil des Fruchtknotens zu einem Streifen aus, durch welchen die Bauchnaht verläuft. Aus diesem gelangt der Pollenschlauch auf die Oberfläche des von den beiden Funiculi gebildeten, drüsigen Körpers, welcher also die Rolle eines Obturators spielt, und wächst dann durch das mikropylare Integumentgewebe der Nucellusspitze entgegen (Fig. 70).

Rosa dürfte mit *Rubus* verwandt sein. Zwar ist bei *Rosa* der ganze Blütenboden konkav und fleischig, in jüngeren Entwicklungsstadien dürfte aber seine Form mehr an

den *Rubus*-Typus erinnern. PAYER (1857, p. 503) sagt nämlich von den Karpellen bei *Rosa*: »qui sont insérés sur un tubercule produit par un renflement du fond de cette coupe réceptaculaire, les plus jeunes étant au sommet et les plus âgés à la base». In der Ausbildung des Funiculus stimmt *Rosa* mit *Rubus* überein.

Wie die Potentilleen aus dem *Rubus*-Typus, so dürften die Sanguisorbeen aus dem *Rosa*-Typus hervorgegangen sein. FOCKE (l. c., p. 11) will sie dagegen von den Potentilleen ableiten. Dass diese Abteilungen einigermassen verwandt sind, ist nicht zu



Agrimonia eupatoria. Fig. 73. Medianer Längsschnitt des Fruchtknotens, den Weg eines Pollenschlauches zeigend. — Fig. 74. Querschnitt des Griffels. 60: 1. — *Poterium muricatum*. Fig. 75. Medianer Längsschnitt eines Fruchtknotens mit Pollenschlauch. — Fig. 76. Querschnitt des Griffels. 60: 1. — *Spenceria ramalana*. Fig. 77. Längsschnitt des Fruchtknotens. 25: 1.

bestreiten. Die Potentilleen zeigen aber durch den gynobasischen Griffel und die damit verknüpfte unvollständige Anotropie der Samenanlage einen in einer besonderen Richtung so stark veränderten Typus, dass sie unmöglich als Ausgangspunkt für die in jenen Beziehungen normalen Sanguisorbeen angenommen werden dürfen. Weit besser können diese von *Rosa* abgeleitet werden, durch Reduktion der Zahl der Karpelle und Vertrocknen des Blütenbodens. Eine Neigung zur Ausbildung einer fleischigen Fruchthülle ist übrigens auch bei den Sanguisorbeen vorhanden, besonders deutlich bei *Margyricarpus* und *Poterium spinosum*, weniger ausgeprägt bei *Bencomia* und *Cliffortia*.

Agrimonia eupatoria L. (Fig. 73 und 74). Der Griffel ist nicht terminal, sondern ein wenig auf die ventrale Seite verschoben. Er hat im unteren Teil die gewöhnlichen 3 Gefässbündel, oben spalten sich die beiden lateralen, so dass deren 5 auftreten (Fig. 74). Die Bauchnaht kann im Fruchtknoten nur bis zu dem Niveau, wo die Samenanlage ausgeht, verfolgt werden.

Nur eine Samenanlage ist vorhanden. In einem Fruchtknoten fand ich jedoch zwei Samenanlagen, beide gleich kräftig entwickelt und in gleicher Höhe befestigt, die eine lag aber oberhalb der anderen. Die Samenanlage hat keinen Funiculus, die Befestigungsstelle liegt am oberen Ende des Fruchtknotens (Fig. 73). Sie empfängt, wie gewöhnlich, ihr Gefässbündel von dem einen der beiden ventralen Bündel. Das Integument ist, wie bei den Potentilleen, mit seinen Rändern völlig verwachsen, auch am Querschnitt ist von einer Mikropyle oder einer Verwachsungslinie keine Spur zu sehen.

Der leitende Gewebecylinder des Griffels endigt in der oberen Ecke des Fruchtknotens. Dieses Gewebe scheint sich jedoch an der Oberseite der Samenanlage eine kurze Strecke fortzusetzen, da die Zellen hier denselben Inhalt führen (Fig. 73). Der Pollenschlauch dringt, nachdem er den Griffel verlassen hat, sofort in diese Gewebepartie der Samenanlage ein und wächst dann in horizontaler Richtung der Spitze des Embryosackes entgegen. Die Analogie zwischen *Agrimonia* und *Fragaria* ist in bezug auf diese Verhältnisse auffallend.

Poterium muricatum SPACH (Fig. 75 und 76). Der Griffel ist hier apikal. Er hat 3 Gefässbündel. Die Verwachsung der Fruchtblattränder ist so vollkommen, dass keine Spur der Bauchnaht zu entdecken ist, weder im Griffel (Fig. 76) noch im Fruchtknoten.

Nur eine Samenanlage ist vorhanden. Ihre Insertionsfläche ist langgestreckt, sie beginnt fast am oberen Ende des Fruchtknotens und reicht ungefähr bis zu seiner Mitte hinab (Fig. 75). Ihr Gefässbündel, das dem einen der beiden ventralen Bündel entspringt, tritt an einem tieferen Niveau, als bei *Agrimonia*, in sie hinein. Die Integumentränder sind verwachsen, so dass keine Mikropyle vorhanden ist. Nur gleich oberhalb der Nucleusspitze fand ich zuweilen ihre Spur in einer median verlaufenden Spalte.

Das leitende Gewebe des Griffels setzt sich an der ventralen Seite des Fruchtknotens bis zur Samenanlage fort. Der Pollenschlauch wächst an der Oberfläche dieser Gewebepartie zur Spitze des Integuments, welches er in vertikaler Richtung durchsetzt (Fig. 75).

Margyricarpus setosus R. et P. var. **digynus** BITTER. Ich untersuchte zwei in Alkohol konservierte Blüten, die ich von D:r C. SKOTTSBERG bekommen hatte. In einem der Fruchtknoten waren 2 nebeneinander liegende Samenanlagen vorhanden. Auch hier sind die Ränder des Integuments verwachsen. Der Pollenschlauch scheint von der Ventralseite das Integument in horizontaler Richtung zu durchqueren.

Spenceria ramalana TRIM. (Fig. 77). Die untersuchten Fruchtknoten stammten von einem Herbarexemplar und waren mir von Professor MURBECK überlassen worden.

Die Präparate, die ich von diesem Materiale verfertigte, waren ziemlich schlecht, so dass ich nur die gröberen anatomischen Verhältnisse daran studieren konnte.

Nach FOCKE ist *Spenceria* mit einer die Griffel locker umschliessenden Discusröhre versehen und erinnere dadurch an *Coleogyne*. Dieser Vergleich scheint mir wenig treffend, die Röhre ist nämlich nur wenig verlängert, ungefähr wie bei *Hugenia* (nach BAILLON, l. c., Fig. 390), und ausserdem nicht, wie bei *Coleogyne*, mit dem Andröcium verwachsen.

Der Fruchtknoten trägt einen ziemlich terminal sitzenden Griffel und enthält eine einzige Samenanlage, welche, wie bei *Agrimonia*, ungestielt und hoch oben inseriert ist (Fig. 77). Die Integumentränder scheinen, wie bei den übrigen Sanguisorbeen, verwachsen zu sein. Am Chalazaende ist die Samenanlage sehr breit und stumpf und enthält hier ein kräftiges Gefässbündel.

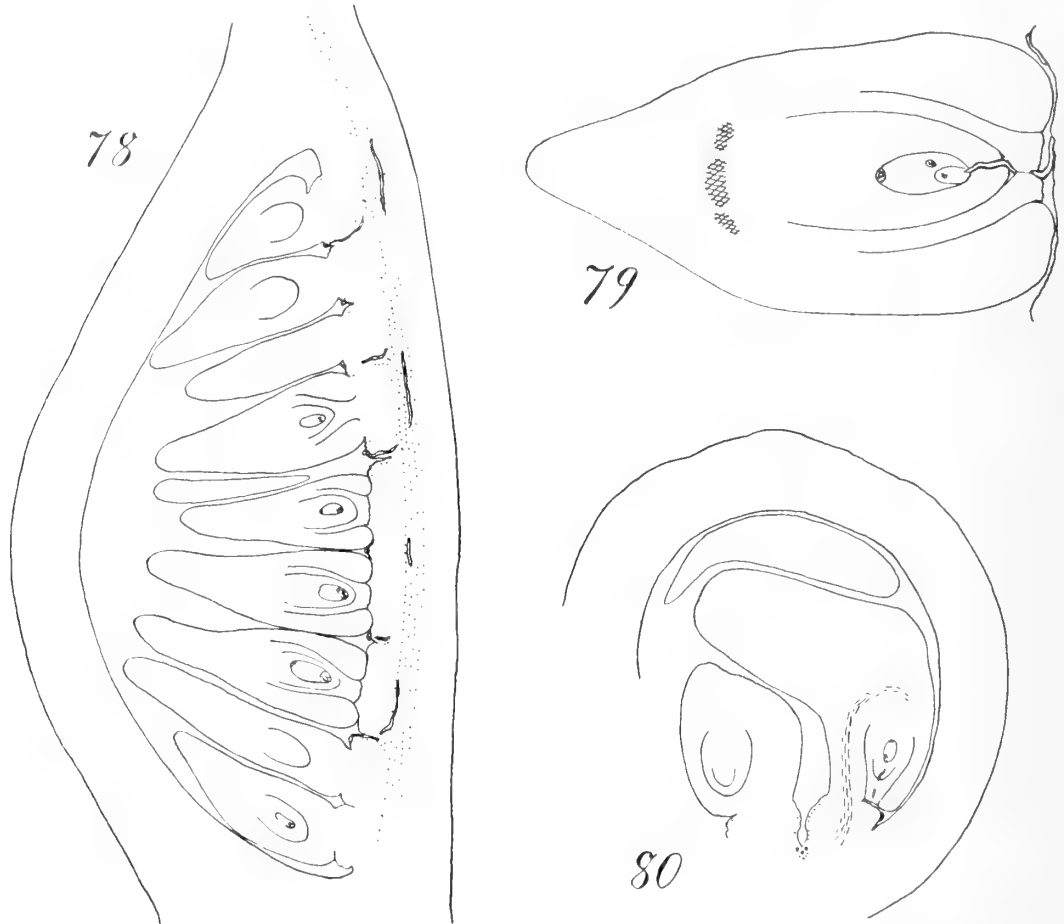
Quillajeae.

Mit dieser Tribus beginne ich diejenige Reihe der Rosaceen, welche aufrecht-apotrope Samenanlagen haben. Die Quillajeen haben geflügelte Samen in Balgkapseln, die nur am Grunde ein bisschen verwachsen sind, und bilden eine natürliche Gruppe, deren Heimat Amerika ist. *Quillaja* und *Kageneckia* haben zahlreiche horizontal liegende Samenanlagen und bilden also einen sehr primitiven Typus, den Neillieen analog. Bei *Vauquelinia* sind die Samenanlagen auf zwei reduziert und aufrecht. Aus dem *Quillaja-Kageneckia*-Typus können aber mehrere andere Typen hergeleitet werden, nämlich nicht nur alle übrigen Reihen mit aufrechten Samenanlagen, sondern auch einige mit hängenden, wie die Sorbarieen und Exochordeen. Die letztere Gruppe ist mit den Quillajeen sehr nahe verwandt und wird allgemein mit ihnen vereinigt. Von den Neillieen und Spiräeen unterscheiden sich die Quillajeen durch die episepale Stellung der Karpelle.

Kageneckia lanceolata R. et P. (Fig. 78—80). Das untersuchte Material bestand aus einem aus einer Blüte an einem Herbarexemplar losgelösten Karpell, das von seinem dichten Haarfilz befreit und dann mit Ammoniak aufgeweicht wurde. Die davon verfertigten Präparate sind vortrefflich, jede Schrumpfung ist völlig zurückgegangen, und die Pollenschläuche sind sehr gut erhalten. Ich machte zuerst Längsschnitte davon, die leider nicht der Medianebene ganz parallel waren; die Abbildung eines solchen (Fig. 78) ist daher einigermassen konstruiert. Von dem übrigen Teile des Blockes machte ich dann Querschnitte, weil aber diese nur die eine Hälfte des Fruchtknotens umfassten, fand ich es nötig an der Abbildung (Fig. 80) die linke Hälfte aus freier Hand zu komplettieren, um das Bild begreiflich zu machen.

Kageneckia hat fünf freie Fruchtblätter, die zur Zeit der Befruchtung noch nichts von der eigentümlichen Form verraten, die sie später annehmen werden. Die Bauchnaht erstreckt sich bis zum Grunde des Fruchtblatts. Die Placenta nimmt die ganze Länge des Fruchtblatts ein und trägt zwei Reihen von annähernd horizontal liegenden Samen-

anlagen. Sie sind pleurotrop, indem die beiden Reihen ihre Rapheseiten einander zukehren. Nur die beiden untersten Samenanlagen scheinen zu einer apotropen Stellung zu neigen. Am Chalazaende hat jede Samenanlage einen grossen flachen Flügelfortsatz, der zwischen die beiden benachbarten Samenanlagen der opponierten Seite eindringt (Fig. 80). Die beiden Integumente sind kräftig und deutlich getrennt, nur das innere bildet die enge Mikropyle, indem es mit seiner Spitze durch das äussere hervor- dringt und mit ihm zusammen eine breite Fläche darstellt, welche gegen die Placenta angedrückt liegt (Fig. 79).



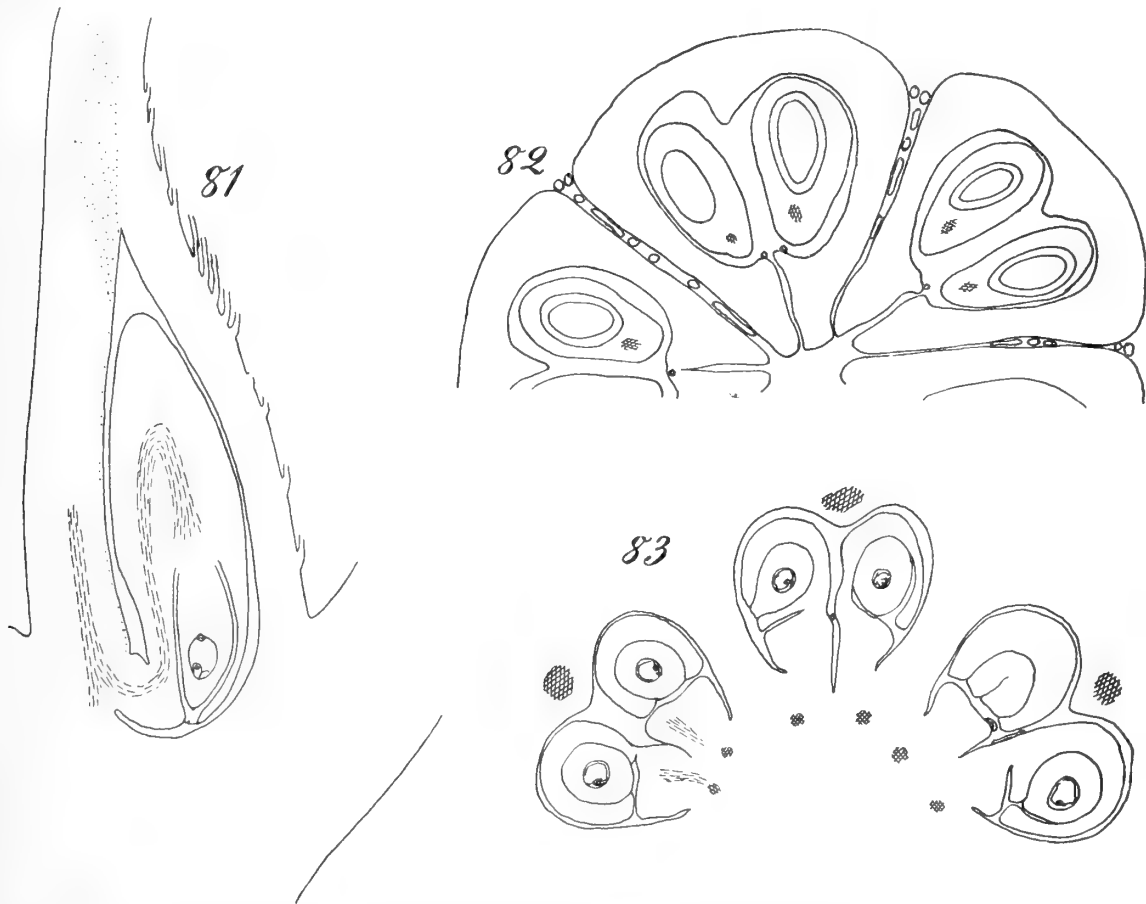
Kageneckia lanceolata. Fig. 78. Längsschnitt des Fruchtknotens mit Pollenschläuchen im leitenden Gewebestrang und an den Funiculi. 40: 1. — Fig. 79. Samenanlage aus derselben Schnittserie. 125: 1. — Fig. 80. Querschnitt des Fruchtknotens. 40: 1.

Das Gebilde, das ich hier als Placenta bezeichnet habe, besteht aus zwei parallel verlaufenden Längswülsten, die am Querschnitte deutlich getrennt sind (Fig. 80). Aber auch am Längsschnitt erscheint sie bei näherer Betrachtung als eine Reihe von flachen Erhebungen, welche dicht aneinander stehen und hie und da etwas zusammenfliessen können. Dass diese Erhebungen die Funiculi sind, geht deutlich daraus hervor, dass an jeder eine Samenanlage sitzt.

Ein leitender Gewebestrang durchzieht den Griffel und begegnet am oberen Ende des Fruchtknotens der engen Rinne, welche zwischen den beiden Längsreihen der Funi-

culi verläuft. Die Pollenschläuche folgen dieser Rinne, teils an ihrer Oberfläche, teils auch endotrop, in dem sie umgebenden Gewebe wachsend. Sie gelangen von hier aus an die Funiculi, welche als Obturatoren dienen, indem ihre leitenden Oberflächen gegen die Mikropylen angedrückt liegen.

Quillaja brasiliensis MART. Ich untersuchte eine aufgeweichte Blüte von einem Herbarexemplar. Die Mikrotomschnitte, die ich davon bekam, waren aber nicht gut,



Vauquelinia corymbosa. Fig. 81. Medianer Längsschnitt eines Fruchtknotens. — Fig. 82. Querschnitt des Gynäceums, etwa auf mittlerer Höhe, Pollenschläuche an den ventralen Erhebungen. — Fig. 83. Querschnitt durch den verwachsenen Teil des Gynäceums, Pollenschläuche an den Funiculi. 60:1.

und ich habe über diese Art nur wenig mitzuteilen. Obgleich die Fruchtknoten kürzer und gedrungener sind als bei *Kageneckia*, enthalten sie eine grössere Anzahl von Samenanlagen. Die Placenta dehnt sich nämlich auch auf den Boden der Fruchtknotenhöh- lung aus, und die Samenanlagen sind sehr flach und liegen dicht zusammengepackt. Ihre Orientierung ist, wie bei *Kageneckia*, horizontal-pleurotrop. Sie haben zwei Inte- gumente. Die Funiculi sind kurz kegelförmig, nicht so stark verbreitert, wie bei *Kage- neckia*.

Vauquelinia corymbosa CORR. (Fig. 81—83). Von aufgeweichten Blüten eines Herbarexemplars bekam ich gute Präparate.

Die Fruchtblätter sind fast gänzlich frei, nur mit ihrem untersten Teil sind sie in den Blütenboden versenkt und dabei auch mit einander verwachsen (Fig. 81). Sie sind also nicht »axi vel etiam latere connata«, wie MAXIMOVICZ angibt (1879, p. 235).

Die beiden Samenanlagen sind aufrecht und apotrop, nur der Mikropylarteil zeigt eine geringe Neigung zur Pleurotropie, wie ein Querschnitt auf diesem Niveau zeigt (Fig. 83). Das Gefässbündel der Samenanlage setzt sich nach oben bis zur Mitte des Flügels fort, macht dort eine scharfe Biegung und geht nach unten bis zur Chalaza. Die Integumente sind deutlich getrennt, das innere ist mit dem äusseren gleich lang. Der Funiculus ist etwas verdickt und gegen die Samenanlage abgesetzt. Seine untere Seite ist etwas vorgewölbt (Fig. 81).

Der Griffel enthält einen kräftigen Strang von leitendem Gewebe. Längs der ganzen Ventralseite im Fruchtknoten erstreckt sich eine geringe Erhebung (Fig. 81, 82), welche als leitende Fläche für die Pollenschläuche dient. Eine ähnliche Anordnung werden wir bei den beiden folgenden Reihen wiederfinden.

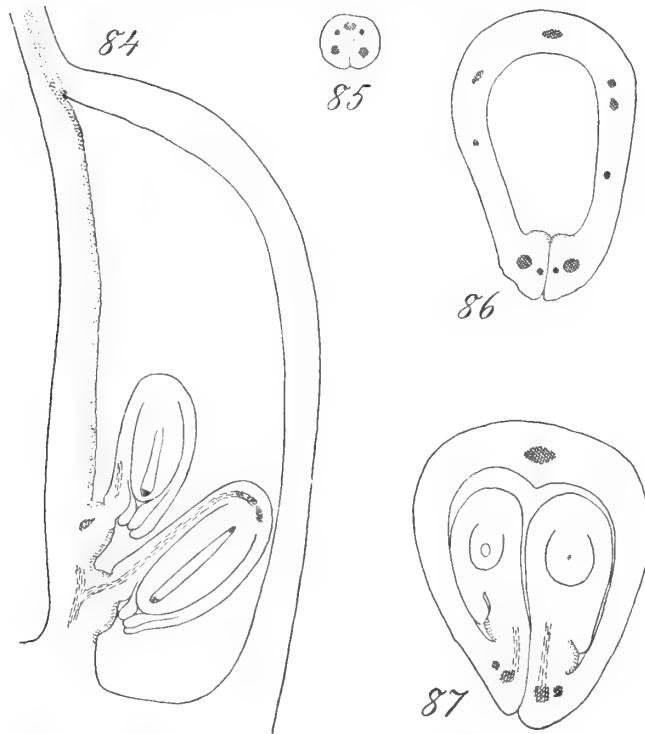
Gillenieae.

Bei MAXIMOVICZ (l. c., p. 222) umfasst diese Tribus die Gattungen *Sorbaria*, *Chamaebatiaria*, *Spiræanthus* und *Gillenia* und wird durch die epise pale Stellung der Fruchtblätter charakterisiert. Die beiden ersteren haben aber hängend-epitrope Samenanlagen und sind unter dem Namen Sorbariæ oben behandelt worden. In der Tribus Gillenieae verbleiben also nur *Gillenia* und wahrscheinlich *Spiræanthus*, die ich nicht untersuchen konnte.

Gillenia trifoliata (L.) MNCH. (Fig. 84—87). Die Bauchnaht ist sowohl im Griffel (Fig. 85), als im Fruchtknoten (Fig. 86, 87) sehr deutlich und kann bis auf den Grund des letzteren verfolgt werden. Die Samenanlagen, von denen 2—4 vorhanden sind, füllen zur Zeit der Befruchtung die geräumige Höhlung des Fruchtknotens bei weitem nicht aus. Die beiden untersten entspringen den Fruchtblatträndern in gleicher Höhe, die dritte und vierte sitzen dicht oberhalb derselben, auch in ungefähr gleicher Höhe. Die Samenanlagen sind mehr oder weniger nach oben gerichtet und ziemlich entschieden apotrop. Zwei Integumente sind vorhanden, die Spitze des inneren ist nicht vom äusseren bedeckt, sondern bildet allein die Mikropyle (Fig. 84).

Der Griffel enthält eine ventrale Rinne und einen zentralen Strang von leitendem Gewebe (Fig. 85). Im Fruchtknoten bilden die beiden Ränder des Fruchtblatts zwei neben einander verlaufende schwache Erhebungen, welche von leitendem Gewebe bekleidet sind (Fig. 84, 86), und zu den Samenanlagen hinableiten. Diese haben einen warzenförmigen, gegen die Samenanlage scharf abgesetzten Funiculus, an dessen Oberfläche das leitende Gewebe sich ausbreitet (Fig. 87). Die Pollenschläuche haben bei *Gillenia* wahrscheinlich einen zarten Bau, denn ich konnte in befruchteten Blüten nur schwache Spuren von ihnen an der Integumentspitze und in der Mikropyle entdecken.

Unter den mit aufrecht-apatropen Samenanlagen versehenen Rosaceen ist *Gillenia* die einzige Gattung, die ganz freie Balgkapseln hat. Bei *Vauquelinia* sind die Karpiden sehr wenig verwachsen, und beide diese Gattungen können vom *Kageneckia*-Typus abgeleitet werden. *Gillenia* steht diesem sogar insofern näher, als ihre Samenanlagen



Gillenia trifoliata. Fig. 84. Medianer Längsschnitt eines Fruchtknotens. 20:1. — Fig. 85—87. Querschnitte durch den Griffel, den oberen und den unteren Teil des Fruchtknotens. 40:1.

weniger reduziert an Zahl sind. In dieser Beziehung bildet *Gillenia* ein Gegenstück zu den Sorbarieen, mit welchen sie auch in der Form des Funiculus übereinstimmt. Mit *Vauquelinia* und *Pyrus* stimmt *Gillenia* in der Lage des leitenden Gewebes überein.

Pomoideae.

In Bezug auf die Orientierung der Samenanlagen ist diese Tribus den Quillajeen völlig analog. *Cydonia* hat horizontal-pleurotrope Samenanlagen, wie *Kageneckia*, und die übrigen mit aufrecht-apatropen Samenanlagen entsprechen *Vauquelinia*. Die Merkmale, welche diese beiden Reihen von einander trennen, sind die geflügelten Samen der Quillajeæ und die Verwachsung der Fruchtblätter unter einander und mit dem Blütenboden bei den Pomoideæ.

Cydonia japonica (THUNB.) PERS. (Fig. 88). In jedem Fache bilden die Samenanlagen zwei Längsreihen von etwa 12 in jeder Reihe. Sie sind horizontal gerichtet und

dabei pleurotrop, indem sie ihre Rapheseiten einander zukehren. Sie haben einen ziemlich kräftigen Funiculus, der sich nach oben etwas verbreitert, besonders an der nach aussen gekehrten Seite, so dass er hier eine gewölbte Fläche bildet, gegen welche die Mikropyle gerichtet ist. Dieser Teil des Funiculus dürfte also als Obturator dienen.

Die Fruchtblätter sind unter einander verwachsen, nur in der Mitte bleibt ein offener Kanal, der gleich unter der Griffelbasis anfängt und fast bis zum Grunde des Fruchtknotens reicht. Der Griffel enthält 5 kräftige Bündel leitenden Gewebes, im Fruchtknoten verlaufen sie dann in der Medianlinie je eines Faches, den Winkel zwischen den



Cydonia japonica. Fig. 88. Querschnitt an der Mitte eines Fruchtknotens. 30:1. — *Mespilus germanica*. Fig. 89. Radialer Längsschnitt durch ein Fruchtknotenfach. 37:1. — *Rhamphiolepis umbellata*. Fig. 90. Radialer Längsschnitt durch ein Fruchtknotenfach. 95:1.

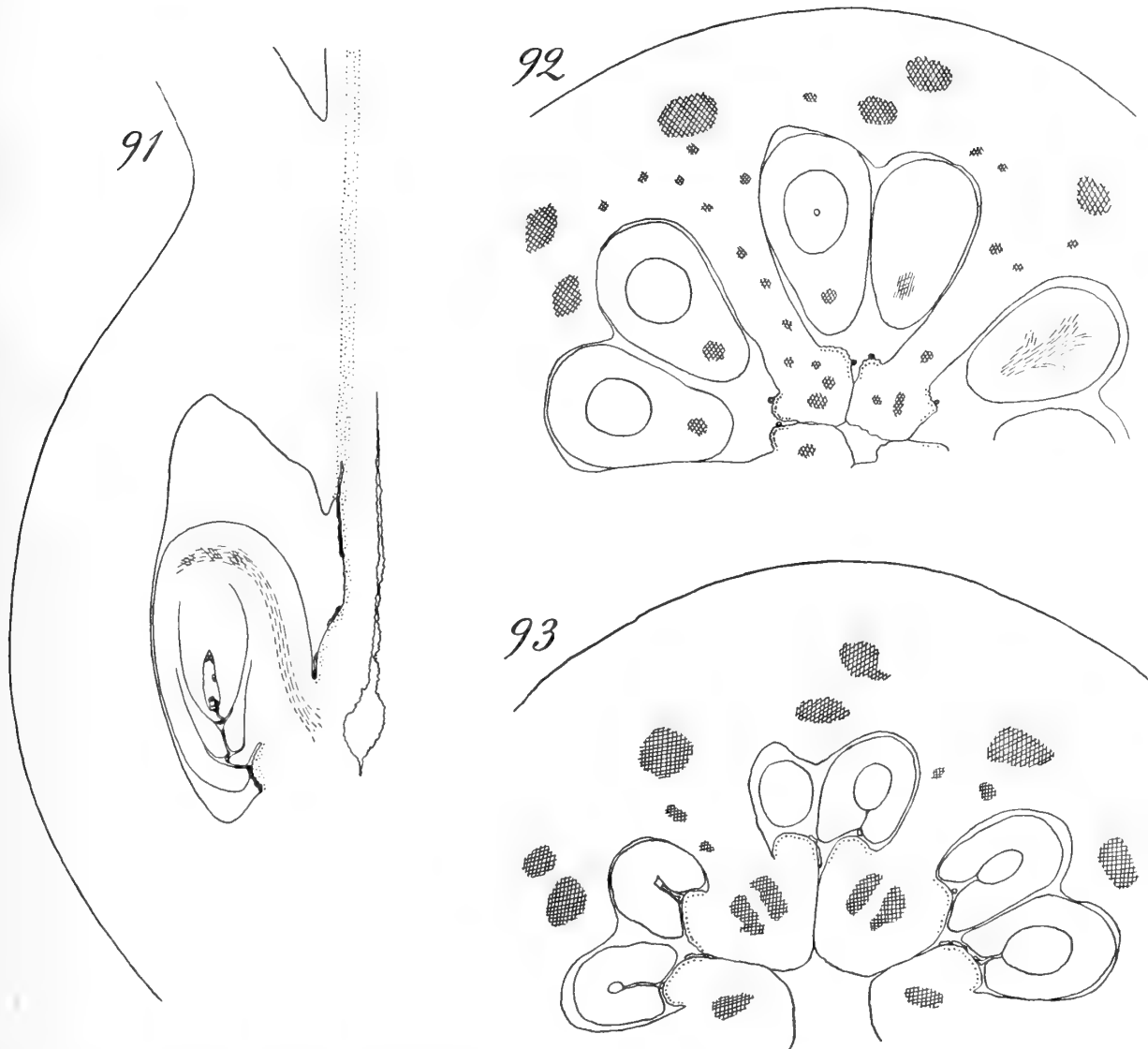
beiden Reihen von Samenanlagen berührend. Von dort aus verbreitet sich das leitende Gewebe an den Funiculi, besonders an deren äusseren, gegen die Mikropyle vorgewölbten Seite. Weil die Samenanlagen der untersuchten Blüten noch nicht befruchtungsreif waren, kamen keine Pollenschläuche vor.

***Pyrus arbutifolia* (L.) L. fil.** (Fig. 91—93). Die Verwachsung der Fruchtblätter ist im Zentrum unvollständig, so dass hier ein offener Kanal vorhanden ist. An jedem einzelnen Fruchtblatte sind die beiden Ränder nicht sehr innig verwachsen, man könnte vielleicht ebenso gut von einem Kontakte als von einer Verwachsung reden.

Die beiden Samenanlagen sitzen neben einander in gleicher Höhe und sind entschieden apotrop. Dicht unterhalb jeder Samenanlage sitzt ein gewölbter Obturator, und die Spitzen der Integumente krümmen sich ein bisschen, so dass sie seine vertikale

Oberfläche berühren. Das innere Integument ist nicht immer (wie in Fig. 91) vom äusseren eingeschlossen, sondern kann zuweilen bis an den Obturator hervordringen. Über die Natur dieses Obturators wird weiter unten die Rede sein.

In jedem Griffelzweig befindet sich ein zentraler Strang leitenden Gewebes. Diese fünf Stränge verlaufen getrennt durch den gemeinsamen basalen Griffelteil und setzen



Pyrus arbutifolia. Fig. 91. Medianer Längsschnitt durch ein Fruchtknotenfach, den Verlauf der Pollenschläuche zeigend. 30: 1. — Fig. 92. Querschnitt durch den Fruchtknoten, oberhalb der Insertion der Samenanlagen; Pollenschläuche an den Erhebungen der Fruchtblattränder. 37: 1. — Fig. 93. Querschnitt am Niveau der Obturatoren. 37: 1.

sich ebenso durch den oberen soliden Teil des Fruchtknotens fort, um in je ein Fruchtknotenfach in dessen inneren Winkel auszumünden (Fig. 91). Die beiden Fruchtblattränder bilden hier zwei längsgehende parallele Erhebungen, welche von leitendem Gewebe bekleidet sind (Fig. 92), also dieselbe Anordnung, wie bei *Gillenia*. Die Pollenschläuche wachsen an der Oberfläche dieser Erhebungen, dann neben der Samenanlage im Winkel

zwischen dieser und der Scheidewand, und gelangen so an den Obturator und von diesem aus in die Mikropyle (Fig. 93).

Pyrus malus L. stimmt in allem Wesentlichen mit der vorigen Art überein. Nur eins will ich hervorheben, nämlich das Verhalten des Obturators. Die Samenanlage zeigt eine geringe Neigung zur Pleurotropie. Die Mikropyle ist nämlich nicht gerade nach innen gerichtet, sondern ein bisschen nach der einen Seite, und zwar derjenigen, die der Scheidewand zugekehrt ist. An dieser Seite verläuft ein schmaler Wulst, der unten in den Obturator übergeht, und der sich in einigen Fällen auch an der oberen Seite der Samenanlage fortsetzt. Die Samenanlage sitzt also hier an einer warzen- oder kragenförmigen Erhebung, die nur an einer Seite fehlt, und von welcher der Obturator nur den basalen Teil darstellt. Im Obturator der *Pyrus*-Arten kann ich daher nichts anderes, als einen einseitig entwickelten Funiculus erblicken.

Mespilus germanica L. (Fig. 89). Die Verwachsung der Fruchtknoten ist vollständig, es gibt im Zentrum keinen offenen Kanal. Die Fächer des Fruchtknotens sind sehr niedrig, der zentrale Winkel jedes Faches hat nur eben Platz für die Insertion der Samenanlagen. Die sterile Wandpartie, welche sich bei den meisten Pomaceen oberhalb der Samenanlagen befindet, ist also hier unterdrückt.

Jedes Fach enthält zwei Samenanlagen, ausnahmsweise kann eine dritte auftreten. Sie entspringen mit ihren Gefässbündeln fast in gleicher Höhe, lagern aber übereinander, wobei die unterste allein normal entwickelt und fertil ist. Sie hat einen äußerst kurzen Funiculus, der an der unteren Seite ein wenig vorgewölbt ist und einen kleinen Obturator darstellt. Diese Samenanlage ist apotrop und fast horizontal gerichtet, was mit der eigentümlich abgeflachten Form des Fruchtknotenfaches zusammenhängt. Die sterilen sitzen dagegen fast atrop an verlängerten Funiculi.

Aus jedem Griffel steigt ein leitender Gewebestrang bis an das Fruchtknotenfach herab und stösst hier direkt auf die basalen Teile der Samenanlagen. Der Funiculus der fertilen Samenanlage ist von einer leitenden Epidermis bekleidet.

Amelanchier spicata DCNE. Die Karpiden sind seitlich mit einander völlig verwachsen, im Zentrum lassen sie dagegen zwischen sich einen offenen, die ganze Länge der Blüte durchlaufenden, Kanal, dessen Wände mit zahlreichen dickwandigen Haaren bekleidet sind.

Die Samenanlagen haben dieselbe Form und Stellung, wie bei *Pyrus arbutifolia*, und ebenso das leitende Gewebe. Die Samenanlage sitzt an einem verbreiterten Funiculus, dessen unterer Teil als kräftiger Obturator entwickelt ist. Für die oben verteidigte Ansicht, dass der Obturator der Pomoideen vom Funiculus gebildet ist, liefert *Amelanchier* also eine gute Stütze. Die Pollenschläuche wachsen längs der Ventralseite des Fruchtknotens und dann an der äusseren (von der Mediane abgekehrten) Seite des Funiculus bis zu seinem unteren Ende, von wo aus sie sich wieder nach oben, gegen die Mikropyle wenden.

Raphiolepis umbellata (THUNB.) SCHNEID. oder deren var. *ovata* BRIOT. (Fig. 90.)

Die zwei Fruchtblätter sind mit einander völlig verwachsen. Jedes Fach enthält zwei neben einander sitzende aufrechte und apotrope Samenanlagen, wegen des engen Raumes ist jedoch die eine etwas nach oben verschoben und dabei etwas schief gerichtet. Jede Samenanlage sitzt an einem sehr niedrigen Funiculus, der nach unten zu einem kräftigen Obturator vorgewölbt ist.

Die Verwachsung der beiden Integumente ist bei *Raphiolepis* so innig, dass keine Grenzlinie zwischen ihnen zu entdecken ist, ein Verhalten das ich bei keiner anderen Pomoidee beobachtet habe.

Im oberen Teil des Fruchtknotens verlaufen zwei von den Griffeln kommende Stränge von leitendem Gewebe, welche in die oberen Ecken der Fruchtknotenächer einmünden. Längs der Ventrallinie verläuft im Fache ein schmaler, aber ziemlich kompakter Streifen von Leitgewebe, hauptsächlich von dem einen Fruchtblattrande gebildet. In diesem Gewebestreifen wachsen die Pollenschläuche wenigstens zum Teil endotrop. Sie gelangen dann an den Funiculus und wachsen an der Oberfläche des Obturators hin und her, um von dort aus die Mikropyle zu erreichen (Fig. 90).

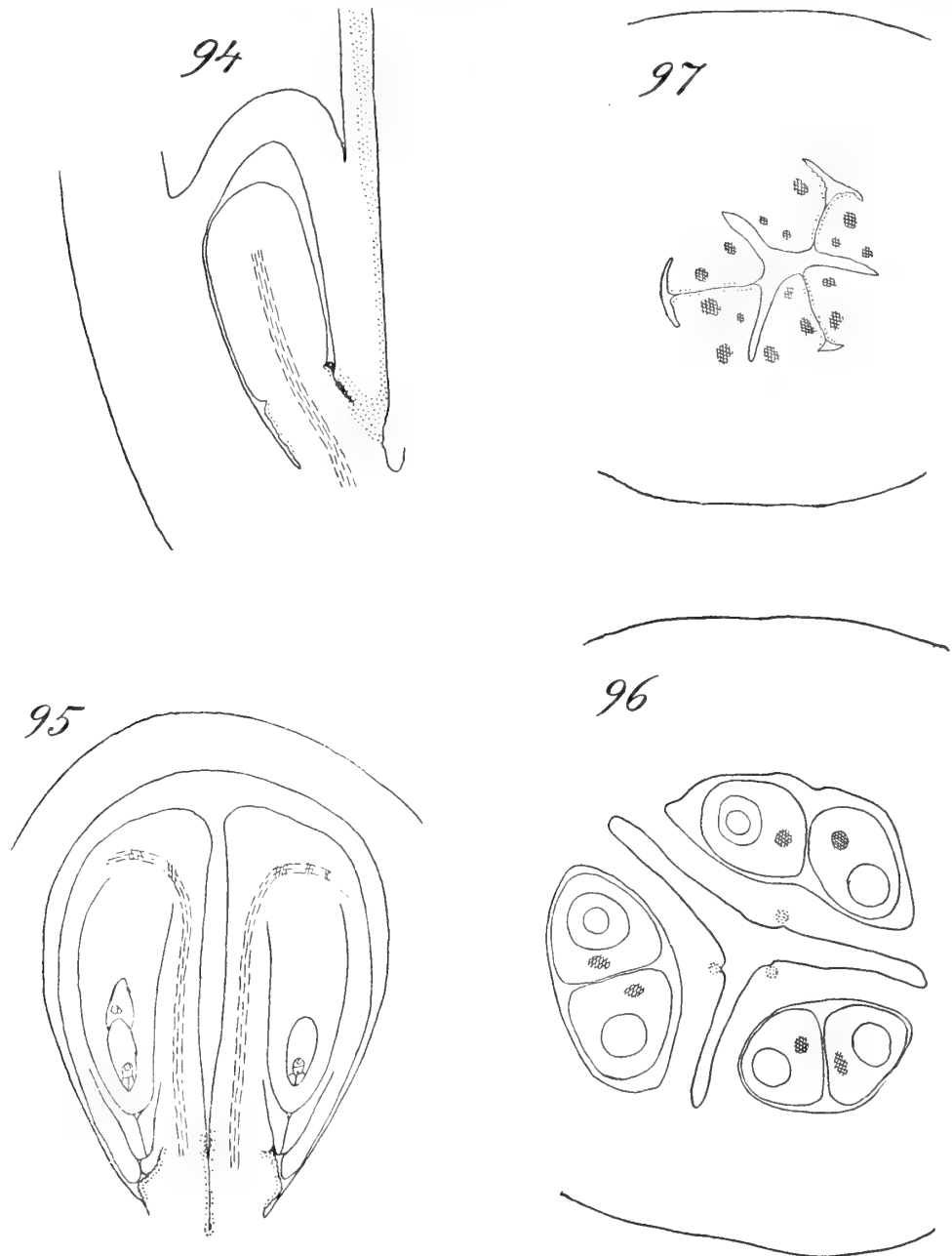
Cotoneaster. (Fig. 94—97.) Ich benutzte Material von *C. integerrima* MEDIC. und *nigra* EHRH. Die Fruchtblätter zeigen bei *Cotoneaster* den geringsten Grad von Verwachsung, der unter den Pomoideen vorkommt, indem sie nur an der Dorsalseite mit dem Blütenboden verwachsen, von einander dagegen ganz frei sind.

Der Griffel ist auf der Ventralseite des Karpells ein Stück hinabgerückt und zeigt also eine schwache Tendenz, gynobasisch zu werden, wenn er auch hierin nicht mit den *Potentillen* zu vergleichen ist. Dessenungeachtet stimmt der Bau des Fruchtblatts mit dem *Potentille*entypus weit mehr überein, als es den Anschein hat, wenn man nämlich die Lage der Bauchnaht beachtet. Die Ventralseite des Karpells entbehrt fast in ihrer ganzen Länge einer Bauchnaht, und erst an ihrem Grunde ist eine solche vorhanden in der Gestalt einer sehr niedrigen vertikalen Spalte, welche hier die Fruchtwandung in radialer Richtung durchquert (Fig. 94, 97). Das obere Ende dieser kurzen Bauchnaht muss eigentlich die morphologische Spitze des Fruchtknotens darstellen. Hieher ist die wirkliche Griffelbasis zu verlegen, der Griffel ist aber längs der Vorderseite des Fruchtblatts mit diesem verwachsen. Wäre diese Verwachsung nicht vorhanden, so würde die Ähnlichkeit mit *Potentilla* vollständig sein.

Um die Richtigkeit dieser Auffassung zu prüfen, habe ich jüngere Entwicklungsstadien untersucht. An einem sehr jungen Fruchtknoten, in welchem Nucellus und Integumente eben angelegt waren, fand ich an der Ventralseite keine Bauchnaht, nur eine kleine ventrale Rinne, die im leitenden Gewebestrang endigte. Um den Bau dieses Fruchtknotens zu verstehen, müssen wir annehmen, dass sein dorsaler Teil sich erweitert und emporgehoben hat, der ventrale dagegen schon frühzeitig im Wachstum stehen geblieben ist.

Der Griffel enthält einen kräftigen Strang von leitendem Gewebe, der ziemlich nahe an der Ventralseite verläuft. An der Ventralseite des Fruchtknotens wird dieser Strang

noch dünner und verläuft hier noch näher an der Oberfläche, welche er fast berührt (Fig. 94, 96). Am Grunde des Karpells geht er in die Bauchnaht über, deren an em-



Cotoneaster integerrima. Fig. 94. Medianer Längsschnitt durch ein Karpid. 30:1. — Fig. 95. Tangentialer Längsschnitt durch ein Karpid. 37:1. — *C. nigra*. Fig. 96. Querschnitt des Fruchtknotens etwa an der Mitte. — Fig. 97. Querschnitt am Niveau der Bauchnahte. 30:1.

ander liegende Epidermisflächen ein leitendes Gewebe bilden, das in den Fruchtknotenraum in dessen unterem Winkel einmündet (Fig. 95, 97).

Der Fruchtknoten enthält 2 am Grunde sitzende aufrechte Samenanlagen. Sie

sind entschieden pleurotrop, indem sie einander die Rapheseiten zukehren (Fig. 95). Die Samenanlage sitzt an einem recht deutlichen Funiculus, der gegen sie durch eine kleine Einschnürung abgesetzt und an der äusseren Seite vorgewölbt ist, so dass er hier einen gegen die Mikropyle anliegenden Obturator bildet (Fig. 95). Nur einmal beobachtete ich einen Pollenschlauch, und zwar im leitenden Gewebe der Bauchnaht, sowie an der Oberfläche des Funiculus (Fig. 94).

Durch mehrere der hier beschriebenen Verhältnisse weicht *Cotoneaster* von den übrigen hier behandelten Pomoideen recht wesentlich ab und stellt einen ziemlich eigenartigen Typus dar. Im Bau der einzelnen Samenanlage tritt jedoch der Typus der Pomoideae ganz unverkennbar hervor.

Dryadoideae.

Unter dieser Benennung vereine ich hier alle Gattungen mit aufrecht-epitropen Samenanlagen, deren Früchte Achänen sind. In Focke's System werden sie auf die Gruppen Potentilleae: Untergruppe Dryadinae, und Cercocarpeae verteilt. Aus der letzteren Abteilung sind, wie ich schon hervorgehoben habe, die Gattungen *Coleogyne* und *Adenostoma* auszuscheiden, weil sie hängend-epitrope Samenanlagen haben. Die *Cercocarpeae* unterscheiden sich von den *Dryadinae* dadurch, dass die Blütenachse röhrig ist und die Achänen, die meist in Einzahl, nur bei *Purshia* zu zwei, vorhanden sind, bei der Reife umschliesst. Dieses Merkmal ergibt in diesem Falle keine natürliche Einteilung, weil es sich herausgestellt hat, dass *Cowania*, trotz ihrer zahlreichen Karpelle, mit *Purshia* und *Cercocarpus* sehr nahe verwandt sein muss, weit weniger dagegen mit *Geum* und *Waldsteinia*. Die verwandtschaftlichen Verhältnisse innerhalb dieser Gruppe sind mir nichts weniger als klar, und ich muss auf eine Aufteilung derselben verzichten.

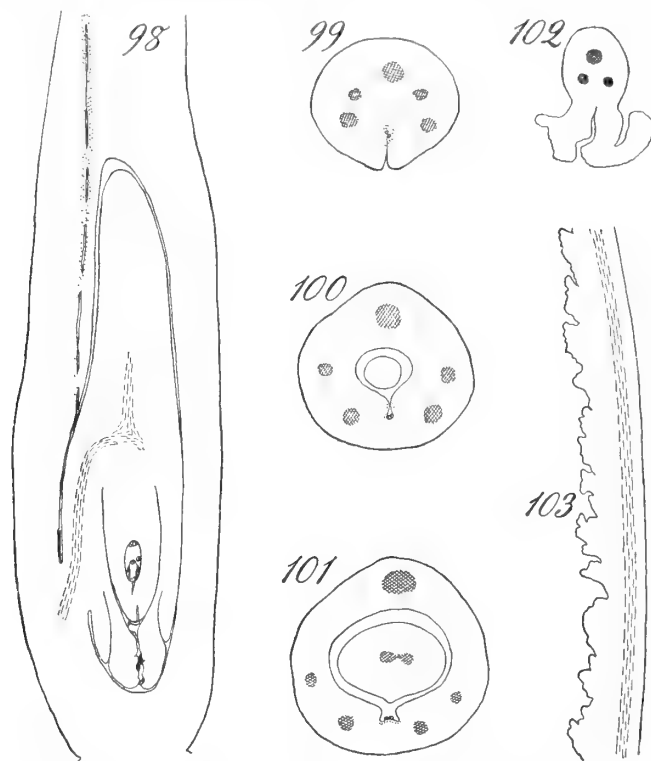
Cercocarpus parvifolius Nutt. (Fig. 98—103.) Ich benutzte zur Untersuchung Blüten von einem Herbarexemplar, und bekam davon ziemlich gute Präparate.

Die Angaben über die Narbe sind bei BAILLON (p. 382) und Focke (p. 38) unrichtig. Der lange Griffel hat nicht eine terminale, sondern eine sehr ausgedehnte, längs der Ventrallinie verlaufende Narbe. Sie wird von den ziemlich weit vorspringenden Fruchtblatträndern gebildet, welche stark gefaltet und eingeschnitten sind (Fig. 102, 103). Dieser Narbentypus tritt unter den Rosaceen nur bei einigen Kerrioideen und Dryadoideen auf, die ausgeprägteste Form davon findet sich aber bei *Cercocarpus*. *Coleogyne*, *Neviusia* und *Cercocarpus* verbinden diesen Narbentypus mit Mangel an Blumenblättern, es liegt daher die Vermutung nahe an der Hand, dass diese Gattungen an Windbestäubung angepasst sind.

Im oberen Teil des Griffels findet man die gewöhnlichen drei Gefässbündel, unterhalb der Narbe sind deren 5 vorhanden (Fig. 99). Im Fruchtknoten nähern sich die lateralen paarweise der Ventralseite (Fig. 100, 101). Zwischen den beiden ventralen Bündeln tritt im Grunde der Blüte noch ein ganz medianes hinzu, welches in die Samenanlage eintritt.

Der Fruchtknoten enthält eine einzige Samenanlage, welche tief unten in der Medianebene befestigt ist (Fig. 98). Sie ist ganz ungestielt, auch von einem Obturator ist keine Spur vorhanden. Die Integumente sind im terminalen Teil deutlich getrennt, das innere ragt aus dem äusseren hervor und bildet allein die deutliche Mikropyle.

Ein eigentümlicher Zug dieser Samenanlage ist die starke Verlängerung ihrer chala- zalen Partie, in die sogar ein kleiner Gefässbündelast eintritt. Eine biologische Bedeutung kann diesem flügelartigen Fortsatze unmöglich zukommen, da doch der Same bei der Reife im Fruchtknoten verschlossen bleibt. Vielleicht liegt hier ein ererbtes Merkmal vor. Die Quillajoideen sind durch geflügelte Samen ausgezeichnet, und es scheint mir sehr wohl möglich anzunehmen, dass *Cercocarpus* von ihnen abstammt.



Cercocarpus parvifolius. Fig. 98. Medianer Längsschnitt des Fruchtknotens, den Verlauf des Pollenschlauches zeigend (im oberen Teil nicht endotrop, sondern in einer Rinne, vergl. die Querschnitte!) 50: 1. — Fig. 99, 100, 101. Querschnitte durch die Griffelbasis, den oberen und den mittleren Teil des Fruchtknotens; Pollenschläuche sichtbar. 50: 1. — Fig. 102. Querschnitt durch die Narbe. 50: 1. — Fig. 103. Medianer Längsschnitt derselben. 25: 1.

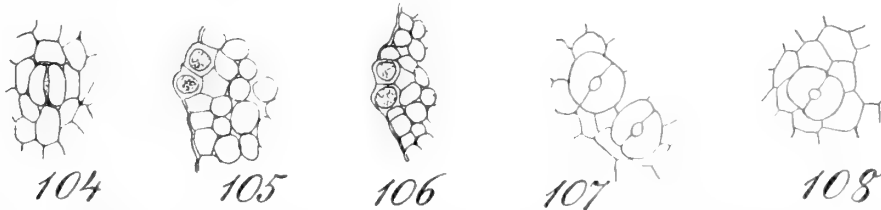
Das kräftige Leitgewebe der Narbe wird im unteren Teil des Griffels zu einem schmalen Strang eingengt, der den inneren Winkel der Bauchnaht umgibt (Fig. 99). Im Fruchtknoten ist keine Bauchnaht zu entdecken. Hier verläuft längs der Ventrallinie eine Rinne, die oben sehr eng ist (Fig. 100), an der Mitte breiter (Fig. 101), im unteren Teil aber ganz verflacht wird. Die Pollenschläuche verlaufen in dieser Rinne, deren Epidermis sich jedoch kaum durch einen besonderen Bau auszeichnet. Sie wachsen am Hilum der Samenanlage vorbei und dann weiter zur Mikropyle, in welche sie eindringen (Fig. 98).

Cowania mexicana DON. (Fig. 104—106; 120, 121.) Ich untersuchte einige Karpelle aus einer Blüte von einem Herbarexemplar und bekam davon recht gute Präparate.

Der lang ausgezogene Griffel trägt an der Ventralseite eine lange und schmale Narbenfläche, deren beide Ränder etwas vorspringen und sich nach aussen biegen und welche ziemlich uneben und gefaltet sind (Fig. 121). Diese Narbe gehört also demselben Typus an, den wir bei *Cercocarpus* gefunden haben.

Die einzige Samenanlage sitzt, ganz ungestielt, in der Ventrallinie im unteren Teil des Fruchtknotens. Sie hat zwei etwa bis zur Mitte deutlich getrennte Integumente. Das innere ragt aus dem äusseren hervor und bildet allein die Mikropyle (Fig. 120).

Eine merkwürdige Erscheinung ist das Auftreten von Spaltöffnungen an der Samenanlage.¹ Sie treten in geringer Zahl in der äusseren Epidermis des äusseren Integuments auf, aber nur in der Nähe der Insertionsstelle der Samenanlage. Es sind jedoch vielleicht nur funktionslose Spaltöffnungen, denn ich konnte keinen Spalt in ihnen entdecken (Fig. 104—106). Dabei ist aber der Bau des Integuments ein solcher, dass ihr



Cowania mexicana. Fig. 104. Spaltöffnung (rudimentär?) am äusseren Integument, in Flächenansicht. — Fig. 105, 106. Dieselben Gebilde in Querschnitt. 330: 1. — *Purshia tridentata*. Fig. 107. Spaltöffnungen an der inneren Fläche des äusseren Integuments. — Fig. 108. Spaltöffnung an dessen Aussenfläche. 330: 1.

Auftreten damit in Einklang steht. Sein Gewebe enthält nämlich reichliche Interzellularen, die in der Gegend, wo die Spaltöffnungen vorkommen, so zahlreich auftreten, dass das Gewebe einem Schwammparenchym ähnlich wird. In noch höherem Grade gilt dies von der inneren Schicht der Fruchtknotenwand, welche ein sehr luftreiches Gewebe darstellt, das besonders im oberen Teil des Fruchtknotens eine zierlich netzförmige Anordnung der Zellen zeigt. Im Fruchtknoten verlaufen ungefähr 12 Gefässbündel, von denen zwei nahe an der Ventrallinie liegen. Zwischen diesen beiden, also ganz median, liegt im untersten Teil der Blüte ein Bündel, das in die Raphe hineinläuft. Es ist ungemein kräftig, vielleicht ein Komplex von mehreren Gefässbündeln darstellend. In allen diesen Beziehungen zeigt *Cowania* eine auffallende Übereinstimmung mit *Purshia*.

In der Griffelbasis verläuft ein Strang von leitendem Gewebe, der in der obersten Ecke des Fruchtknotenraumes endigt. Längs der Ventralseite des Fruchtknotens verläuft dann eine seichte Vertiefung, deren Fläche eine leitende Epidermis bildet. Die Pollenschläuche wachsen an dieser hinab und dann neben der Insertionsstelle der Samenanlage, gelangen auf die freie Spitze derselben, von wo sie in die Mikropyle hineindringen (Fig. 120). Von einem Obturator ist hier, wie bei allen anderen Dryadoideen, keine Spur vorhanden.

¹ Über Spaltöffnungen an Samen vergl. O. GERTZ: Studier öfver klyföppningarnes morfologi, Lunds Univ. Årsskr. 1919: II.

Purshia tridentata (PURSH) DC. (Fig. 107, 108; 109—112). Ich bekam gute Mikrotomschnitte von den beiden Karpellen einer Blüte aus einem Herbarexemplar.

Purshia zeigt im Bau des Fruchtknotens und der Samenanlage grosse Ähnlichkeit mit *Cercocarpus* und *Cowania*. Mit der letzteren Gattung hat *Purshia* gewisse eigentümliche Züge gemeinsam, welche auf eine sehr nahe Verwandtschaft zwischen diesen beiden Gattungen hinweisen.

Das ganze Gewebe der Fruchtknotenwand ist nämlich in höchstem Grade porös und stellt ein zierliches Schwammparenchym mit durchaus netzförmiger Anordnung sämtlicher Zellen dar. Die Gefässbündel sind noch zahlreicher als bei *Cowania*, ungefähr 20, eines liegt in der Dorsallinie, zwei dicht neben der Ventrallinie (Fig. 111). Das äussere Integument ist ziemlich dick und enthält spärliche kleine Luftkanäle. An seiner Oberfläche findet man zerstreute Stomata mit weit geöffneter runder Spalte (Fig. 108). Merkwürdigerweise findet man solche Gebilde auch an der inneren Fläche dieses Integuments (Fig. 107). Zuweilen liegen sie hier unterhalb der Epidermis.

Vom Griffel war nur der untere Teil vorhanden. Der Querschnitt (Fig. 110) zeigt denselben Typus, wie bei *Cowania*. Im Fruchtknoten verläuft an der Ventralseite im oberen Teil eine enge Rinne, in welcher die Pollenschläuche ihren Weg finden (Fig. 109, 111). Das innere Integument bildet auch hier allein die Mikropyle, die einen deutlichen Kanal darstellt. Wenn die Pollenschläuche hieher gelangt sind, scheinen sie sich doch nicht an die Mikropyle zu halten, denn ich fand sie im Gewebe des innern Integuments hin und her wachsend, dabei nur zum Teil den Mikropylarkanal benutzend (Fig. 109).

Das Gefässbündel in der Raphe ist ungemein dick und scheint vielmehr einen Kreis von dicht gestellten Bündeln zu bilden. Unterhalb der Samenanlage löst es sich in der Tat in eine Anzahl getrennter Bündel auf, von denen eines in der Mediane, zwischen den beiden ventralen Bündeln des Fruchtknotens, liegt. Der Ursprung dieser Raphebündel konnte nicht untersucht werden.

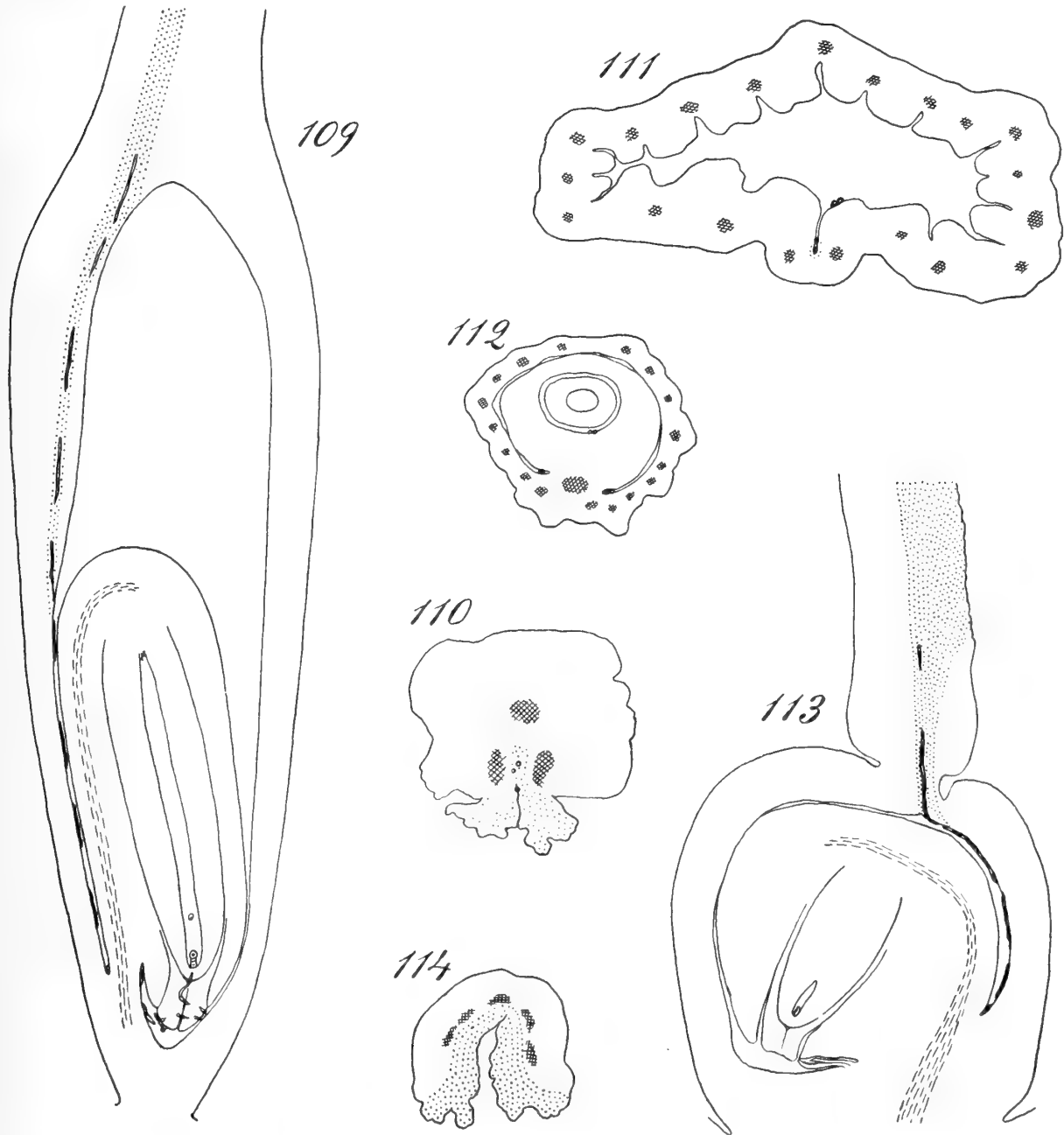
Chamæbatia foliolosa BENTH. (Fig. 113 und 114.) Von zwei Blüten eines Herbarexemplars wurden Längsschnitte gemacht, Querschnitte nur vom Griffel.

Die Narbe ist längs der Ventralseite des Griffels ausgedehnt und reicht fast bis zu seinem Grunde. Sie bekleidet die etwas auseinander klaffenden Kanten, welche die ventrale Rinne umgeben, und bildet eine unebene, schwach gefaltete Fläche, gehört also dem *Cercocarpus*-Typus an (Fig. 114). Der Griffel ist am Grunde stark eingeschnürt, ganz wie bei *Waldsteinia*.

Sowohl der Fruchtknoten als die Samenanlage haben eine ungewöhnliche Form, sie sind nämlich annähernd kugelförmig. Sie unterscheiden sich dadurch erheblich von den vorhergehenden und haben viel grössere Ähnlichkeit mit denjenigen von *Waldsteinia*. Trotzdem zeigt *Chamæbatia* in allen wichtigen Punkten Übereinstimmung mit *Cercocarpus*, *Purshia* und *Cowania*, weit weniger mit *Waldsteinia*.

An der Ventralseite des Fruchtknotens ist keine Bauchnaht zu entdecken, ebenso wenig wie bei den beiden vorigen Gattungen. Nur an der obersten Ecke dieser Seite ist diese Naht zu finden, indem hier ein kurzer vertikaler Spalt von aussen her bis an das leitende Gewebe eindringt (Fig. 113).

In der Wand des Fruchtknotens verlaufen ziemlich viele Gefässbündel. Dasjenige der Samenanlage dürfte auch hier von einem median, separat verlaufenden Bündel stammen.

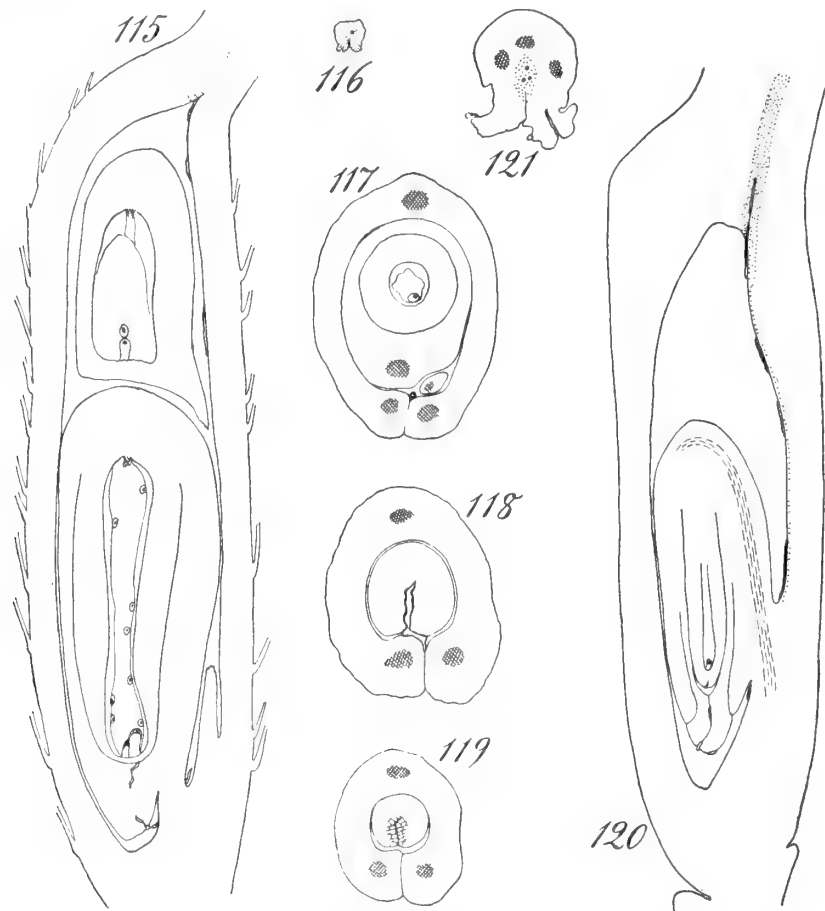


Purshia tridentata. Fig. 109. Medianer Längsschnitt durch die Samenanlage; Pollenschläuche im Fruchtknoten (oben in einer Rinne, nicht endotrop) und in der Integumentspitze. 30:1. — Fig. 110. Querschnitt durch den unteren Teil vom Griffel. 45:1. — Fig. 111. Querschnitt durch den oberen Teil des Fruchtknotens; Pollenschläuche in und neben der Rinne. 37:1. — Fig. 112. Querschnitt des Fruchtknotens am Niveau des Hilum. 37:1. — *Chamaebatia foliolosa*. Fig. 113. Medianer Längsschnitt des Fruchtknotens; Pollenschlauch längs der Ventralseite; Haargebilde unterhalb der Samenanlage. 37:1. — Fig. 114. Querschnitt an der Mitte des Griffels. 45:1.

Die ungewöhnliche Dicke der Samenanlage beruht auf einer starken Verdickung des äusseren Integuments. Die beiden Integumente sind auf eine lange Strecke getrennt,

die Spitze des inneren ist blossgelegt, und eine Mikropyle scheint mir vorhanden zu sein, wenn sie auch sehr eng ist.

Im Fruchtknoten scheinen keine besondere Vorrichtungen zur Leitung der Pollenschläuche vorhanden zu sein. Sie wachsen längs der Ventrallinie, ich sah aber auch einen Schlauch, der in einiger Entfernung von ihr längs der Fruchtknotenwand hinabgewachsen war. In den untersuchten Blüten war noch kein Schlauch bis zur Spitze der Samenanlagen vorgedrungen.



Fallugia paradoxa. Fig. 115. Medianer Längsschnitt des Fruchtknotens; Pollenschlauch längs der Fruchtknotenwand und im Integument. 80:1. — 116. Querschnitt durch die Narbe. 50:1. — Fig. 117. Querschnitt des Fruchtknotens etwa am Niveau der Eizelle; Pollenschlauch in der ventralen Furche. — Fig. 118. Querschnitt gleich unterhalb der Insertion der Samenanlage; ein Pollenschlauch durchquert das Integument in der Medianlinie. — Fig. 119. Noch tiefer gelegter Querschnitt; eine mediane Linie zeigt die Grenze zwischen den Integumenträndern. 80:1. — *Cowania mexicana*. Fig. 120. Längsschnitt des Fruchtknotens; Pollenschlauch längs der Fruchtknotenwand und in der Mikropyle. 40:1. — Fig. 121. Querschnitt durch die Narbe. 50:1.

Die Gewebe sind, wie bei *Cercocarpus*, ganz kompakt, Schwammparenchym und Spaltöffnungen am Integument kommen nicht vor. Dagegen finden sich im Fruchtknoten andere eigentümliche Gebilde, nämlich kräftige Haare, einzellig und mit etwas verdickter Wandung, ganz von derselben Sorte, die an der Aussenfläche des Fruchtknotens auftritt. Ihr Auftreten im Fruchtknoten ist auf eine Stelle beschränkt. Eine kleine

Gruppe von diesen Haaren sitzt nämlich an der Fruchtknotenwand gleich unter der Samenanlage, von welchem Punkte sie ihre Spitzen gegen die Mikropyle richten. Anfangs hielt ich sie für Pollenschläuche, sie entspringen aber deutlich der Epidermis (Fig. 113). Ob sie für die Leitung der Pollenschläuche eine Bedeutung haben können, lasse ich dahingestellt. Sie traten in beiden untersuchten Blüten auf.

Im Bau des Fruchtknotens und der Samenanlage, sowie in der Leitung der Pollenschläuche stimmen *Cercocarpus*, *Cowania*, *Purshia* und *Chamæbatia* so gut überein, dass eine nahe Verwandtschaft zwischen diesen vier Gattungen angenommen werden muss.

Fallugia paradoxa (DON) ENDL. (Fig. 115—119.) Zur Untersuchung hatte ich Fruchtknoten, welche Dr. O. DAHLGREN im Botanischen Garten in Kopenhagen für mich fixiert hatte.

Der lange Griffel ist von einem Haarfilz bekleidet, seine sehr dünn ausgezogene Spitze ragt aber über die Haare empor. Sie trägt an der Spitze eine unscheinbare Narbe. Anscheinend ist dies daher ein anderer Griffeltypus als derjenige der vorhergehenden Gattungen. Wenn man aber Querschnitte dieser dünnen Spitzenpartie untersucht (Fig. 116), so findet man, dass die Narbe sich längs der Ventrallinie nach unten fortsetzt, indem das leitende Gewebe hier an die Oberfläche tritt und sich ein bisschen vorwölbt. Es ist also in der Tat eine Narbe vom *Cercocarpus*-Typus, wenn auch in sehr verkleinertem Formate.

Durch den Besitz zweier Samenanlagen in jedem Fruchtknoten unterscheidet sich *Fallugia* von allen anderen Dryadoideen, die ich untersucht habe. Die beiden Samenanlagen sind am Grunde des Fruchtknotens fast in gleicher Höhe befestigt. Die beiden dicht an der Bauchnaht verlaufenden ventralen Gefässbündel des Fruchtknotens entsenden je einen Ast in eine Samenanlage. Von diesen ist die eine fast ungestielt und nimmt also den unteren Teil des Fruchtknotens ein, die andere ist auf einem langen und dünnen Funiculus emporgehoben und lagert auf der ersteren (Fig. 115). Beide entwickeln Embryosäcke, befruchtet wird aber in der Regel nur die untere. In einem Falle nur fand ich beide befruchtet und in gleich kräftiger Entwicklung. Sonst wird die obere nach der Befruchtung allmählich rückgebildet. *Fallugia* bildet also ein Gegenstück zu *Ulmaria* in der Reihe mit epitropen Samenanlagen.

Die Integumente sind gänzlich mit einander verschmolzen. Auch an jüngeren Samenanlagen war zwischen ihnen keine Grenzlinie zu entdecken. Auch die Ränder des Integuments verwachsen früh mit einander, so dass die Mikropyle verschwindet (Fig. 115). Ein Querschnitt durch die Integumentspitze zeigt, wie diese Verwachsung stattgefunden hat (Fig. 119). Die Ränder sind nämlich von rechts und links gegen einander gewachsen, bis sie sich in der Medianlinie begegnet sind. Hier hört die Ähnlichkeit mit der *Cercocarpus*-Gruppe auf, denn in dieser Beziehung zeigt *Fallugia* Ähnlichkeit mit *Geum*.

Die Bauchnaht verläuft bis zum Grunde des Fruchtknotens. In seinem oberen Teile ist sie zwar kaum deutlich, in unteren Teile tritt sie aber sehr deutlich hervor (Fig. 117—119).

Der leitende Gewebestrang des Griffels mündet an der oberen Ecke des Frucht-

knotens aus (Fig. 115). Von hier aus verläuft längs der ganzen Ventrallinie eine sehr unbedeutende Rinne, welche lediglich durch Abrundung der hier einander begegnenden Fruchtblattränder gebildet wird, und in dieser verläuft der Pollenschlauch (Fig. 117). Er wächst zwischen die beiden Funiculi, verlässt dann die Rinne und durchquert das Integument in der Richtung der Medianlinie. Er drängt sich also zwischen die längs dieser Linie aufeinander stossenden Integumentränder hinein (Fig. 118). Dann biegt er wieder nach oben und sucht die Nucellusspitze auf (Fig. 115).

In der Gestalt der Narbe und in den Anordnungen für die Leitung der Pollenschläuche stimmt *Fallugia* mit der *Cercocarpus*-Gruppe überein. In bezug auf den Ursprung der Gefässbündel der Samenanlagen, sowie in der Verwachsung der Integumente und der Obliteration der Mikropyle nähert sich diese Gattung dagegen an *Geum*. Diese Verwachsungen bezeichnen offenbar eine weit vorgerückte Stufe in der phylogenetischen Entwicklung, während dagegen *Fallugia* in ihren zwei Samenanlagen einen primitiveren Charakter als alle übrigen Dryadoideen zur Schau trägt. Diesen Gegensatz zu erklären scheint mir schwierig zu sein.

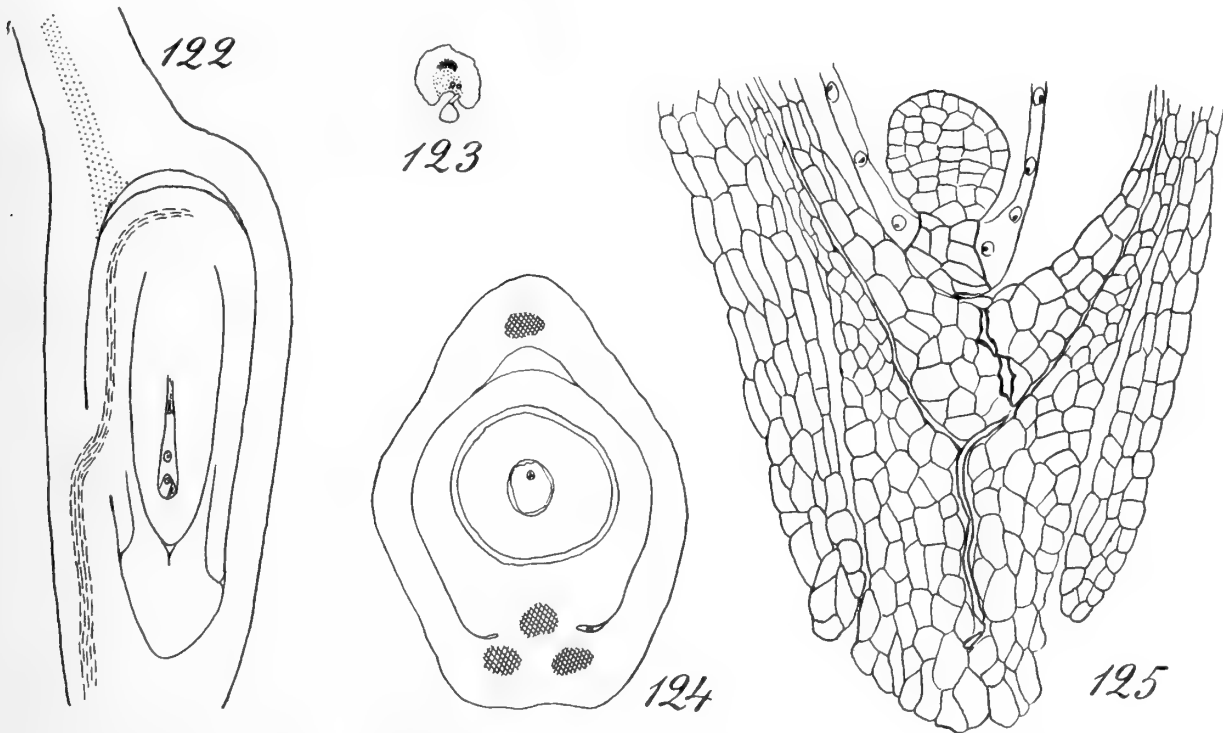
Dryas octopetala L. (Fig. 122—125). Wie bei der vorhergehenden Gattung ist der stark behaarte Griffel in eine über die Haare herausragende, sehr dünne Spitzenpartie ausgezogen. Die Narbe ist sehr unscheinbar, sie wird aber nicht nur von der Spitze gebildet, sondern läuft auch ein Stückchen längs des Griffelendes herab, indem dessen Ränder eine kleine offene Rinne bilden, an dessen Boden das leitende Gewebe an den Tag tritt (Fig. 123). Diese Narbe unterscheidet sich also wesentlich vom *Cercocarpus*-Typus, welcher durch eine mehr oder weniger hervorragende kammförmige Narbe gekennzeichnet ist. Immerhin wäre es möglich die Narbe von *Dryas* als eine stark reduzierte Form des *Cercocarpus*-Typus aufzufassen.

Die einzige Samenanlage ist etwas unterhalb der Mitte des Fruchtknotens befestigt. Sie ist gänzlich ungestielt und sitzt gerade vor der Ventrallinie. Im Boden der Blüte liegt auf der Ventralseite ein breites, wahrscheinlich zusammengesetztes Gefässbündel, das sich gleich unterhalb der Samenanlage in drei Partien teilt. Die mittlere geht in die Raphe hinein, die seitlichen bilden die beiden ventralen Bündel des Fruchtknotens.

Die beiden Integumente sind eine Strecke weit deutlich getrennt. Zur Zeit der Befruchtung ragt das innere ziemlich weit aus dem äusseren hervor (Fig. 122), später verlängert sich das letztere, so dass es dem inneren gegenüber nur wenig zurückbleibt (Fig. 123). Die Ränder des inneren Integuments sind verwachsen, so dass die Mikropyle obliteriert ist, auch an Querschnitten war eine solche nicht zu entdecken.

Der Griffel enthält einen Strang von leitendem Gewebe, das jedoch bei *Dryas* gegen die umgebenden Gewebe wenig hervortritt. Es endigt im oberen Winkel des Fruchtknotens (Fig. 122). Von hier aus wachsen die Pollenschläuche der Innenfläche des Fruchtknotens entlang gerade nach unten. Sie sind sehr dünn und schwierig zu entdecken. Im oberen Teil des Fruchtknotens ist in der Ventrallinie eine kaum bemerkbare Rinne vorhanden, in welcher die Schläuche wachsen, weiter nach unten aber ist diese Partie flach. Die Epidermiszellen sind in der Ventralgegend kleiner und flacher als an der übrigen Innenfläche, wo sie etwas radial verlängert sind.

An das freie Ende des inneren Integuments gelangt, sucht der Pollenschlauch seine Spitze auf und wächst durch seine Mitte nach oben (Fig. 125). Ich fand ihn hier in einer längsgehenden Spalte, die zwar ihrer Lage nach einer Mikropyle entsprechen kann, die aber nachträglich entstanden sein muss.



Dryas octopetala. Fig. 122. Längsschnitt des Fruchtknotens vor der Befruchtung. 95: 1. — Fig. 123. Querschnitt durch die terminale Partie des Griffels, keimendes Pollenkorn in der Rinne, Schläuche im Leitgewebe. 75: 1. — Fig. 124. Querschnitt des Fruchtknotens nach der Befruchtung, am Niveau des Hilums. 125: 1. — Fig. 125. Längsschnitt durch die Spitze einer älteren Samenanlage; Pollenschlauch in einer Spalte im inneren Integument und im Nucellus. 260: 1.

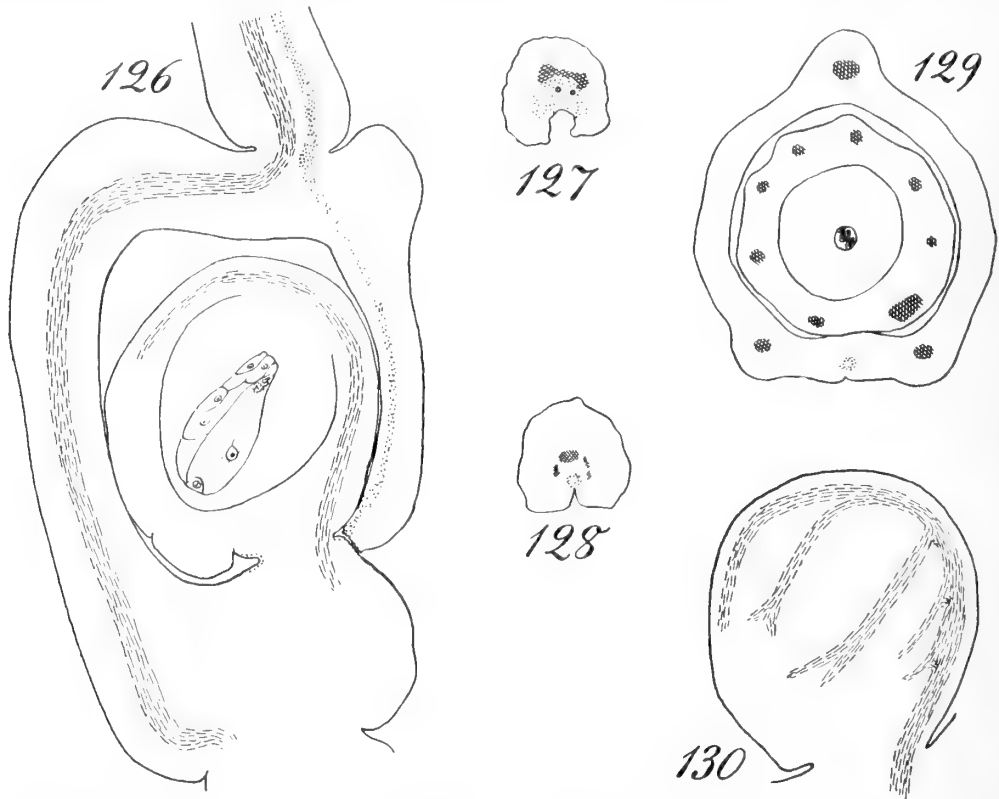
Ich halte es für wahrscheinlich, dass *Dryas* mit *Fallugia* verwandt ist. Von dieser Gattung unterscheidet sie sich aber durch die Trennung der Integumente, sowie durch die entschieden mediane Stellung ihrer einzigen Samenanlage. Hierin nähert sich *Dryas* mehr der *Cercocarpus*-gruppe, von der sie sich wieder durch die obliterierte Mikropyle entfernt.

Waldsteinia geoides WILLD. (Fig. 126—130). Befruchtete Samenanlagen habe ich bei dieser Art nicht gesehen, auch nicht an Blüten, die ich vorher bestäubt hatte. Selbststerilität dürfte kaum die Ursache davon sein, denn ich habe im leitenden Gewebe des Griffels Pollenschläuche gesehen.

Der Griffel trägt eine sehr kleine terminale Narbe, die sich an seiner Ventralseite ein Stückchen nach unten rinnenförmig fortsetzt (Fig. 127). Am Grunde ist der Griffel durch eine Einschnürung vom Fruchtknoten scharf abgesetzt (Fig. 126). Hierin, sowie in der gedrungenen Form des Fruchtknotens und der Samenanlage zeigt *Waldsteinia* eine auffallende Ähnlichkeit mit *Chamaebatia*, die jedoch nicht auf naher Verwandtschaft beruhen dürfte, da in anderen Verhältnissen grosse Unterschiede vorliegen.

Der Fruchtknoten enthält nur drei Gefässbündel, die beiden ventralen liegen von der Mediane ziemlich weit entfernt (Fig. 129). Die einzige Samenanlage ist am Boden des Fruchtknotens ohne Funiculus befestigt. Sie bekommt ihr Gefässbündel von einem der beiden Ventralbündel, und ihre Medianebene ist daher schief gerichtet (Fig. 129). Das Gefässbündel setzt sich jenseits der Chalaza ziemlich weit ins Integument fort und sendet jederseits einige Zweige in dieses hinein (Fig. 130). In der kräftigen Entwicklung des ovularen Gefässbündelsystems können nur die Pruneeen mit *Waldsteinia* wetteifern.

Die Integumente sind ziemlich vollständig verwachsen. Ich vermute, dass sie in jüngeren Stadien einigermaßen getrennt gewesen sind, und dass das innere aus dem äusse-



Waldsteinia geoides. Fig. 126. Längsschnitt des Fruchtknotens. 45: 1. — Fig. 127. Querschnitt durch die Griffelspitze. 75: 1. — Fig. 128. Querschnitt des Griffels an der Mitte. 50: 1. — Fig. 129. Querschnitt des Fruchtknotens etwa an der Mitte. 50: 1. — Fig. 130. Seitenansicht einer Samenanlage, das Gefässbündelsystem ihrer einen Hälfte darstellend. 45: 1.

ren frei herausgeragt hat, im erwachsenen Stadium waren aber keine Grenzen sicher zu sehen. Eine Mikropyle ist nicht vorhanden. Querschnitte zeigen aber deutlich eine mediane Grenzlinie längs welcher die Integumentränder von rechts und links auf einander gestossen sind.

Im Griffel verläuft ein dünner Strang leitenden Gewebes nahe an der Ventralseite, den Grund der ventralen Rinne umschliessend (Fig. 127). Im Fruchtknoten setzt sich dieser Strang nach unten fort und behält hier ungefähr dieselbe Lage (Fig. 129). Von einer Bauchnaht ist hier dabei wenig zu sehen, nur eine kleine Furche an der äusseren Fläche bezeichnet ihre einstige Lage. Am Grunde des Fruchtknotens tritt jedoch eine

kleine, zuweilen kaum sichtbare, Spalte auf, welche die Fruchtwand durchquert und offenbar die Bauchnaht oder einen Rest davon darstellt (Fig. 126). Dies Verhalten erinnert an *Cotoneaster*, sowohl durch die Lage dieser Spalte, wie durch den ungewöhnlichen Verlauf des leitenden Gewebes im Fruchtknoten. Untersuchungen über jüngere Entwicklungsstadien wären von nöten, um zu entscheiden, ob die Bauchnaht im Fruchtknoten wirklich von Anfang an auf jene Spalte beschränkt ist, oder ob die Bauchnaht oberhalb der Spalte nur obliteriert worden ist. Der leitende Gewebestrang endigt in jener Spalte, durch welche also die Pollenschläuche in den Fruchtknotenraum gelangen. Durch diesen Verlauf des leitenden Gewebes unterscheidet sich *Waldsteinia* durchaus von allen anderen Dryadoideen ausser *Geum*.

Geum. (Fig. 131—135). Am eingehendsten untersucht wurde *G. rivale* L., zum Vergleich wurden aber auch *G. urbanum* L., *vernum* (RAF.) T. et GR. und *Rossii* (R. BR.) SER. herbeigezogen.

Die Narbe ist bei *G. urbanum* ganz terminal und sehr klein. Gleich unterhalb der Griffelspitze ist die ventrale Rinne schon geschlossen (Fig. 131).

Der Fruchtknoten von *Geum rivale* enthält eine einzige Samenanlage. Nur in einer Blüte fand ich Fruchtknoten mit je 2 Samenanlagen, von denen die eine etwas missgebildet und durch einen Funiculus emporgehoben war, so dass sie auf der anderen lagerte. In normalen Fällen ist die Samenanlage ganz ungestielt und im unteren Teil des Fruchtknotens befestigt (Fig. 135). Dieser hat einen dorsalen und zwei ventrale Gefässbündel. Einer von den letzteren sendet einen Ast in die Samenanlage hinein.

Die Integumente sind mit einander vollständig verwachsen, und die Mikropyle ist gänzlich verschwunden. An einem Querschnitt durch die Integumentspitze (Fig. 134) sieht man, wie ihre Ränder längs einer medianen Linie einander begegnet sind.

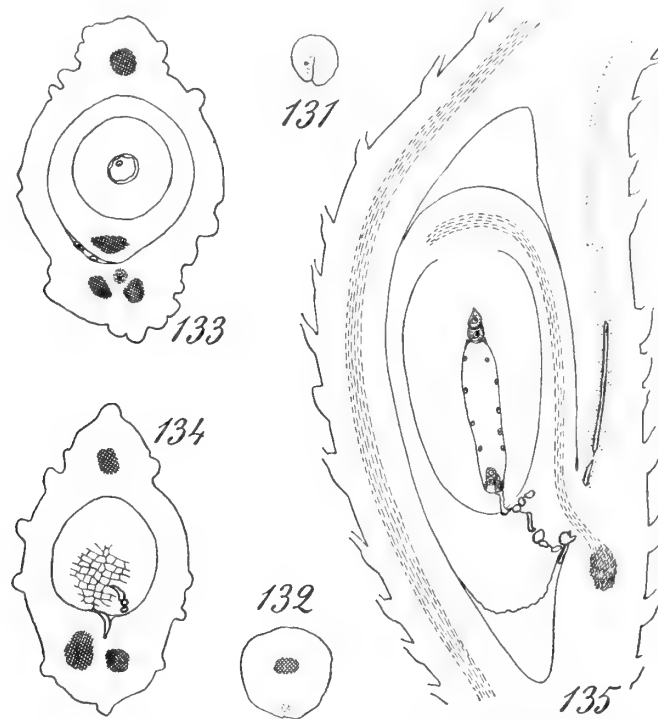
Im Griffel verläuft ein äusserst dünner Strang von leitendem Gewebe dicht unter der ventralen Oberfläche (Fig. 132). Er setzt sich in der ventralen Fruchtwand nach unten fort und behält anfangs dieselbe oberflächliche Lage, so dass er ausserhalb der ventralen Gefässbündel liegt. Weiter nach unten nähert er sich allmählich der inneren Oberfläche der Fruchtwand, liegt also hier innerhalb der Gefässbündel (Fig. 133). Auf dem Niveau, wo die Samenanlage befestigt ist, erreicht er die Innenfläche des Fruchtknotens. An einem Querschnitt auf diesem Niveau ist die Grenzlinie zwischen den beiden Fruchtblatträndern, wenn auch wenig deutlich, zu sehen. Diese Stelle bezeichnet die Bauchnaht, oder vielmehr die Öffnung, mit welcher die Fruchtknotenöhhlung ursprünglich nach aussen ausmündete. Oberhalb dieser Stelle ist keine Spur einer Bauchnaht zu entdecken, auch nicht in jüngeren Fruchtknoten.

Im leitenden Gewebestrang sind die Pollenschläuche sehr dünn, in den Fruchtknotenraum angelangt schwellen sie aber an und bilden zuweilen blasige Erweiterungen oder Verzweigungen, die in verschiedenen Richtungen, auch nach oben, wachsen können (wie in Fig. 133, wo solche neben der Samenanlage zu sehen sind). Sie wachsen dann in das Integument hinein, führen hier unregelmässige Krümmungen aus, um endlich an den Nucellus zu gelangen (Fig. 135). Beim Durchqueren des Integuments wählen sie einen

beliebigen Weg, sind aber nicht, wie bei *Fallugia*, an die mediane Grenzlinie gebunden (Fig. 134).

Geum urbanum und *vernum* stimmen in den jetzt beschriebenen Verhältnissen mit der vorigen Art überein, nur sah ich bei ihnen keine solche Erweiterungen und Verzweigungen des Pollenschlauchs.

Geum Rossii zeigt denselben Bau der Samenanlage und des leitenden Gewebes, wie *G. rivale*. Die Grenzlinie, welche die Lage der Bauchnaht angibt, ist an derselben Stelle, wie bei *G. rivale*, aber deutlicher, zu sehen. Der Bau des Fruchtknotens ist bei *G. Rossii* insofern eigentümlich, als das ganze Gewebe seiner Wandung sehr porös ist, und



Geum urbanum. Fig. 131. Querschnitt des Griffels gleich unterhalb der Narbe. 50: 1. — *Geum rivale*. Fig. 132. Querschnitt durch den basalen Teil des Griffels. — Fig. 133. Querschnitt vom Fruchtknoten oberhalb der Insertion der Samenanlage; Pollenschlauch im Leitgewebe, aufsteigende Verzweigungen davon neben der Samenanlage. — Fig. 134. Querschnitt unterhalb der Insertion der Samenanlage; Pollenschlauch neben und im Integument. — Fig. 135. Medianer Längsschnitt des Fruchtknotens, den Verlauf des Pollenschlauches zeigend. 80: 1.

ein Schwammparenchym mit zierlich netzförmiger Anordnung der Zellen darstellt. Diese Art unterscheidet sich hierin von den übrigen hier untersuchten *Geum*-Arten, erinnert aber einigermaßen an die Gattungen *Cowania* und *Purshia*.

Die Gattungen *Geum* und *Waldsteinia* sind durch ihren in der Fruchtwand verlaufenden leitenden Gewebestrang, sowie durch die stark verkürzte Bauchnaht, von allen übrigen Dryadoideen erheblich verschieden. *Fallugia* steht ihnen sonst am nächsten, sie stimmt mit ihnen durch die Verwachsung der Integumente und der Mikropyle, sowie durch den Ursprung der ovularen Gefäßbündel überein.

Allgemeiner Teil.

Griffel und Narbe.

Am Griffel verläuft seiner ganzen Länge nach die ventrale Rinne, welche sich nach unten in der Bauchnaht des Fruchtknotens fortsetzt. Sie kann auswendig als eine Furche sichtbar sein, nach innen ist sie aber immer geschlossen, indem die beiden sie umgebenden Flächen einander berühren. Die Rinne ist also nur eine Grenze, die zuweilen wenig deutlich, selten gänzlich obliteriert ist, wie bei *Prunus*. Nur bei *Alchemilla* dürfte die Rinne von Anfang an fehlen.

Das Gewebe, das den inneren Winkel dieser Rinne umgibt, ist zum leitenden Gewebe umgewandelt. Dieses bildet immer einen soliden Strang von dünnen, langgestreckten Zellen mit dichtem Plasma und mehr oder weniger aufgequollenen Wänden. Meistens liegt dieser Strang im Zentrum, zuweilen aber der Ventralseite genähert, wie bei *Geum*.

Im allgemeinen tritt das leitende Gewebe erst am Ende des Griffels an den Tag, um hier eine terminale Narbe zu bilden. Zuweilen öffnet sich dabei der oberste Teil der ventralen Rinne, so dass eine schaufelförmige Narbe entsteht, wie bei *Fragaria*, *Dryas*. Bei *Alchemilla*, wo die ventrale Rinne fehlt, ist die Narbe kugelrund und hat eine ganz ebene Fläche.

Eine weitere Verbreitung hat ein anderer abweichender Narbentypus, der dadurch ausgezeichnet ist, dass das leitende Gewebe längs der ventralen Seite des Griffels aus der Rinne hervortritt und eine oft sehr lange kammförmige Narbe bildet. An zwei verschiedenen Stellen im System tritt dieser Typus auf: unter den Kerrioideen und den Dryadoideen, zwei Abteilungen, die schwerlich mit einander verwandt sein können. Von den ersteren zeigen *Neviusia* und *Coleogyne* diesen Narbentypus in ausgeprägter Form, *Rhodotypus* hat ihn schwach ausgebildet, *Kerria* gar nicht. Unter den Dryadoideen ist er bei *Cercocarpus* am kräftigsten entwickelt, bei *Cowania*, *Chamaebatia* und wahrscheinlich auch *Purshia* noch recht ausgeprägt, bei *Fallugia* nur schwach ausgebildet; *Dryas*, *Waldsteinia* und *Geum* zeigen kaum Spuren davon. Es ist mir aufgefallen, dass der kammförmige Narbentypus in seiner extremen Ausbildung bei drei Gattungen auftritt, welche durch den Mangel an Blumenblättern ausgezeichnet sind, nämlich *Coleo-*

gyne, *Neviusia* und *Cercocarpus*. Vielleicht bezeichnen diese lang ausgezogenen Narben eine Anpassung an Bestäubung durch den Wind.

Bauchnaht.

Bei den primitiven Typen mit vielsamigen Balgkapseln erstreckt sich die Bauchnaht längs der ganzen Ventralseite des Fruchtknotens, fast bis zum Grunde, wie bei *Kageneckia* und *Neillia*, und ebenso bei der synkarpen *Cydonia*. Oder sie reicht wenigstens so weit hinab, wie die Placenta, welche sie durchsetzt, wie bei *Physocarpus*, *Spiraea*, *Eriogynia*, *Sibiraea*, *Sorbaria*, *Chamæbatiaria*. Auch bei vielen Gattungen mit aufrechten, am Grunde sitzenden Samenanlagen finden wir eine bis an den Grund reichende Bauchnaht, wie bei *Vauquelinia*, *Gillenia*, *Pyrus*.

Stark verkürzt ist dagegen die Bauchnaht bei Typen mit einer oder zwei hängenden Samenanlagen, indem sie nur bis zu dem Niveau reicht, wo die Samenanlagen befestigt sind. Bei *Nuttallia* liegt dieses Niveau ziemlich tief, und die Bauchnaht ist daher weniger verkürzt. Weit kürzer ist sie bei *Rubus*, *Rosa* und den Sanguisorbeen. *Rhodotypos* macht hiervon eine Ausnahme, denn die Bauchnaht dehnt sich hier unterhalb der Samenanlagen, fast bis zum Grunde des Fruchtknotens aus, was wohl darauf hindeutet, dass diese Gattung einen relativ primitiven Typus darstellt.

In einer anderen Weise wird die Bauchnaht verkürzt, nämlich von oben, wenn der Griffel auf die ventrale Seite des Fruchtknotens herabrückt. Bei *Nuttallia* und *Rubus* ist dies in geringerem Grade der Fall, sehr ausgeprägt bei *Kerria* und den Potentillen. Bei den letzteren ist die Bauchnaht fast auf einen lineären Porus reduziert.

Hieran erinnernde Verhältnisse treten auch in der Reihe mit aufrechten Samenanlagen auf. Bei *Cotoneaster* ist der Griffel nur wenig auf die Ventralseite hinabgerückt, eine Bauchnaht kann aber nur am Grunde des Fruchtknotens entdeckt werden. Oberhalb dieses Niveaus verläuft der leitende Gewebestrang nahe der ventralen Oberfläche, und hier ist daher wahrscheinlich keine Bauchnaht, sondern nur eine Fortsetzung der ventralen Rinne des Griffels vorhanden.

Bei *Waldsteinia* scheinen die Verhältnisse ungefähr so, wie bei *Cotoneaster* zu liegen, obgleich der Griffel terminal ist. Das leitende Gewebe hat denselben Verlauf, und erst am Grunde tritt ein kleiner Spalt auf, der die Bauchnaht vorstellt. Bei *Geum* hat der leitende Strang denselben Verlauf, bei *Waldsteinia*, und die Bauchnaht, von der nur schwache Spuren zu sehen sind, hat dieselbe basale Lage.

Bei *Fallugia* scheint die Bauchnaht die ganze Länge des Fruchtknotens einzunehmen. Bei *Chamæbatia* war eine Spur der Bauchnaht nur gleich unterhalb des Griffels zu sehen. Die übrigen Dryadoideen zeigten keine Spuren derselben. Diese Gruppe scheint in bezug auf die Ausdehnung der Bauchnaht ziemlich verschiedene Verhältnisse aufzuweisen. Dies beruht wohl zum Teil auf der Unvollständigkeit meiner Beobachtungen. Untersuchungen früherer Entwicklungsstadien sind von Nöten, um hierüber grössere Klarheit zu gewinnen.

Gefässbündelverlauf. Insertion der Samenanlagen.

Im allgemeinen verlaufen im Fruchtblatt 3 Gefässbündel, eines in der Dorsallinie, zwei neben der Ventrallinie, also in den beiden Fruchtblatträndern. Im Griffel können sie zuweilen mehr oder weniger zusammenfliessen, wie bei *Rhodotypus*, *Neviusia*, *Waldsteinia*. Bei *Comarum* und *Fragaria* ist das dorsale Bündel im Griffel unterdrückt, bei *Alchemilla* enthält er gar keine Gefässbündel. Im Griffel kommen accessorische Gefässbündel selten vor, nämlich bei *Agrimonia*, *Gillenia*, *Cercocarpus*, *Chamaebatia*. Im Fruchtknoten wird aber oft die Anzahl der Gefässbündel durch Verzweigungen vermehrt. Ein paar solcher accessorischer Bündel findet man bei *Spiræa*, *Sibiræa*, *Neillia*, *Vauquelinia* und *Cercocarpus*. In grösserer Zahl treten sie auf bei *Physocarpus*, *Exochorda*, *Nuttallia*, *Prunus*, *Rubus*, *Rosa*, *Rhodotypus*, *Kerria*, *Kageneckia*, *Gillenia*, *Cowania* und *Purshia*.

In Fruchtknoten mit mehreren Samenanlagen sitzen diese immer symmetrisch in zwei parallelen Reihen längs der Fruchtblattränder. Sind nicht mehr als zwei Samenanlagen vorhanden, entspringen sie immer je einem Fruchtblattrande rechts und links von der Mediane. Sie sind dabei immer ungefähr in gleicher Höhe befestigt, auch wenn die eine auf der anderen lagert. Diese Lage wird bei *Rubus* und *Ulmaria* dadurch erreicht, dass die eine Samenanlage sich nach oben, die andere nach unten richtet, bei *Mespilus* und *Fallugia* durch die Verlängerung des Funiculus der einen Samenanlage.

Wenn nur eine Samenanlage vorhanden ist, ist sie in den meisten Fällen neben der Medianlinie befestigt, und ihr Gefässbündel ist ein Ast des in dem einen Fruchtblattrande verlaufenden Bündels; so bei den Rosoideen und bei *Neviusia*, *Waldsteinia* und *Geum*. Offenbar bezeichnet diese Art der Befestigung der Samenanlage einen Typus, der mit den vielsamigen übereinstimmt und daher als primitiver anzusehen ist, als derjenige, der durch mediane Insertion der Samenanlage ausgezeichnet ist. Dies ist der Fall bei *Kerria* und den Dryadoideengattungen *Dryas*, *Cowania*, *Purshia* und *Cercocarpus*. Hier findet man im Grunde der Blüte ein ganz medianes Gefässbündel, bei *Cowania* und *Purshia* sogar einen Komplex von Bündeln, der zwischen den beiden ventralen Bündeln liegt, und dies Bündel oder dieser Bündelkomplex setzt sich im Gefässbündel der Samenanlage fort.

In der Regel endigt das Gefässbündel der Samenanlage in der Chalaza. Ausnahmsweise kann dies Bündel sich verzweigen und Äste in das Integument, oder, wenn zwei vorhanden sind, ins äussere senden. Am stärksten sind diese Verzweigungen entwickelt bei *Waldsteinia*, *Nuttallia* und *Prunus*, einzelne Zweige treten bei *Exochorda* und *Rhodotypus* auf.

Funiculus. Obturator.

Der Funiculus ist bei den Rosaceen sehr kurz, häufig fehlt er aber gänzlich, nämlich bei drei Gattungen der Spirææ, *Sibiræa*, *Aruncus* und *Holodiscus*, und weiter bei den meisten stark reduzierten Typen, also bei der Mehrzahl der Rosoideæ, Kerrioideæ

und Dryadiodea. *Ulmaria* hat einen gleichmässig dünnen Funiculus, sonst ist er überall in verschiedener Weise verdickt.

Der Funiculus von *Neillia* (Fig. 1) bildet eine kleine warzenförmige Erhebung, die in einen kurzen Hals übergeht. Die Warze ist zwar von leitendem Gewebe überzogen, sie berührt aber die Integumentspitze nicht und fungiert also nicht als Obturator. Dieselbe Form hat der Funiculus bei *Gillenia* (Fig. 84).

Bei *Spiraea* und *Sorbaria* fehlt der halsförmige Teil des Funiculus, dieser bildet eine stumpfe Warze, die durch eine Einschnürung gegen die Samenanlage abgesetzt ist, Die Integumentspitze berührt die eine Seite der Warze, welche etwas stärker vorgewölbt sein kann, und hat also die Funktion eines Obturators. Ein selbständiges, neben der Samenanlage stehendes Gebilde, wie es PÉCHOUTRE beschrieben hat, ist dieser Obturator nicht.

Selbständige Obturatoren sind dem Anscheine nach bei den Prunoideen, sowie bei *Exochorda* und *Adenostoma* vorhanden. Bei *Pygeum* bildet aber dieser Obturator nur den oberen Teil einer kragenförmigen Erhebung, welche den Grund der Samenanlage umgibt. Bei *Nuttallia* setzt sich der Obturator an der Medianseite in einer Leiste fort, die unterhalb der Samenanlage in einer Anschwellung endigt. Ich kann diese Gebilde nicht anders auffassen, denn als vom Funiculus gebildet, und ziehe daraus den Schluss, dass die Obturatoren aller der oben erwähnten Gattungen dem Funiculus angehören.

Bei *Kageneckia* stellen die Funiculi breite und niedrige Warzen dar, gegen welche die Integumentspitzen angedrückt liegen. Bei *Cydonia* und *Cotoneaster* ist der Funiculus lateral vorgewölbt, um die Spitze der pleurotropen Samenanlage zu berühren. Bei *Vauquelinia* und den übrigen Pomoideen, die aufrechte Samenanlage haben, wölbt er sich nach unten vor, oft so kräftig, dass er ein selbständiges Gebilde zu sein scheint, besonders wenn er an den übrigen Seiten der Samenanlage kaum bemerkbar ist, wie bei *Pyrus*. Auch in solchen Fällen ist der Obturator der Pomoideen sicher nichts als ein einseitig vergrösserter Funiculus.

Unter den Rosoideen haben nur *Rubus* und *Rosa* Funiculi, die auch bei ihnen kragenförmig verbreitert sind. Bei beiden dient der Funiculus zur Leitung der Pollenschläuche, bei *Rosa* ist sein oberer Teil gegen die Integumentspitze vorgewölbt und dient als Obturator.

Bei *Rhodotypos* treten an der unteren Seite der beiden Funiculi Verdickungen auf und bilden zusammen einen Querwulst, dem vielleicht eine leitende Funktion zukommen kann, da die Pollenschläuche bis zu einem tiefen Niveau hinabdringen. Oberhalb der Insertionsstelle der Samenanlage trägt aber die Fruchtknotenwand eine hügelartige Erhebung, die mit dem Funiculus gar nicht zusammenhängt. Sie ist einem Obturator ähnlich und dient zur Leitung der Pollenschläuche, berührt aber die Integumentspitze nicht.

Integumente. Mikropyle.

PÉCHOUTRE hat die Entwicklung der Integumente bei einer grossen Anzahl von Rosaceen untersucht. Überall findet er Initialen zweier Integumente, diejenigen des

inneren Integuments epidermal, diejenigen des äusseren subepidermal, auch wenn die Integumente von Anfang an verwachsen sind (PÉCHOUTRE 1902, p. 148): »que même dans les cas les plus prononcés de condescence, il n'y a jamais confusion des diverses initiales, et qu'on peut toujours, au début, reconnaître l'origine épidermique du tégument interne et l'origine sous-épidermique du tégument externe». Ich lasse es dahingestellt, ob es überhaupt möglich ist, in solchen Fällen Initialen der Integumente mit genügender Objektivität zu konstatieren. PÉCHOUTRE geht aber weiter, indem er in seinen Abbildungen späterer Entwicklungsstadien solcher kongenital verwachsener Integumente Grenzlinien zwischen den beiden Integumenten gezogen hat, welche nicht existieren, sondern nur seine theoretische Deutung angeben. Diese Bezeichnungsweise ist aber unvorsichtig, weil sie leicht zu einer irrthümlichen Auffassung der tatsächlichen Verhältnisse führen kann. Bei vier Gattungen, *Geum*, *Fragaria*, *Potentilla* und *Alchemilla* soll nach PÉCHOUTRE (l. c., p. 150) nur ein Integument vorhanden sein »par avortement du tégument interne». Initialen beider Integumente sollen anfangs auftreten, diejenigen des inneren sollen sich aber, wenn ich ihn recht verstanden habe, nicht weiter entwickeln. Wenn ein solcher Unterschied zwischen jenen Gattungen und den übrigen Rosoideen besteht, was wahrscheinlich sehr schwer zu konstatieren ist, so kann ich jedoch derselben keine so grosse Bedeutung beimessen, wie JACOBSSON-STIASNY (1914, p. 34) es tut. Das einfache Integument entspricht bei den Rosaceen immer zwei Integumenten, die schon in der Anlage verschmolzen sind.

Wie zu erwarten ist, finden wir das primitive Verhalten, also zwei wenigstens im terminalen Teil getrennte Integumente, bei den in bezug auf den Bau des Gynäceums primitivsten Typen, den Quillajeen und den Neillieen. Es zeigt sich auch, dass die in bezug auf die Orientierung der Fruchtblätter primitiveren, also die episepalen Typen, fast durchgehend getrennte Integumente haben, nämlich die Quillajeen, die Pomoideen (ausser *Raphiolepis*), *Gillenia*, *Nuttallia* und *Exochorda*. Nach PÉCHOUTRE haben mehrere Prunoideen getrennte Integumente, ich fand sie getrennt bei *Prinsepia*, verwachsen bei *Prunus*. Zwei Integumente haben endlich die Mehrzahl der Dryadoideen, sowie eine Gattung der Spiräeæ, *Eriogynia*.

Verwachsene Integumente haben dagegen die Gattungen der epipetalen Reihen, mit Ausnahme der Neillieæ, also die Spiräeæ (ausser *Eriogynia*), und die Kerrioideæ. Ebenso alle übrigen Gattungen mit hängenden Samenanlagen, nämlich *Ulmaria* und die Rosoideæ. Endlich gehören hierher drei Dryadoideen, *Fallugia*, *Waldsteinia* und *Geum*.

Wo die Integumente getrennt sind, sind sie meistens von gleicher Länge, so dass die Spitze des inneren freiliegt und allein die Mikropyle bildet. Weniger ausgeprägt ist dieses Verhältnis bei den Sorbarieen und den Pomoideen, ich fand aber auch bei ihnen, dass das innere Integument zur Zeit der Befruchtung mit seiner Spitze den Obturator berührt. Dagegen ist das innere Integument vom äusseren vollständig eingeschlossen bei denjenigen Gattungen der epipetalen Reihe, die 2 Integumente haben, nämlich den Neillieen und *Eriogynia*.

Aus dem Verhalten der Integumente kann man vielleicht einen Beweis dafür holen, dass die Dryadoideen aus den episepalen Reihen, die Rosoideen aus den epipetalen hervorgegangen sind. Wir könnten dann zu dem Schlusse gelangen, dass der

Übergang von getrennten zu verwachsenen Integumenten in der epipetalen Reihe ziemlich früh stattgefunden habe, unter den Episepalen dagegen erst in vorgerückteren phylogenetischen Stufen und an mehreren Punkten.

Unter den mit zwei Integumenten versehenen Gattungen nimmt *Dryas* eine Sonderstellung ein, indem die Ränder des frei hervortretenden inneren Integuments verwachsen sind, so dass die Mikropyle obliteriert ist. Eine Obliteration der Mikropyle kommt sonst nur bei Gattungen mit verwachsenen Integumenten vor, und zwar bei drei anderen Dryadoideen, *Fallugia*, *Waldsteinia* und *Geum*, bei *Ulmaria* und bei allen Rosoideen. Offenbar ist die Obliteration der Mikropyle eine spät eingetretene Erscheinung, denn sie tritt ausschliesslich bei Gattungen mit einsamigen Früchten auf. Von diesen haben nur drei noch 2 Samenanlagen, nämlich *Ulmaria*, *Rubus* und *Fallugia*, alle übrigen haben nur 1 Samenanlage, zeigen also den höchsten Grad der Reduktion.

Die Vorgänge, durch welche die Mikropyle verschlossen wird, dürften im allgemeinen mit einer Ausdehnung derselben in der Richtung der Medianebene eingeleitet werden. Sie wird dadurch zu einer Spalte, diese schliesst sich aber, weil die Ränder des Integuments durch tangentielle Teilungen zu beiden Seiten der Spalte in die Dicke wachsen. Am deutlichsten ist dies bei *Rubus*, aber auch bei *Ulmaria*, *Fallugia* und *Geum* ist die mediane Grenzlinie zu sehen, während bei den Rosoideen die Spuren der Verwachsung verwischt sind.

Auch bei *Rhodotypus* fehlt die Mikropyle, wie PÉCHOUTRE (1902, p. 99) nachgewiesen hat, jedoch nicht durch Obliteration, sondern dadurch dass der Nucellus mit seiner Spitze aus dem Integumente hervortritt. Wahrscheinlich verhält es sich so auch bei *Coleogyne* und vielleicht bei *Neviusia*. Ausser bei diesen Kerrioideen habe ich dies eigentümliche Verhalten nur bei der Prunoidee *Prinsepia* beobachtet.

Leitendes Gewebe. Porogamie und Aporogamie.

Im Griffel bildet das leitende Gewebe einen soliden Strang von dünnen, langgestreckten Zellen mit dichtem Inhalt und ein wenig gequollenen Wänden. Wenn im Griffel eine ventrale Rinne sichtbar ist, umfasst das leitende Gewebe den inneren Winkel dieser Rinne. Ohne Zweifel steht der leitende Gewebestrang immer in diesem Verhältnis zur ventralen Rinne, auch wenn sie durch Verwachsung völlig verschwunden ist. Nur bei *Alchemilla* dürfte der Griffel ein centrales Leitgewebe entwickeln.

Im Fruchtknoten kann das leitende Gewebe verschiedene Lagen einnehmen. Das primitivste Verhältniss dürften wir bei *Neillia*, *Spirea* und *Sorbaria* finden. Hier liegt es nämlich in der Bauchnaht, nimmt also eine entsprechende Lage, wie im Griffel ein. Die beiden die Bauchnaht begrenzenden Zellschichten bilden nämlich ein leitendes Gewebe, das also nur aus 2 Zellschichten besteht. Nach innen setzen sich diese Zellschichten in der leitenden Epidermis fort, welche die warzenförmigen Funiculi bekleidet. Die Pollenschläuche wachsen im Griffel und in der Bauchnaht endotrop, in der Fruchtknothöhle gelangt ektotrop. Das Niveau, an welchem sie die Bauchnaht verlassen, um nach innen zu kehren, ist verschieden, meistens tun sie es aber schon oben.

Eigentümlich sind diese Verhältnisse bei *Rhodotypus*. Das leitende Gewebe be-

gleitet auch hier die Bauchnaht und endigt erst unterhalb der Samenanlagen. Erst auf diesem Niveau tritt es mit der Fruchtknotenhöhlung in Verbindung. Die Pollenschläuche wachsen von hier aus längs der ventralen Fläche im Fruchtknoten nach oben, um an die Spitze der hemianatropen Samenanlage zu gelangen.

Bei der Mehrzahl der Rosaceen endigt dagegen der leitende Gewebestrang des Griffels in der oberen ventralen Ecke des Fruchtknotenraums und geht hier in eine leitende Epidermis über. Bei *Exochorda*, den Prunoideæ, *Adenostoma*, *Rubus* und *Rosa* werden die Pollenschläuche hier von den Funiculi empfangen, die bei allen ausser *Rubus* als oberständige Obturatoren ausgebildet sind.

Solche Vorrichtungen fehlen bei *Physocarpus*, *Sibiræa*, *Aruncus* und *Holodiscus*. Eine leitende Epidermis dehnt sich hier längs der Ventralseite des Fruchtknotenraums aus und reicht bis zum unteren Ende der Placenta.

Bei aufrechter Stellung der Samenanlagen sind diese am Grunde des Fruchtknotens befestigt, und eine leitende Fläche zieht sich daher von oben bis zum Grunde hinab. *Gillenia* zeigt diesen Typus sehr ausgeprägt. Dicht an der Bauchnaht verlaufen hier zwei parallele Erhebungen, die von einer leitenden Epidermis überzogen sind, und diese setzt sich dann an den warzenförmigen Funiculi fort. Dieselbe Anordnung finden wir bei *Vauquelinia*, *Pyrus* und *Amelanchier*. Die Funiculi haben hier unterständige Obturatoren entwickelt. Bei *Mespilus* fehlen die leitenden Flächen im Fruchtknoten, weil er besonders an der ventralen Seite stark verkürzt ist.

Einen einfacheren Bau dieser leitenden Fläche zeigen die meisten Dryadoideen. Bei *Cowania*, *Purshia* und *Cercocarpus* verläuft an der inneren ventralen Fläche des Fruchtknotens eine Rinne, die mit einer leitenden Epidermis bekleidet ist. Bei *Fallugia* und *Dryas* ist diese Rinne nur schwach angedeutet. Bei *Waldsteinia* und *Geum* finden wir ganz andere Verhältnisse.

Einen besonderen Typus bilden nämlich in dieser Beziehung die Gattungen *Cotoneaster*, *Waldsteinia* und *Geum*, bei welchen der aus dem Griffel kommende Strang von leitendem Gewebe sich nach unten fortsetzt, in der ventralen Fruchtknotenwand verlaufend, und erst am Grunde in den Fruchtknotenraum einmündend. Hier befindet sich bei *Cotoneaster* und *Waldsteinia* eine kurze, die Fruchtknotenwand durchsetzende Spalte, welche die Bauchnaht darstellt. Oberhalb dieser Stelle ist bei *Cotoneaster* keine Bauchnaht zu sehen, wahrscheinlich befindet sich hier nur eine Fortsetzung der ventralen Rinne des Griffels, und am Boden derselben hat sich das leitende Gewebe entwickelt. Ich vermute, dass es sich ebenso bei *Waldsteinia* verhält, ob auch bei *Geum*, lasse ich dahingestellt sein.

Bei Gattungen mit einer einzigen hängenden Samenanlage enthält der Fruchtknoten im allgemeinen kein leitendes Gewebe, weil der leitende Gewestrang des Griffels bis zum Grunde der Samenanlage reicht. Bei *Fragaria* hat jedoch die Samenanlage selbst an ihrer Ventralfläche eine leitende Epidermis ausgebildet.

Alle Rosaceen, die eine Mikropyle besitzen, dürften porogam sein. Zwar habe ich bei einigen Gattungen keine Pollenschläuche in der Mikropyle gesehen, weil mir bestäubte Blüten fehlten, nämlich bei *Quillaja*, *Cydonia*, *Mespilus*, *Gillenia*, *Pygeum*, *Prinsepia*, *Stephanandra*, *Sibiræa*, *Aruncus* und *Holodiscus*. Bei der Mehrzahl dieser Gat-

tungen dürfte desungeachtet kein Zweifel obwalten können, dass sie porogam sind. Nur für die beiden letzterwähnten wäre es vielleicht von nöten, die Sache näher zu prüfen, und auch bei *Adenostoma* und *Chamæbatia*, von denen ich nur Herbarmaterial hatte, bleibt die Sache vielleicht ungewiss. In keinem Falle ist beobachtet worden, dass die Pollenschläuche, wie z. B. bei *Ulmus*, die Mikropyle umgehen und durch das Integument wachsen. Nur *Purshia* ist als Ausnahme zu erwähnen, denn hier wächst der Pollenschlauch nicht den geraden Weg durch die Mikropyle, sondern macht Abschwenkungen in das Gewebe der Integumentspitze.

Aporogamie und endotropes Wachstum des Pollenschlauchs muss immer stattfinden, wo die Mikropyle obliteriert ist, also bei *Ulmaria*, den Rosoideen, *Dryas*, *Fallugia*, *Waldsteinia* und *Geum*. Die Anfangsstufe nimmt in dieser Hinsicht *Rubus* ein. Der vom Funiculus kommende Pollenschlauch setzt nämlich an der oberen Fläche der Integumentspitze sein ektotropes Wachstum fort, und erst an der Mitte dieser Fläche angelangt dringt er in vertikaler Richtung ins Integument hinein, so dass es so aussieht, als wachse er hier in einer Mikropyle. Bei den übrigen Rosoideen und bei *Fallugia* dringt er dagegen in schiefer oder fast horizontaler Richtung durch das Integument, wobei er sich so ziemlich an die Medianebene hält. Bei *Geum* findet aber das Eindringen seitlich von dieser statt, und dies scheint mir eine spätere Stufe in der Entwicklung zu bezeichnen.

Ulmaria zeigt aber einen noch weiter gehenden Endotropismus, indem der Pollenschlauch schon in das Gewebe des Funiculus eindringt. Es scheint aus diesem Grunde kaum möglich, die Rosoideen von *Ulmaria* abzuleiten. Der Übergang von Porogamie zur Aporogamie hat also wahrscheinlich an drei verschiedenen Punkten im Systeme der Rosaceen stattgefunden: bei *Ulmaria*, bei den Rosoideen und in der Reihe der Dryadoideen.

Es geht aus dieser Übersicht hervor, dass alle primitiveren Typen der Rosaceen porogam sind, und dass die Aporogamie ausschliesslich bei stark reduzierten Typen auftritt. Alle Aporogamen sind einsamig, alle ausser *Ulmaria*, *Rubus* und *Fallugia* haben nur eine Samenanlage.

In meiner Arbeit über *Hippuris* (1911, p. 14) besprach ich die damals bekannten Fälle von Verschluss der Mikropyle und endotropem Verlauf der Pollenschläuche. Ich hob dabei hervor, dass die Gattungen, bei denen ein Verwachsen der Mikropyle bekannt war, alle durch einsamige Karpiden ausgezeichnet seien. Seit der Zeit sind zwei neue Fälle von Aporogamie beschrieben worden, von RÖSSLER (1911) bei *Acer* und von GRIMM (1912) bei *Rhus*. Bei *Acer* wächst der Pollenschlauch nur durch die Spitze des inneren Integuments, bei *Rhus* dringt er schon in den Funiculus hinein. Bei *Rhus* ist die Mikropyle offen, bei *Acer* dringt der Nucellus durch ihre Mündung hervor.

Die Fälle, in welchen Aporogamie mit Verwachsen der Mikropyle verbunden ist, sind die folgenden: *Urtica*, *Elatostema*, *Cannabis*, *Humulus*, *Ficus*, *Dorstenia*, *Cynomorium*, *Gunnera*, *Stackhousia*(?), *Plantago*(?), sowie mehrere Rosaceen. Bei folgenden aporogamen Gattungen ist dagegen die Mikropyle nicht verwachsen: *Casuarina*, mehreren Betulaceen, *Juglans*, *Carya*, *Ulmus*, *Celtis*, *Rhus*, *Acer* und *Hippuris*.¹ Alle diese

¹ Bei *Cucurbita* ist nach LONGO (1903) die Mikropyle nicht verschlossen, der Nucellus dringt nämlich

Gattungen haben einsamige Karpiden, die Mehrzahl in jedem Karpid nur eine Samenanlage. Dies Verhältnis spricht entschieden gegen die Ansicht, dass die Apogamie eine primitive Erscheinung sei.

Verwertung der Resultate für das System der Familie.

Als spezielle Ergebnisse der Untersuchung sind zu verzeichnen: *Exochorda* und *Adenostoma* gehören in den Verwandtschaftskreis der Prunoideen; *Coleogyne* ist mit *Rhodotypus* verwandt.

In den folgenden Erörterungen knüpfte ich an das in S. 10 gelieferte Schema an, in welchem sämtliche Gattungen der Familie, soweit es möglich war, nach den beiden Prinzipien, Orientierung der Fruchtblätter und Orientierung der Samenanlagen, provisorisch geordnet wurden. Die oligomeren und polymeren Typen konnten dabei nur nach dem letzteren Prinzip geordnet werden. Nur für einige der oligomeren konnte ohne Schwierigkeit ein Anschluss an epise pale oder epipetale Reihen gefunden werden, weil ihre Verwandtschaft mit bestimmten Gattungen derselben unzweifelhaft war (vergl. S. 11). Nach dem Ausscheiden dieser Gattungen werden die vier Abteilungen im Schema, welche die oligo- und polymeren Gattungen enthalten (III b, IV b, III c und IV c) weit homogener. Die beiden Reihen mit aufrechten Samenanlagen entsprechen dann zusammen den Dryadinæ und Cercocarpeæ FOCKE's, welche ich als Dryadoideæ zusammengeschlagen habe. Die Reihen mit hängenden Samenanlagen entsprechen in FOCKE's System den Rubinæ, Potentillinæ, Ulmarieæ, Sanguisorbeæ und Roseæ, in meiner obigen Darstellung den Gruppen Rosoideæ und Ulmarieæ.

Um für jene beiden Reihen, Dryadoideæ und Rosoideæ, eine Anknüpfung an die epise palen und epipetalen Reihen zu finden, gibt es vielleicht einen Anhaltspunkt, nämlich das Verhalten der Integumente. In der epipetalen Reihe finden wir fast überall völlig verwachsene Integumente, nur am Anfang der Spiræoideen-Reihe kommen noch getrennte Integumente vor (*Neillieæ*, *Eriogynia*), und dann ist das innere Integument vom äusseren eingeschlossen. Bei allen Rosoideen sind auch die Integumente völlig verwachsen, und dies scheint mir ein Grund zu sein, sie an die Epipetalen anzuschliessen, und zwar an die Spirææ. Aus demselben Grunde dürfte *Ulmaria* hier ihren Anschluss finden.

Die epise palen Reihen haben dagegen durchgehend getrennte Integumente, und in den allermeisten Fällen ist das äussere kürzer oder mit dem inneren gleichlang, so dass die Spitze des letzteren unbedeckt ist. Dieselben Merkmale finden wir auch bei den meisten Dryadoideen. Nur bei *Fallugia*, *Waldsteinia* und *Geum* ist Verwachsung der Integumente eingetreten. Aus diesem Grunde halte ich es für wahrscheinlich, dass die Dryadoideen aus den epise palen Reihen hervorgegangen sind, wobei die Gillenieen oder die Quillajeen in Betracht kommen können.

mit seiner Spitze durch die Mündung des äusseren Integuments hervor, und das endotrope Wachstum des Pollenschlauchs findet nicht in der Samenanlage statt, sondern in einem leitenden Gewebe.

Wir wären demnach im stande, die ganze Familie in zwei phylogenetische Hauptreihen oder Reihengruppen zu zerlegen:

Episepale Reihe. Fruchtblätter, wenn isomer, vor den Kelchblättern; Integumente getrennt, erst am Ende der Entwicklungsreihe tritt bei einigen Gattungen Verwachsung ein.

Epipetale Reihe. Fruchtblätter, wenn isomer, vor den Blumenblättern; Integumente verwachsen, nur am Anfang der Reihe bei einigen Gattungen noch getrennt.

Unter den *Episepalen* stellen die Gattungen *Kageneckia* und *Quillaja* den primitivsten Typus dar, von welchem mehrere Reihen sich in verschiedenen Richtungen entwickelt haben. Eine besondere und eigentümliche Entwicklungsrichtung haben die *Pomoideæ* eingeschlagen, durch Verwachsung der Fruchtblätter untereinander und mit dem fleischig werdenden Blütenboden. An den Anfang dieser Reihe muss *Cydonia* gestellt werden. Durch ihre zahlreichen liegenden Samenanlagen stimmt sie mit *Quillaja* und *Kageneckia* überein, und vom *Cydonia*-Typus können die meisten übrigen *Pomoideen* abgeleitet werden. Nur *Cotoneaster* kann diesen Ursprung nicht haben. Bei *Cydonia* sind nämlich die Fruchtblätter mit einander völlig verwachsen, bei *Cotoneaster* dagegen sind sie untereinander ziemlich frei und nur mit dem Blütenboden verwachsen. Auch durch die basale Lage der Bauchnaht und durch den Verlauf des leitenden Gewebes in der Fruchtknotenwand unterscheidet sich diese Gattung nicht wenig von den übrigen *Pomoideen*. Diese zerfallen daher in die Reihen *Cotoneastereæ* und *Pyreæ*.

Die anderen von dem *Quillaja-Kageneckia*-Typus ausgegangenen Reihen gehen in bezug auf die Orientierung der Samenanlagen auseinander. Sie sind aber zum Teil schwierig zu begrenzen, weil sie an ihren Ausgangspunkten noch mehr oder weniger zusammenhängen. Zum Teil besteht zwischen den Reihen mit aufrechten und denjenigen mit hängenden Samenanlagen eine deutliche Analogie.

In einem Paare solcher Reihen ist das spezifische *Quillajeen*-Merkmal, die Beflügelung der Samen, noch erhalten. Die apotrope Reihe enthält nur *Vauquelinia*, die mit *Quillaja* und *Kageneckia* sehr nahe verwandt sein dürfte und mit ihnen zusammen die Gruppe *Quillajeæ* bildet; die epitrope Reihe umfasst *Exochorda* und *Lindleya*.

Ein zweites Paar solcher Reihen ist durch weniger starke Reduktion der Samenanlagen ausgezeichnet. Die apotrope Reihe umfasst *Gillenia* und vielleicht *Spiræanthus*. Die epitrope besteht aus *Sorbaria* und *Chamæbatia*.

Die *Pruneen*, vor allem *Nuttallia*, schliessen sich den *Exochordeen* nahe an. Auch *Adenostoma* gehört zu diesem Verwandtschaftskreise.

Aus welcher Reihe unter den *episepalen* die *Dryadoideen* hervorgegangen sind, ist unsicher. Die *Quillajeen* oder die *Gillenieen* könnten in Betracht kommen, mit keiner dieser Gruppen kann aber eine deutliche Verwandtschaft nachgewiesen werden.

Es fragt sich übrigens, ob die *Dryadoideen* eine natürliche Abteilung bilden. Die verwandtschaftlichen Verhältnisse zwischen den Gattungen dieser Gruppe sind nämlich verwickelt. Dass *Cowania*, *Purshia*, *Cercocarpus* und *Chamæbatia* untereinander nahe verwandt sind, ist nicht zu bezweifeln. Sie stimmen in der Narbenform, in der medianen Insertion der Samenanlage und im Verlauf des Pollenschlauchs an der Fruchtknotenwandung überein. Eine andere natürliche Gruppe bilden *Waldsteinia* und *Geum*,

die sich durch terminale Narbe, laterale Insertion der Samenanlage und in der Fruchtknotenwand verlaufendes Leitgewebe von den vorigen unterscheiden. Die beiden übrigen Gattungen sind aber in diesen Merkmalen schwankend. *Dryas* hat die Insertion der Samenanlage und die Leitung der Pollenschläuche mit der *Cercocarpus*-Gruppe, die Narbenform mit der *Geum*-Gruppe gemeinsam. *Fallugia* stimmt in der Leitung der Pollenschläuche und gewissermassen auch in der Narbenform mit der *Cercocarpus*-Gruppe, überein, in der Insertion der Samenanlagen dagegen mit der *Geum*-Gruppe. Hierzu kommt noch das merkwürdige Verhalten, dass *Fallugia* durch den Besitz von 2 Samenanlagen eine primitive Stufe einnimmt, durch ihre verwachsene Mikropyle dagegen eine weit vorgeschrittene Entwicklung zeigt. Eine Aufteilung der Dryadoideen in zwei natürliche Gruppen stösst daher auf Schwierigkeiten, durch Herbeiziehen des Habitus und der Verbreitung wäre sie jedoch vielleicht in folgender Weise ausführbar:

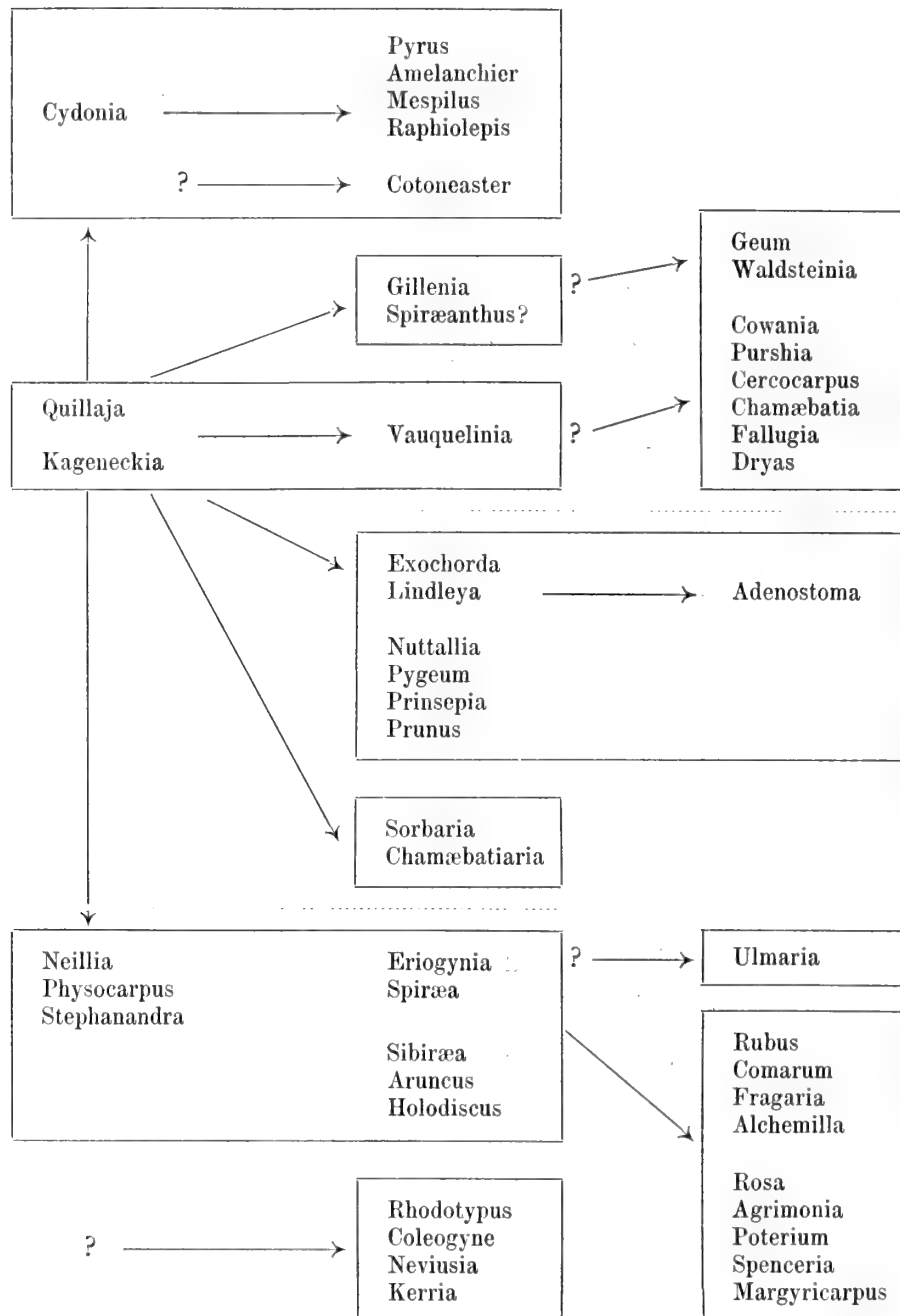
- 1) *Cercocarpeæ*. Narbe kammförmig ausgedehnt (ausser bei *Dryas*); leitendes Gewebe an der Innenfläche des Fruchtknotens; holzige Pflanzen, in Amerika heimisch (*Dryas* auch in der alten Welt). *Cercocarpus*, *Chamaebatia*, *Cowania*, *Purshia*, *Fallugia*, *Dryas*.
- 2) *Geeæ*. Narbe terminal; leitendes Gewebe in der Fruchtknotenwand; Kräuter, zum grössten Teil die alte Welt bewohnend. *Geum*, *Waldsteinia*, (*Coluria*?).

Die *Cercocarpeæ* können vielleicht durch unbekannte Zwischenformen von den Quillajeen abstammen. Ein Anzeichen dieser Verwandtschaft könnte in der eigentümlichen Form der Samenanlage von *Cercocarpus* gesucht werden. Die *Geeæ* haben mit *Gillenia* den krautigen Wuchs und die zusammengesetzten Blätter gemeinsam, eine nähere Verwandtschaft scheint hier jedoch kaum vorzuliegen.

Wenn die Dryadoideen zwei parallele Reihen bilden, so müssen wir annehmen, dass sie beide unabhängig von einander aporogame Typen hervorgebracht haben, einerseits *Dryas* und *Fallugia*, andererseits *Geum* und *Waldsteinia*.

Die epipetalen Reihen können aus dem episepalen *Quillaja-Kageneckia*-Typus hervorgegangen sein. Am Anfang einer solchen Reihe stehen die Neillieen. Aus diesem mit liegenden (oder unbestimmt orientierten) Samenanlagen versehenen Typus sind ausschliesslich Reihen mit hängenden Samenanlagen entwickelt. Zunächst die *Spirææ* mit weniger reduzierter Zahl der Samenanlagen. Diese haben sich in zwei verschiedenen Richtungen entwickelt: *Eriogynia* und *Spiræa* haben ihre Funiculi stärker ausgebildet, *Sibiræa* und *Aruncus* haben sie unterdrückt. Von den *Spirææ* sind verschiedene Reihen mit reduzierter Zahl der Samenanlagen hervorgegangen. *Holodiscus* nähert sich durch den fehlenden Funiculus an *Sibiræa* und *Aruncus* und kann noch den *Spirææ* zugezählt werden. Etwas weiter entfernt stehen die *Rosoideæ* und die *Ulmariææ*, die sich sämtlich durch Aporogamie auszeichnen.

Am Anfang der *Rosoideen*-Reihe stehen die Gattungen *Rubus* und *Rosa*, welche durch den verdickten Funiculus an den *Spiræa*-Typus erinnern, sich aber durch die Polymerisation den Gynäceums vom ihm entfernt haben. In beiden ist eine zweite Samenanlage als mehr oder weniger entwickeltes Rudiment vorhanden. Eine noch stärkere Reduktion zeigen die wahrscheinlich aus dem *Rubus*-Typus hervorgegangenen *Potentillen*, die nur eine Samenanlage ganz ohne Funiculus haben. Am Ende dieser Reihe



ist das polymere Gynæceum wiederum reduziert worden, nämlich bei *Alchemilla*. Eine in analoger Weise reduzierte Reihe ist aus dem *Rosa*-Typus hervorgegangen, nämlich die Sanguisorbeen.

Ulmaria unterscheidet sich von den Rosoideen durch ihren geräumigen Fruchtknoten und den dünnen Funiculus. Sie dürfte wohl auch von den Spirææe abstammen, obgleich auch unter ihnen dieser Funiculus-Typus nicht vorkommt.

Eine besondere Reihe der Epipetalen bilden die Kerrioideen. Mit den Rosoideen, zu denen sie gestellt worden sind, zeigen sie keine Verwandtschaft, aber auch kaum mit irgend einer anderen Gruppe. *Rhodotypus*, der am wenigsten reduzierte Typus der Kerrioideen, zeigt mehrere eigentümliche Züge, wie der frei hervortretende Nucellus, die hemianatropen Samenanlagen. Da hierzu kommt, dass die Früchte bei *Rhodotypus* steinfruchtartig sein sollen, so könnte man an eine Verwandtschaft mit den Pruneen denken, denn bei *Prinsepia* tritt auch der Nucellus aus der Mikropyle hervor. Man müsste dann annehmen, dass die epise pale Stellung der Fruchtblätter beim Übergang vom Pruneen-Typus sich in eine epipetale verändert hätte. *Rhodotypus* zeigt aber im Verlauf des Pollenschlauchs einen primitiveren Typus, als die Pruneen, und hat übrigens andere Merkmale, die bei keiner anderen Reihe der Familie auftreten, wie die merkwürdige Discusbildung und die gegenständigen Blätter. Ich vermute daher, dass die Kerrioideen einen früh abgesonderten und jetzt von der übrigen Familie isolierten Zweig darstellen.

Im nebenstehenden Tableau habe ich versucht, die oben hervorgelegten Ergebnisse und Ansichten anschaulich zu machen.

Die linke vertikale Reihe enthält die primitiven Typen mit liegenden Samenanlagen, die Reihe rechts die am meisten reduzierten Typen, die übrigen stehen in der Mitte. Die obere punktierte Linie bezeichnet die Grenze zwischen aufrechten und hängenden Samenanlagen, die untere zwischen epise palen und epipetalen Fruchtblättern.

Literaturverzeichnis.

- AGARDH, J. G., 1858. *Theoria systematis plantarum*. Lundæ.
- ALBANESE, 1904. Ein neuer Fall des Endotropismus des Pollenschlauches etc. *Sitz. ber. Akad. Wiss. Wien Math.-nat. Kl.*, 113:1.
- BAILLON, 1867—69. *Histoire des plantes*. I. Paris.
- DONELL-SMITH, 1914. Undescribed plants from Guatemala etc. *Botan. Gaz.*, 57.
- EICHLER, 1878. *Blüthendiagramme*. II. Leipzig.
- GRIMM, 1912. Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an *Rhus* und *Coriaria*. *Flora*, 104.
- HALLIER, H., 1908. Über *Juliania* etc. *Beih. Botan. Centralbl.*, 23:II.
- , 1912. L'origine et le système phylétique des Angiospermes exposés à l'aide de leur arbre généalogique. *Arch. Néerl. sc. ex. et nat.*, sér. III B, I.
- , 1913, in *Mededeel. Rijks Herbarium, Leiden*, 19.
- JACOBSSON-STIASNY, 1914. Versuch einer embryologisch-phylogenetischen Bearbeitung der Rosaceen. *Sitz. ber. Akad. Wiss. Wien, Math. Kl.*, 123:I.
- JUEL, 1911. Studien über die Entwicklungsgeschichte von *Hippuris vulgaris*. *N. A. R. Soc. Sc. Upsal.*, ser. IV, II.
- , 1914. Rosacéernas system. *Svensk botan. tidskrift*, 8, p. 464.
- , 1915. Über den Bau des Gynæceums bei *Parinarium*. *Arkiv för bot.*, 14.
- LONGO, 1903. Ricerche sulle Cucurbitacee e il significato del percorso intercellulare (endotropico) del tubetto polinico. *Atti Accad. Lincei, Cl. fis.*, ser. 5, IV.
- MATSSON, 1912. Till frågan om Rosornas befruktning. *Svensk bot. tidskr.*, 6.
- MAXIMOVICZ, 1879. Adnotationes de Spiræaceis. *Acta H. Petropol.*, VI:1.
- MURBECK, 1901. Ueber das Verhalten des Pollenschlauches bei *Alchemilla arvensis* und das Wesen des Chalazogamie. *Lunds Univ. Årsskrift*, 38:II.
- , 1915. Zur Morphologie und Systematik der Gattung *Alchemilla*. *Ibid.*, N. F. Afd. 2, 11.
- , 1916. Über die Organisation, Biologie und verwandtschaftlichen Beziehungen der *Neuradoideen*. *Ibid.*, N. F. Afd. 2, 12.
- PAYER, 1857. *Traité d'organogénie comparée de la fleur*. Paris.
- PÉCHOUTRE, 1902. Contributions à l'étude du développement de l'ovule et de la graine des Rosacées. *Ann. sc. nat.*, sér. 8, Bot., 16.
- RÜSSLER, 1911. Ein neuer Fall des Durchgangs eines Pollenschlauches durch das Integument. *Ber. Deutsch. botan. Ges.*, 29.
- RYDBERG, 1914. Notes on Rosaceæ. *Bull. Torrey bot. club*, 41.
- SAMUELSSON, 1913. Studien über die Entwicklungsgeschichte der Blüten einiger *Bicornes*-Typen. *Svensk bot. tidskr.*, 7.
- WARMING, 1913. Observations sur la valeur systématique de l'ovule. *Mindeskrift for J. Steenstrup, Köbenhavn*.
-

Inhalt.

Plan der Arbeit	S. 3
Vorausgeschickte Bemerkungen über die Prinzipien eines natürlichen Systems der Familie	» 6
Material und Methoden der Untersuchung	» 14
Spezieller Teil	» 15
Neillieæ	» 15
Spiræeæ	» 18
Sorbarieæ	» 21
Exochordeæ	» 22
Adenostomeæ	» 24
Pruneæ	» 25
Kerrioideæ	» 28
Ulmarieæ	» 35
Rosoideæ	» 37
Quillajeæ	» 45
Gillenieæ	» 48
Pomoideæ	» 49
Dryadoideæ	» 55
Allgemeiner Teil	» 67
Griffel und Narbe	» 67
Bauchnaht	» 68
Gefässbündelverlauf. Insertion der Samenanlage	» 69
Funiculus. Obturator	» 69
Integumente. Mikropyle	» 70
Leitendes Gewebe. Porogamie und Apogamie	» 72
Verwertung der Resultate für das System der Familie	» 75
Literaturverzeichnis	» 80

Tryckt den 12 oktober 1918.

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 58. N:o 6.

RESULTS
OF
DR. E. MJÖBERGS
SWEDISH SCIENTIFIC EXPEDITIONS
TO
AUSTRALIA 1910—1913
XIX.
HOLOTHURIOIDEA

VON
SVEN EKMAN
UPPSALA

MIT 5 TAFELN

—◆—
STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1918

Unten sollen die Resultate der Untersuchung einiger von Dr. E. MJÖBERG an der Küste Nordwestaustraliens eingesammelten Holothurien vorgelegt werden. Es ist mir dabei zunächst eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. HJ. THÉEL, der als Vorstand der Evertebratenabteilung des schwedischen Statsmuseums (Riksmuseums) zu Stockholm, wo die betreffende Sammlung deponiert ist, mir die Tiere zur Untersuchung überlassen hat, meinen Dank auszusprechen. Vielen Dank schulde ich auch Herrn Dr. MJÖBERG für verschiedene Mitteilungen über die lebenden Tiere.

Das Material enthält 66 Exemplare, die sich auf 18 bestimmbare Arten verteilen, wozu ein jugendliches Exemplar kommt, das sich nicht bis zur Art bestimmen liess. Von den 18 Arten gehören 15 den Dendrochiroten, nur 2 den Aspidochiroten und eine einzige den Synaptiden. 3 Arten sind der Wissenschaft neu, nämlich 2 *Colochirus*-Arten und eine *Cucumaria*.

Sämtliche Arten sind in Nordwest-Australien bei Broome und Cap Jaubert, somit vor der Küste des westlichen Teiles der Kimberley Division, eingesammelt worden. Die Wassertiefe war nirgends grösser als 25 m.

Auf tiergeographische Schlussfolgerungen verzichte ich gänzlich, denn unsre Kenntnis von der australischen Holothurienfauna ladet gar nicht dazu ein. Wie unvollständig dieselbe ist, geht daraus hervor, dass von den 18 von mir untersuchten Arten nicht weniger als 10 Australien neu sind. Dass in den verschiedenen australischen Sammlungen, die bisher bearbeitet wurden, nur Bruchstücke der Gesamtfaua vertreten sind, erhellt auch daraus, dass JOSHUA, der neulich (1914) eine Sammlung von 15 Holothurienarten aus Victoria untersuchte, nur eine Art gemeinsam mit meiner MJÖBERG'schen Sammlung hat; was freilich teilweise auch auf tatsächliche Verschiedenheiten zwischen der südaustralischen und der nordwestaustralischen Fauna zurückgeführt werden könnte. In ähnlicher Richtung geht auch ein Vergleich zwischen einer von ERWE 1913 bearbeiteten südwestaustralischen Sammlung von 27 Arten und der meinigen; beiden sind nur 7 Arten gemeinsam. Sowohl die von JOSHUA wie die von ERWE untersuchten Sammlungen enthielten, wie die meinige, nur litorale Formen.

Dass die MJÖBERG'sche Sammlung so arm an Aspidochiroten ist, hängt sicher von mehr zufälligen Ursachen ab, da diese Gruppe in benachbarten Gebieten gar nicht spärlich vertreten ist.

Morphologische Vorbemerkungen. Bekanntlich verteilt man die Ambulakralanhänge des Rumpfes in zwei Gruppen, Füsschen und Ambulakralpapillen, wobei aber der Unterschied zwischen beiden verschiedentlich aufgefasst wird. Ursprünglich hat man unter Füsschen, vollständiger »Saugfüsschen«, diejenigen Ambulakralanhänge verstanden, die mit einer endständigen Saugscheibe versehen sind, unter Papillen diejenigen, die keine Saugscheibe besitzen. Die Saugscheibe ist dabei am sichersten durch die kalkige Endscheibe der bekannten kreisförmigen, durchlöcherten Form erkenntlich. Gegen diese Ansicht ist ja nichts einzuwenden; nur ist es oft schwierig zu entscheiden, ob in einem gewissen Falle ein Füsschen oder eine Papille vorliegt (vgl. z. B. *Cucumaria japonica* unten). Man begegnet aber auch einer anderen Ausdrucksweise. Bisweilen wird das Fachwort »Papille« nur für solche Ambulakralanhänge verwendet, welche in besonderen kegelförmigen Erhebungen der Haut stecken. Damit kann nur Verwirrung zustande kommen. Denn in den genannten Hauterhebungen können bald echte Füsschen mit Saugscheibe, bald Papillen ohne Saugscheibe stehen, und andererseits können endscheibchenlose Papillen sowohl in Hauterhebungen als in ebener Haut entspringen. Wenn man nun die Ambulakralanhänge in Gruppen verteilen will, muss es offenbar richtiger sein, die Eigenschaften dieser Gebilde als diejenigen der umgebenden Haut zu berücksichtigen. Noch unrichtiger ist es, die Hauterhebungen selbst als Papillen zu bezeichnen, was bisweilen, und zwar gar nicht selten, geschehen ist. Es heisst zwei ihrem Ursprung nach ganz verschiedene Gebilde — Ambulakralanhänge und Hautteile — mit demselben Namen zu belegen. Eine Folge dieser Begriffsverwechslung ist, dass man in einigen Artbeschreibungen nicht wissen kann, was mit Papillen gemeint wird, ob endscheibchenlose Ambulakralanhänge jeder beliebigen Lage, ob endscheibchenlose Ambulakralanhänge in Hauterhebungen, ob ausserdem endscheibchenversehene Ambulakralanhänge in Hauterhebungen, oder endlich ob sogar die Hauterhebungen selbst.

Es ist nun ganz notwendig, für die Hauterhebungen ein besonderes Fachwort zu benutzen. Ich nenne sie im Folgenden einfach »Hautprozesse«. Unter Papillen verstehe ich Ambulakralanhänge ohne Endscheibe, ganz gleichgültig, ob sie aus Hautprozessen oder aus ebener Haut heraustreten.

Bei der Beschreibung der neuen Arten, sowie auch bei der Nachuntersuchung früher beschriebener, werde ich unten ziemlich ins Detail gehen. Bei einer Durchmusterung der Holothurienliteratur fällt es nämlich auf, dass man sehr oft auf grosse Schwierigkeiten stösst, wenn es gilt, die zu bestimmenden Formen mit den früher bekannten zu vergleichen. Dies hängt teils davon ab, dass die alten Beschreibungen oft all zu knapp gehalten sind, teils davon, dass gewisse Organisationszüge nicht richtig aufgefasst worden sind. Es ist auch offenbar eine viel genauere Kenntnis der morphologischen Einzelheiten vonnöten, bevor wir ihren systematischen Wert beurteilen können. Dafür wäre in manchen Fällen anatomisch-histologische Studien erwünscht, welche indessen ausserhalb des Bereichs dieser Untersuchung fallen, aber es können auch Studien über die gröbere Anatomie viele Fragen aufklären. Ich habe den bestimmten Eindruck bekommen, dass wir in manchen Beziehungen noch ziemlich weit davon entfernt sind, entscheiden zu können, welche Organisationszüge

bei den Artbeschreibungen das Hauptinteresse und welche ein mehr nebensächliches Interesse behaupten sollen. Nur in Einzelheiten gehende Untersuchungen über individuelle und Altersvariation können hier Aufschluss geben. Auch diejenigen Organisationszüge, die seit Jahrzehnten als die für die detailliertere Systematik wichtigsten gelten, ja sogar die ja in jeder Artbeschreibung erwähnten Kalkkörperchen, sollten genauer als es oft geschehen ist, berücksichtigt werden. Manche der neueren Verfasser haben in dieser Hinsicht die von den alten klassischen Holothurienforschern gegebenen Anweisungen nicht hinreichend ausgenutzt, vor allem macht sich der Mangel an guten Zeichnungen oft unangenehm fühlbar. Damit soll natürlich nicht gesagt werden, dass nicht auch in neuester Zeit Ausgezeichnetes geleistet worden ist.

Unter den Zügen der gröberen Anatomie habe ich u. a. dem Verlauf des Darmmesenteriums meine Aufmerksamkeit zugewandt. Nachdem ÖSTERGREN (1898) zuerst die systematische Bedeutung desselben nachgewiesen hatte, erschien es mir nämlich sehr erwünscht zu erforschen, inwieweit die verschiedenen Gattungen sich in dieser Hinsicht verschiedenartig verhalten; eigentümlicherweise ist nämlich das Mesenterium von keinem späteren Forscher untersucht worden. Es hat sich dabei gezeigt, teils dass noch andere Verhältnisse als die von ÖSTERGREN entdeckten herrschen können, teils auch dass die individuelle Variation eine ziemlich erhebliche sein kann (vgl. unten *Colochirus quadrangularis* und *C. doliolum*). Auch innerhalb derselben Gattung können die Arten betreffs des Mesenterialverlaufs ziemlich verschieden sein (vgl. unten *Cucumaria areolata* und *C. japonica*).

Fam. Cucumariidae LUDWIG.

Gattung *Colochirus* TROESCHEL.

Bei allen von mir untersuchten Arten dieser Gattung besitzt die Rumpfhaut dreierlei Kalkkörperchen: zu äusserst kleine halbkugelförmige Gittergebilde, sog. Körbchen, welche sich bisweilen zu Vollkugeln schliessen können, oder auch statt ihrer platte Scheibchen. Nach innen von diesen (immer?) in einer einfachen Schicht gelagerten Körpern kommt eine mehrschichtige Lage von etwas grösseren, die gewöhnlich als sog. Schnallen ausgebildet sind, und endlich kommt nach innen von ihnen und oft mit ihnen untermischt ein Schicht von grossen, aus einem verwickelten Gitterwerk zusammengesetzten, ziemlich dicken Kalkplatten. Um diese drei Schichten, deren Kalkkörperchen bei der Charakteristik der Arten uns natürlich beschäftigen sollen, kurz benennen zu können, bezeichne ich sie einfach als die äussere, die mittlere und die innere Kalkkörperschicht.

Bei der Umgrenzung der Gattung *Colochirus* haben verschiedene Verfasser den Wert der einzelnen Merkmale verschiedentlich beurteilt. Während der letzten Jahrzehnte ist man darüber einig geworden, als die wichtigsten Merkmale anzusehen die Beschränkung der ventralen Saugfüsschen auf die Ränder des Bauches; die zehn Fühler, wovon die beiden mittleren ventralen kleiner sind; die in Hautprozessen steckenden

Ambulakralpapillen der Rückenradien; der wenigstens vorn vier- oder fünfkantige Querschnitt des Rumpfes; die fünf perioralen Vorsprünge der Radien und endlich die mit mehr als einer Art Kalkkörperchen versehene Körperwand. Ich beabsichtige hier keine Diagnose der Gattung zu geben, will aber ein paar Punkte hervorheben. Was die Hautprozesse der Rückenradien betrifft, werden wir unten finden, dass solche nicht alle Arten der Gattung kennzeichnen. Die perioralen Vorsprünge können bisweilen sehr kurz sein, sind dessenungeachtet für die Gattung sehr charakteristisch, was auch von der indessen bei einigen Arten nur schwach hervortretenden kantigen Rumpfform gilt; diese beiden Merkmale stehen übrigens in einer sehr deutlichen Beziehung zur Ausbildung der Hautprozesse in den Rückenradien und den seitlichen Bauchradien. Was endlich die Kalkkörperchen betrifft, liegt ihre systematische Bedeutung nicht nur darin, dass sie in mehreren Typen (drei Haupttypen) auftreten, sondern vor allem darin, dass diese Typen in ganz bestimmte Schichten verteilt sind. Das Vorhandensein von einer äusseren, einer mittleren und einer inneren Kalkkörperschicht, wovon jede ihre eigene Art von Kalkkörpern besitzt, ist meiner Meinung nach eines der wichtigsten Merkmale der Gattung. Ich möchte besonders betonen, dass diese Schichtung auch bei denjenigen Arten auftritt, welche sonst, und zwar wegen der gänzlichen Abwesenheit der Hautprozesse, einen sehr abweichenden äusseren Bau besitzen (vgl. unten *C. axiologus*).

Ob auch andere, zuvor nicht berücksichtigte Gattungsmerkmale vorkommen, will ich zur Zeit dahingestellt lassen. Jedoch möchte ich hervorheben, dass bei allen von mir untersuchten Arten die Stützstäbe der Fühler besonders dick sind (vgl. z. B. unten *C. crassus*). Diese Erscheinung steht wohl in ursächlichem Zusammenhang mit der soeben genannten starken Entwicklung der Kalkbestandteile der Rumpfhaut.

Da es mir erwünscht vorfällt, dass eine Art als Typischer Vertreter der Gattung genau beschrieben wird, werde ich unten bei der Behandlung der zuerst aufzuführenden Art, die als ein typischer *Colochirus* betrachtet werden kann, etwas ausführlicher verweilen.

Colochirus crassus n. sp. — Taf. 1, Fig. 1—4; Taf. 3, Fig. 1—7.

Diagnose. Mund terminal, Anus subdorsal. Körperquerschnitt schwach fünfkantig oder fast kreisrund. Körperbreite ungewöhnlich gross, das Tier fast eiförmig. Die dorsalen und die seitlichen ventralen Radien sowie die Endabschnitte des mittleren ventralen Radius mit gut entwickelten, ziemlich dicht gestellten, stumpfen Hautprozessen versehen. Die Kalkkörperchen der äusseren Schicht der Rumpfhaut sind platte, mit Spitzen oder Kugelknoten besetzte Scheiben und deren Derivate, die der mittleren Schicht stark knotige Kugeln, die sich nicht aus Hohlkugeln, sondern aus platten Schnallen entwickeln.

4 Exemplare, 45 Seemeilen WSW von Cap Jaubert in 18 m Tiefe am 17. Juli erbeutet.

Die Rumpflänge ist, die fünf vorderen Verlängerungen der Radien mitgerechnet, 50—62 mm. Die Breite beträgt etwa die halbe Länge, ebenso die Höhe. Der Körper ist somit sehr gedrungen, etwa eiförmig, und zwar auch bei zwei Tieren, deren Fühlerkrantz ausgestreckt ist. Zu der jetzt angegebenen Länge kommt diejenige der Fühler. Die Farbe des lebenden Tieres war, laut einer Aufzeichnung von Dr. Mjöberg, bei einem Exemplar grau mit hellerer Unterseite und hellroten Fühlerspitzen; bei einem anderen war der Rumpf hellgrau, die Saugfüsschen, die Spitzen der Hautprozesse, das Mundfeld und die Fühler bleich rot, die Spitzen der letztgenannten jedoch weiss. Im Alkohl sind die Tiere heller oder dunkler grau, die Bauchseite, der Schlundkopf mit der Mundscheibe und den Fühlern weisslich mit Ausnahme der grauschwarzen, mit weissen Knospen versehenen Endzweigen der Fühler.

Der Körperquerschnitt ist, von den radialen Hautprozessen abgesehen, fünfeckig oder annähernd kreisrund, die Radien somit nur wenig oder gar nicht weiter als die Interradien hervorragend. Die Bauchseite ist nicht oder doch nur schwach abgeflacht. Am vorderen und am hinteren Ende ist jedoch der Körper wie gewöhnlich dank der vorspringenden Hautprozesse fünfeckig. Der Schlundkopf liegt terminal, der Anus subdorsal.

Im Trivium hören die Füßchenstreifen nach vorn in etwa 7—10 mm Entfernung von der hinteren Schlundkopfgrenze, nach hinten in demselben Abstand vom Anus auf, wobei sich der Streifen des mittleren Radius sowohl nach hinten als nach vorn etwas weiter als diejenigen der Seitenradien erstreckt. Die Füßchen, welche sich auf die Radien beschränken, stehen in jedem Bauchradius etwas undeutlich in 3 (die vordere Körperhälfte) oder 4(—5; die hintere Körperhälfte) Längsreihen, und zwar stimmen in dieser Hinsicht alle drei Radien unter sich überein.

Die Hautprozesse sind wohl ausgebildet und stehen in allen Radien, im mittleren ventralen Radius aber nur vorn und hinten in dem füßchenfreien Gebiete. Hier sind sie indessen ebenso wohl entwickelt wie in den übrigen Radien. In den ventralen Seitenradien sind sie einreihig, in den beiden dorsalen Radien in Zickzack- oder undeutlicher Doppelstellung geordnet. Die vordersten und die hintersten Hautprozesse sind in jedem Radius grösser als die meisten übrigen, die vordersten sind oft mit einander teilweise verschmolzen¹ und bilden um den Schlundkopf fünf vorspringende Zapfen, was ja bei dieser Gattung das Gewöhnliche ist. Die Länge der Hautprozesse schwankt sehr. Es kommen alle Übergänge zwischen kaum merkbaren zu 7 mm langen vor. Auch die Zahl schwankt. In den seitlichen ventralen Radien, wo sie am zahlreichsten sind, können bis 18 stehen, gewöhnlich aber sind sie hier etwa 15. Es sind im Bivium auch interradiale Hautprozesse vorhanden, und zwar sowohl in den seitlichen als in dem mittleren dorsalen Interradius. Ihre Zahl schwankt aber bei verschiedenen Individuen binnen weiten Grenzen. Bei einem Exemplar,

¹ LAMPERT (1889) hat dasselbe bei *C. quadrangularis* beobachtet, obgleich er von einer Teilung spricht. Die Bildung kann ja ebensowohl den Anschein einer Teilung eines einzelnen Prozesses als den einer Zusammenschmelzung naheliegender haben, jedoch glaube ich, dass die Genese eine Zusammenschmelzung gewesen ist. Jedenfalls kann man hier nicht, wie es LAMPERT tut, von einer »anormalen Teilung der Ambulakralanhänge« sprechen. Noch ein Beweis, wie notwendig es ist, auch terminologisch zwischen Ambulakralpapillen und Hautprozessen zu unterscheiden!

dem in Taf. 1, Fig. 1 abgebildeten, wo sie am schwächsten ausgebildet waren, fehlten sie dem rechten dorsalen Interradius, im linken standen sehr wenige, im mittleren 6. Bei einem anderen Tier aber (Taf. 1, Fig. 2) standen sie im mittleren Interradius fast ebenso dicht wie in den beiliegenden Radien, in den seitlichen Interradien zu je 7—8. Die beiden übrigen Tiere nahmen eine Mittelstellung ein. Immer sind jedoch die interradialen Hautprozesse kleiner als die grösseren unter den radialen.

In mehreren der mittleren Hautprozesse der beiden seitlichen Bauchradien stecken wirkliche Füsschen von ganz demselben Bau wie die übrigen des betreffenden Radius. Sie sind aus dem Hautprozesse hervorstreckbar (ein nicht eingezogenes wurde beobachtet). Auch in den dorsalen Radien finden sich indessen Füsschen. Wenn man die Körperhaut dieser Radien von innen durchmustert, findet man in jedem Radius zwei einigermassen deutliche Reihen mit etwa 30 Löchern. Diese sind, wie auch die sie durchsetzenden Ambulakralanhänge, zweierlei Art, teils grössere, teils kleinere. Letztere sind 4—5 Mal so zahlreich wie jene, aber nur die grösseren treten durch die Hautprozesse hinaus; sie sind auch mit der für die Bauchfüsschen charakteristischen kalkigen Endscheibe versehen, sind somit meiner Meinung nach als wirkliche Füsschen zu bezeichnen. Die kleineren Ambulakralanhänge aber entbehren der Endscheibe (vgl. unten), sind also echte Ambulakralpapillen.

Neben diesen radialen Ambulakralpapillen finden sich indessen auch interradiale, und zwar sowohl ventrale wie dorsale. In eingezogenem Zustande sind dieselben schwer zu beobachten, da ihre Austrittslöcher sich gewöhnlich nicht von den übrigen Einsenkungen der Haut unterscheiden. Wenn man aber die Quermuskelschicht vorsichtig von der Innenseite der Haut ablöst, sind sie leicht zu beobachten. Man sieht da auch leicht ihre Löcher in der Lederhaut, und wenn man an den gegenüberliegenden Stellen die äusseren Hautschichten durchmustert, findet man ihre Kalkkörperchen (vgl. unten). Diese interradialen Ambulakralpapillen sind, wie die radialen, ganz typisch ausgebildet, indem sie der Endscheiben entbehren. Sie sind nicht besonders zahlreich, obgleich über die ganzen Interradien zerstreut.

Von den 10 Fühlern sind die beiden mittleren ventralen, wie es immer in dieser Gattung der Fall ist, bedeutend kleiner als die übrigen.

Die Haut ist sehr fest, was sowohl von den Kalkablagerungen als von der Dicke und der knorpeligen Konsistenz der inneren Lederhautschicht abhängt. Die Dicke der Haut ist im Trivium etwa ebenso gross wie im Bivium. Sie ist in der vorderen Körperhälfte etwa 4—4,5 mm, in der hinteren etwa 3 mm, wovon etwa $\frac{2}{3}$ auf die innere knorpelartige Schicht kommen. Die Innenfläche dieser Schicht ist dadurch eigentümlich, dass sie in vorspringende Querleisten gefaltet ist, welche in der vorderen Hälfte des Körpers dichtgedrängt stehen und nur wenig markiert sind; in der hinteren aber in Abständen von 2,5—5 mm stehen und in der Analgegend eine Höhe von etwa 1,5 mm erreichen. Sowohl die Querleisten als die Hautpartien zwischen denselben sind ganz glatt und weisen dadurch den Verdacht ab, dass die Leisten hurch Zusammenziehung des Körpers mittels der Längsmuskeln entstanden seien, denn solchenfalls müsste wohl die ganze Innenfläche der Haut in unregelmäs-

sige Erhöhungen zusammengeschrumpft sein und könnte keine glatte Oberfläche zeigen. Diese Querleisten sind wahrscheinlich ein konstantes Attribut der Haut.

Die Kalkkörperchen der Rumpfhaut finden sich teils im äusseren pigmentierten und weicheren Teil der Lederhaut, teils im inneren, weissen und knorpeligen Teil derselben. Im erstgenannten liegt die äussere und die mittlere, im letztgenannten die innere Kalkkörperschicht.

Die Kalkkörper der äusseren Schicht sind niemals sog. Körbchen, sondern platte Scheibchen. Sie sind in Taf. 3, Fig. 1, *a—c* abgebildet, von denen *a* und *b* die gewöhnlicheren Typen darstellen. Am einfachsten gebaut ist der Typus *a*, der sich von den übrigen dadurch unterscheidet, dass die Spangen der Scheibe statt kugeligter Knoten nur stumpfe Spitzen hat. Es kommt auch ein ganz höckerloses Vorstadium dieses Typus vor. Der Typus *b* kann als eine Weiterentwicklung des vorhergehenden betrachtet werden. Die Knoten stehen hier ziemlich unregelmässig, was auch mit den Spitzen des Typus *a* der Fall ist. In der Figur *b* steht in der Mitte der Platte ein kleiner knotiger vertikaler Henkel, was aber gar nicht immer der Fall ist. Durch Weiterentwicklung dieses Henkels in die Höhe könnte man sich die Entstehung eines Stühlchens denken, aber eine solche Weiterentwicklung kommt nirgends vor. Die Entwicklung geht vielmehr in der Weise vor, dass vertikale Auftreibungen unregelmässig in allen Teilen der ursprünglichen Scheibe entstehen, wodurch der Typus *c* gebildet wird, der oft noch verwickelter als die Figur erscheint. In den einfacheren Typen *a* und *b* sind die für die Dendrochiroten so typischen vier Löcher immer sehr deutlich ausgebildet, wenn auch andere kleinere Löcher zu unbestimmter Zahl in ihrer Umgebung auftreten. Die Länge des Typus *a* beträgt 0,045—0,06 mm, die der Typen *b* und *c* etwa 0,07 mm.

Die Kalkkörper der mittleren Schicht (Fig. 1, *d* und *e*) unterscheiden sich von den schon besprochenen teils durch die Abwesenheit der periferen kleineren Löcher, teils dadurch, dass die Knoten sehr regelmässig verteilt sind, nämlich zu je 2—3 an der Aussenspanne jedes Loches. Ausserdem befinden sich in der Mitte der Scheibe ein paar Knoten, die indessen oft mit einander verschmelzen. Nur ziemlich selten trifft man den reinen Typus *d*. Gewöhnlich stehen an einer oder beiden Seiten unregelmässig entspringende vertikale, mit Knoten besetzte Auswüchse, wodurch der Typus *e* oder noch kompliziertere Typen entstehen. Auch kommen gestrecktere Formen der Typen *d* und *e* vor mit 1—2 kleinen akzessorischen Löchern in der Längsachse des Körperchens. Bei zwei Exemplaren waren solche kompliziertere, oft unregelmässig geformte, Varianten des Typus *d* sehr zahlreich; es gab zwischen ihnen und dem Typus *c* allerlei Übergangsformen, da auch vertikal gestellte Auswüchse auftreten. Die Länge der Typen *d* und *e* ist etwa 0,08—0,09 mm.

Die Kalkkörper der inneren Schicht sind grosse und dicke, gitterartig durchbrochene Platten, die in der flachen Körperwand eine Länge von 3,2 mm und eine Dicke von 1,5 mm, in den Hautprozessen eine Länge von gegen 2 mm und eine Dicke von reichlich 0,5 mm erreichen können. Gewöhnlich sind sie aber etwas kleiner, und es kommen auch sehr kleine vor. Sie liegen gewöhnlich mit ihren breiten Flächen nach innen und aussen gekehrt, oft aber (infolge Körperkontraktion?) mit

dem hinteren Rand mehr oder weniger stark auswärts gerichtet. Dank der Dicke der nach aussen von ihnen gelegenen Hautschicht sind sie an der Oberfläche des Tieres nicht sichtbar und rufen keine ausgeprägte Einteilung in schuppenähnliche Felder vor. Um die Analöffnung aber treten interrational 5 abgerundete Platten hervor und, nach innen von ihnen, radial 5 zahnartig zugespitzte Platten (Fig. 2). Diese Umgebung des Afters ist aber bei stark zusammengezogenen Tieren nicht sichtbar. Die nach innen gekehrte Oberfläche der Kalkplatten haben das in Fig. 1 *f* dargestellte Aussehen, und auch das Innere ist gitterartig durchbrochen. Bisweilen ist die Oberfläche etwas reichlicher mit Höckern versehen, wodurch sie an die soeben besprochenen, in Fig. 1 *c* gezeichneten Kalkkörperchen erinnert. Die ganze Masse der Platte besteht bisweilen, was anscheinend nur von den kleineren Platten gilt, aus diesem Gitter, öfter aber liegt in ihrer Mitte, ihren breiten Flächen parallel, eine Scheibe, deren Rand eben den Rand der Platte herstellt und die somit von derselben Länge und Breite wie die Platte ist, oder, was wenigstens in den Hautprozessen vorkommt, eine solche Scheibe bildet die Aussenfläche der Platte. Diese Scheibe hat einen anderen Bau als der übrige Teil der Platte. Ihre schwach undulierende Oberfläche zeigt ein massiveres Aussehen, indem die undurchlöcherten Partien viel grösser sind (Fig. 1 *g*). Im Querschnitt erweist sich die Scheibe gewöhnlich, von den Löchern abgesehen, ebenfalls massiv, oder sie ist selten (in ihrem Anfangsstadium?) ziemlich zart gebaut, indem das Innere von grossen Hohlräumen durchzogen wird, worin dickere oder dünnere Strebepfeiler die beiden Flächen untereinander verbinden (Fig. 1 *h*). Hie und da liegen in der betreffenden Hautschicht solche Scheiben von höchstens 0,4 mm Länge, welche von keiner äusseren Gittermasse bedeckt sind, offenbar das Anfangsstadium der zusammengesetzten Platten. Es gibt aber auch schon zusammengesetzte Platten, welche viel kleiner sind. Scheiben der genannten Bildung sind zuvor aus den Seewalzen nicht bekannt geworden, dürften aber bei der Gattung *Colochirus* eine regelmässige Erscheinung sein.

In den eigentlichen Füsschen findet man Stützstäbchen der gewöhnlichen Form, die einen breiteren mittleren Teil mit 2—5, gewöhnlich 4, grösseren Löchern und schmälere Endteile mit kleineren Löchern haben (Fig. 1 *i*). Diese Stützstäbchen liegen auch in zurückgezogenen Füsschen in einer einfachen Lage; sie fehlen im proximalen Teil derselben gänzlich. Im Endteil finden sich neben den gewöhnlichen auch umgebildete Stützstäbchen der in Fig. 1, *k—m* dargestellten Formen oder dgl. Hier liegt auch die gewöhnliche terminale Platte, welche 0,5 mm gross und von vielen Löchern durchbrochen ist. Ausserdem finden sich in dem ausstreckbaren Teil des Füsschens zahlreiche, in wenigstens zwei Lagen geordnete kleine Kalkplatten (Fig. 1 *n*), welche nach aussen von der Schicht der Stützstäbchen gelegen sind und mit den soeben erwähnten Typen *a* und *b* in nächster Beziehung stehen. Von diesen unterscheiden sie sich durch schwächere oder gar fehlende vertikale Auswüchse. Die in der inneren der beiden Lagen gelegenen sind oft etwas grösser als die anderen (etwa 0,07 mm; die Figur *n* wurde nach einem solchen Körperchen gezeichnet). Noch zahlreicher als diese Körperchen und mit ihnen vermischt treten indessen diejenigen des Typus *b* auf.

In den dorsalen Füsschen, den in den Hautprozessen stehenden, ist die Zahl der Stützstäbchen erheblich reduziert. Die Endscheibe hat aber etwa dieselbe Grösse und denselben Bau wie diejenige der Bauchfüsschen.

Noch weiter ist die Reduktion der Kalkkörperchen in den kleineren Papillen der dorsalen Radien und in denjenigen der Interradien fortgeschritten. Hier ist die Endscheibe gänzlich verschwunden, ebenso die typisch ausgebildeten Stäbchen, und es sind nur die Typen *k*, *l* und *m*, und zwar in sehr spärlicher Zahl, zurückgeblieben.

Im Schlundkopf ist die Haut sehr weich aber enthält jedoch zahlreiche Kalkkörperchen, welche indessen nicht dicht liegen — in Abständen von etwa der Weite der Körperchen — und nur in 1—2 Schichten. Sie haben die in Taf. 3, Fig. 3, *a—c* dargestellte Form oder eine im Ganzen ähnliche, sind somit sog. Rosetten. Ihre Lage ist keine konstante: bald kehren sie die breite Fläche bald den Rand auch aussen. Sie weichen von den vorher erwähnten Hautkörperchen beträchtlich ab, sie sind viel kleiner, im ausgebildeten Zustande nur etwa 0,04—0,05 mm lang, und haben auch eine ganz andere Form, jedoch kann man an ihrem Anfangsstadium (Fig. *a*) die Anlagen der vier für die Dendrochiroten auszeichnenden Primärlöcher sehen, von denen jedoch die beiden grossen seitlichen in ihrer künftigen Entwicklung stark gehemmt werden und, was auch mit den beiden kleineren terminalen geschieht, von allerlei Unregelmässigkeiten beeinflusst werden.

Dieselbe weiche Konsistenz haben auch die Fühler an ihrer Basis. Dicht unterhalb ihrer ersten Verzweigungsstelle werden sie aber bedeutend fester anzufühlen, was von einer bedeutend reicheren Einlagerung von Kalkkörperchen abhängt. Diese sind von einer ganz anderen Form als die soeben erwähnten und sind offenbar mit den Stützstäbchen der Saugfüsschen sehr nahe verwandt. Sie sind aber viel dicker (Fig. 3 *e*), und der mittlere Teil ist, von der durchlöcherten Seite gesehen, nur wenig oder gar nicht breiter als die Endteile. In randständiger Lage sind sie immer gekrümmt (*e*), von der breiteren Seite gesehen bald gerade, bald bumerangartig gebogen, was vor allem an den Verzweigungsstellen der Fühler der Fall zu sein scheint. Hier kommen auch aberrante Formen vor (*d*). Die Länge dieser Stützstäbchen der Fühler schwankt binnen weiten Grenzen (etwa 0,2 bis 4 mm). Sie liegen, bei dem aus Taf. 1, Fig. 1 zu ersehenden Kontraktionszustand, in den kleineren Ästen der Fühler in 5—6 Schichten, die durchlöcherten Flächen nach innen und aussen gekehrt.

In den Endknospen der Fühler finden sich Kalkkörperchen von ganz anderem Bau und sehr winziger Grösse (Taf. 3, Fig. 4): sehr feine Stäbchen von etwa 0,024 mm mit knotigen oder fein durchlöcherten Enden (*b*, *c*) oder mit hie und da entspringenden Anhäufungen von Knoten (*d*). Durch reichliche Ausbildung solcher Knoten entstehen traubenähnliche Gebilde, sog. Hirseplättchen (*e*, *f*, *g*), welche oft die vier Primärlöcher ziemlich deutlich zeigen (*g*). Es kommen auch sehr kleine Stützstäbchen vor (*a*) und Gebilde, welche als Anfangsstadien etwas grösserer Stützstäbchen aufzufassen sind (*h*; die Primärlöcher unvollständig ausgebildet).

Auch in den Ovarialschläuchen befinden sich ziemlich dicht gelegene Kalkkörperchen in zwei- oder dreischichtiger Lagerung (Fig. 5). Sie sind von ganz anderer Form als die bisher besprochenen, jedoch kann man auch bei ihnen die An-

lage der vier Primärlöcher nebst derjenigen einiger kleineren Löcher wahrnehmen, obgleich die Lochbildung nicht abgeschlossen wird. Die Grösse dieser Löcher ist erheblicher als diejenige bei den übrigen Kalkkörperchen. — In den Wasserlungen finden sich keine Kalkkörperchen.

Die folgenden Angaben über die innere Anatomie beziehen sich auf ein Weibchen, dessen Rumpflänge 58 mm betrug.

Der Kalkring (Fig. 6) ist nach hinten nicht verlängert, nur hat der Hinterrand einen wellenförmigen Verlauf. Die Radialia ragen nach vorn kaum weiter als die Interradialia hervor; das ventrale mittlere Radialstück ist nebst seinen anliegenden Interradialia wie gewöhnlich kleiner als die übrigen Teile des Ringes.

Es ist nur eine kurze aber breite (7×8 mm) poli'sche Blase vorhanden, die im linken dorsalen Interradius ausgeht. Das dorsale Mesenterium enthält einen kurzen Steinkanal, nach links davon befinden sich 8, nach rechts 20 kurze Steinkanäle, die alle in der Nähe des dorsalen Mesenteriums dem Ringkanal entspringen.

Die Retraktoren des Kalkringes entspringen 14—15 mm hinter der Grenze zwischen Rumpf und Schlundkopf. Sie verhalten sich, was sogleich des Näheren besprochen werden soll, in den verschiedenen Radien in verschiedener Weise, was auch von demjenigen Ast der Längsmuskeln gilt, der der Körperwand anliegt. Da in dieser Hinsicht die beiden Körperhälften nicht miteinander übereinstimmen, vermute ich, dass die Variationen individueller Natur ist. Jedenfalls erweist sich, dass weder der Längsteilung der Retraktoren noch dem Vorhandensein einer Bindegewebsverbindung mit dem übrigen Teil des Längsmuskels eine systematische Bedeutung zuzusprechen ist. Interessant ist aber, dass auch dieser letztgenannte Teil des Muskels der Länge nach geteilt sein kann, und dass bei einem Längsmuskel der mittlere Teil, bei einem anderen aber die beiden seitlichen Teile zu Retraktoren werden können. Die diesbezüglichen Einzelheiten sind die folgenden: Im ventralen mittleren Radius ist der Retraktor seiner ganzen Länge nach in zwei geteilt, und diese entspringen sehr deutlich aus den Seitenteilen des Längsmuskels. Die linke Retraktorhälfte ist mit einer mesenteriumartigen Bindegewebsmembran mit dem zugehörigen, vor der Abspaltungsstelle gelegenen Längsmuskel verbunden. Auch dieser Längsmuskel ist seiner ganzen Länge nach geteilt. Im ventralen linken Radius ist der Retraktor ungeteilt und entspringt nicht als zwei Seitenbündel sondern als einheitlicher mittlerer Bündel des Gesamtlängsmuskels. Der nach aussen vom Retraktor gelegene Längsmuskelabschnitt ist aber zweigeteilt, ohne Verbindung mit dem Retraktor. Im ventralen rechten Radius entspringt der Retraktor vom Längsmuskel als zwei Seitenbündel, welche anfangs getrennt verlaufen, um sich an der Mitte des Retraktors zu vereinigen. Der zugehörige Längsmuskel ist einfach und mittels Bindegewebe mit dem Retraktor verbunden. Im dorsalen linken Radius ist der Retraktor zunächst einfach, gabelt sich aber im vorderen Teile und ist mit dem einfachen Vorderteil des Längsmuskels nicht verbunden. Der dorsale rechte Radius zeigt weder im Retraktor noch im übrigen Teil des Längsmuskels eine Gabelung.

Der erste Darmschenkel entsendet in seinem mittleren Teile eine nach vorn gerichtete Schlinge, wie es wohl bei allen *Colochirus*-Arten der Fall sein dürfte (früher

bei *C. robustus* ÖSTERGR. und *C. quadrangularis* (LESSON) bekannt). Kleinere Schlingenbildungen kommen besonders im hinteren Abschnitt desselben Darmschenkels vor. Was das Mesenterium im Übrigen betrifft, mag erwähnt werden, dass es am Übergange vom zweiten zum dritten Darmschenkel eine grosse Bucht bis nahe an den rechten ventralen Radius macht, um dann am linken Rand des Längsmuskels des mittleren ventralen Radius weiter nach hinten zu ziehen (Taf. 3, Fig. 7). Das Mesenterium verläuft somit genau so, wie es von ÖSTERGREN (1898) für andere *Colochirus*-Arten beschrieben worden ist. Vom vorderen Teile des 1. Darmschenkels, besonders demjenigen Abschnitt, der dicht proximal von der Ausgangsstelle der grossen Schlinge liegt, gehen zum hinteren Teile des 2. Darmschenkels mehrere Querverbindungen zwischen den betreffenden Teilen des ventralen Darmgefässes, und an derselben Stelle ist auch das mesenteriale Blutgefäss des zweiten Schenkels mit der hinteren Biegung der Schlinge des ersten Schenkels mittels mehrerer Anastomosen verbunden.

Die Wasserlungen sind reich verästelt und überragen nach vorn ein wenig die Körpermitte. Die rechte Lunge ist im rechten dorsalen Interradius, stellenweise auch am gleichnamigen Radius, die linke im linken dorsalen Interradius befestigt. Wenigstens die rechte ist an ihrer Basis mit selbständig entspringenden Gruppen von Ästen versehen.

Die Genitalschläuche sind sehr zahlreich und erfüllen gänzlich den von den übrigen Organen freigelassenen Raum der Körperhöhle. Die sog. Genitalbasis liegt weit nach vorn, etwa 6—7 mm hinter dem Kalkring. Es sind im Ovarium jederseits vom Mesenterium etwa 50 unverzweigte Schläuche von etwa 30—35 mm Länge vorhanden, in denen die Eier gewöhnlich in einfacher Reihe, stellenweise in Doppelreihen, geordnet sind.

Systematische Stellung. Durch das Fehlen von Körbchen in der äussersten Kalkkörperschicht und durch das Ersetzen derselben durch die ebenen Kalkkörper vom Typus *a—b* in Taf. 3, Fig. 1 kommt diese Art den folgenden ziemlich nahe:

C. (Cucumaria) brevidentis (HUTTON 1872),

C. inornatus v. MARENZELLER 1881,

C. challengeri THÉEL 1886,

C. dispar LAMPERT 1889,

C. gravieri VANÉY 1905,

C. robustus ÖSTERGREN,

C. robustoides EKMAN n. sp.

Die Stellung des *C. crassus* zu diesen Arten ist die folgende.

C. brevidentis (HUTTON): Nach LUDWIG (1898 *a*) ist mit dieser Art *C. calcareus* DENDY identisch, was auch DENDY selbst später bestätigt hat (DENDY u. HINDLE 1907). Bei *C. brevidentis* fehlen die Kalkkörper des Typus *e* (Taf. 3, Fig. 1), was aber vielleicht keine allzu wichtige Verschiedenheit darstellt, da dieser Typus offenbar aus dem auch bei der genannten Art vorhandenen Typus *d* entsteht. Wichtigere Unterschiede bietet die Körpergrösse, welche bei meiner Art mehrfach beträchtlicher ist (50—62 mm gegen 7—26 mm bei *C. brevidentis* nach DENDY 1897 und PERRIER 1905),

und die allgemeine Körperform, welche bei *C. brevidentis* nicht so typisch *Colochirus*-ähnlich ist. Bei dieser Art sind, nach der Beschreibung von PERRIER (1905), keine Hautprozesse vorhanden, auch sind keine um den Schlundkopf hervorstehenden Prozesse zu finden, und die Füsschen des Triviums sind nicht deutlich in 3 Reihen geordnet. Das sind wichtige Abweichungen gegenüber meiner neuen Art. PERRIER betrachtet sogar *C. brevidentis* nicht als einen *Colochirus*, sondern als eine *Cucumaria*. Dies ist auch meiner Meinung nach das Richtige, wenn es sich bestätigen sollte, dass *C. brevidentis* keine grossen, schwammigen Kalkkörper in der Innenschicht der Haut besitzt; solche sind von keinem der betreffenden Untersucher erwähnt worden. Von HUTTON (1872) wurde die Art in die Gattung *Thyone* gestellt.

C. inornatus v. MARENZ.: Von dieser Art unterscheidet sich die meinige durch den Besitz von Hautprozessen.

C. challengerii THÉEL unterscheidet sich u. a. durch die ganz unregelmässig zerstreuten, nicht in Reihen geordneten ventralen Füsschen.

C. gravieri VANEY hat nur sehr niedrige Hautprozesse. Diese Art steht dem *C. dispar* LAMPERT am nächsten (vgl. unten).

C. dispar LAMPERT, *C. robustus* ÖSTERGREN und *C. robustoides* n. sp. sollen unten näher beschrieben werden.

Colochirus robustus ÖSTERGREN 1898. Taf. 3, Fig. 8—9.

Syn.: *C. squamatus* SLUITER 1901.

Diagnose. Mund und After subdorsal oder fast terminal. Körperquerschnitt vierkantig, die dorsalen Radien, die ventralen Seitenradien und die Endteile des mittleren ventralen Radius mit ziemlich zahlreichen und grossen Hautprozessen besetzt; ausserdem in den dorsalen Interradien bisweilen rudimentäre Hautprozesse. Von den Kalkkörperchen der Rumpfhaut sind die zu äusserst gelegenen platte, mit Spitzen oder runden Knöpfen versehene Scheibchen, die der mittleren Schicht ziemlich grosse, unregelmässig geförmte, ebenfalls platte, mit runden Knöpfen besetzte Scheiben, welche gewöhnlich mehr als 4 grosse Löcher haben.

1 Ex. aus 18 m Tiefe 45 Seemilen WSW von Cap Jaubert, am 10. Juli eingesammelt.

Von dieser, von ÖSTERGREN (1898) aus der Koreastrasse zuerst beschriebenen Art enthält die Sammlung, wie erwähnt, nur ein einziges Exemplar. Die Länge des Rumpfes ist 51 mm, während das ÖSTERGREN'sche Tier — auch diesem Forscher lag nur ein einziges Exemplar vor — genau doppelt so lang war. Die Breite meines Exemplares ist, die Hautprozesse ungerechnet, 19 mm. Infolge starker Kontraktion ist aber die Körperform so sehr verändert worden, dass das natürliche Aussehen des Tieres nur wenig hervortritt. Infolgedessen muss ich, wenn ich unten die sehr kurze Beschreibung von ÖSTERGREN etwas vervollständige, nicht nur das kleinere, sondern auch das grössere Exemplar berücksichtigen. Ich bin nämlich, dank der Zuvorkommenheit des Herrn Professor A. WIRÉN, in die Lage gesetzt, das im zoologischen Museum zu Uppsala aufbewahrte Typexemplar ÖSTERGREN's näher zu untersuchen.

Bei dem kleineren Exemplar scheint in der äusseren Körperform kein bestimmter Unterschied gegenüber *C. quadrangularis* und *C. robustoides* n. sp. (vgl. unten) zu existieren. Die Hautprozesse sind in den beiden seitlichen ventralen Radien je 15 und 16, in den beiden dorsalen je 12 und 13. Ihre Länge ist bis 6 mm. In den drei dorsalen Interradien stehen in unregelmässiger Anordnung sehr niedrige, rudimentäre Hautprozesse. Im mittleren Interradius, wo sie am zahlreichsten sind, sind sie 8. Das grosse Exemplar scheint, was ÖSTERGREN als ein Artunterscheidungsmerkmal angibt, besonders breit zu sein, indem bei einer Länge von 102 mm die Breite 34 mm beträgt. Auch dies wäre gegenüber *C. quadrangularis*, der am nächsten verwandten Art, kein bestimmter Unterschied, was aus den für die letztgenannte Art unten S. 00 angegebenen Massen hervorgeht, und wenn man das ÖSTERGREN'sche Tier näher ansieht, findet man, dass die grosse Breite teilweise von einer abnormen Ausbuchtung des linken dorsalen Interradius und von einer Verschiebung des rechten ventralen Radius nach rechts abhängt. Beides beruht offenbar darauf, dass der linke ventrale Radius stark nach innen gedrückt worden ist, was das ganze Tier schief gemacht hat. Infolgedessen und wegen der ganz eingestülpten Fühler (vgl. S. 21—22) ist auch der von ÖSTERGREN erwähnten starken Verjüngung nach hinten kein Gewicht beizumessen. Auch bei diesem grossen Tier finde ich in der äusseren Körperform keinen bestimmten Unterschied gegenüber *C. quadrangularis*. Die niedrigen Erhebungen der Haut (die rudimentären Hautprozesse) sind bei diesem Exemplar verhältnismässig noch flacher als beim kleinen.

Die Farbe des kleinen Tieres war, nach Dr. MJÖBERG's Aufzeichnung, im Leben am Rumpfe grauschwarz mit schwefelgelben Spitzen der Hautprozesse, an den Fühlern rotgelb. Letzteres gilt vermutlich nur von den Fühlerspitzen, die im Alkohol weiss sind; die Fühlerstämme sind im Alkohol noch dunkler grauschwarz als der Rumpf. Die Bauchseite ist im Alkohol weisslich.

Die Zahl der Füsschenreihen jedes ventralen Radius ist 4—5. Beim Durchmustern der Innenfläche der Haut bemerkt man auch bei dieser Art, dass die Ambulakralfortsätze des Rückens zweierlei Art sind, teils gröbere, welche in die Hautprozesse eintreten, teils feinere, die radial zwischen den letztgenannten oder auch interrarial an die äussere Hautoberfläche hinaustreten. In den Bauchinterradien finden sich aber keine Austrittslöcher für Ambulakralpapillen. Weder in den radialen noch in den interradien dorsalen Ambulakralanhängen konnten Endscheiben gesehen werden.

Die Analöffnung ist von 5 Zähnen umgeben.

Die Rumpfhaut ist dünn; am Rücken war ihre Dicke beim grösseren Exemplar nur 1,8 mm. Die bei *C. crassus* und *C. robustoides* (vgl. unten) vorhandenen Querleisten an der Innenfläche der Lederhaut wurden bei beiden Tieren gänzlich vermisst, noch ein Grund, diese Leisten bei den genannten Arten als ein konstantes Merkmal anzusehen.

Die Kalkkörperchen der äusseren Kalkkörperschicht der Rumpfhaut treten sehr zahlreich auf. Bald sind sie in der in Taf. 3, Fig. 1 a für *C. crassus* abgebildeten, bald in einer sehr nahestehenden Form vorhanden (Taf. 3, Fig. 8 c). Immer sind die vier Primär-

löcher deutlich erkennbar. Übergangsformen zu den Typen *a* und *b* der Fig. 1 sind vorhanden. Während bei den Kalkkörpern der mittleren Schicht die Knoten an beiden Oberflächen etwa gleich stark entwickelt sind, ist bei dem hier fraglichen Typus die eine Oberfläche oft mit Spitzen (wie die soeben genannte Fig. 1 *a*), die andere mit niederen Knoten versehen. Selten entsteht auch aus diesem Typus durch sekundäre Auftreibungen dicke, unregelmässig geformte und mit kleinen Knoten dicht besetzte Gebilde. Hohle Kugelchen, grössere oder kleinere Halbkugelchen (Körbchen) kommen nicht vor.

Die Kalkkörperchen der mittleren Schicht, worin die beiden Exemplare einander ganz ähnlich sind, liefern das beste Unterscheidungsmerkmal der Art. Sie bilden ziemlich grosse, unregelmässige Platten (Taf. 3, Fig. 8 *a* und *b*) von 0,086—0,17 mm Länge. Bald sind sie gestreckt, bald ziemlich isodiametrisch; das erstgenannte kommt namentlich an der Bauchseite häufig vor. Was sie am meisten kennzeichnet, ist, dass die Löcher, mit Ausnahme höchstens der beiden Enden der Platte, etwa gleich gross sind; man kann bis über 10 grössere Löcher zählen, und es ist oft nicht möglich, unter ihnen die vier gewöhnlichen Primärlöcher aufzufinden. Die Platten sind mit mehreren Knoten besetzt. Oft stehen diese vereinzelt (Fig. 8 *a*), oft treten sie unter Bildung brückenähnlicher Verbindungen mit einander zusammen (Fig. 8 *b*). Diese Verbindungen können eine kräftige Entwicklung erreichen, wodurch gestreckt kugelförmige oder wenigstens dicke Körperchen entstehen, welche der in Fig. 10 *e* für *C. robustoides* abgebildeten Kugel sehr ähnlich sind. Endlich finden sich auch spärlich Kalkkörperchen, die an Fig. 1 *c* (*C. crassus*) erinnern.

Die grössten Kalkplatten der inneren Schicht, die eine Länge von bis 3 mm erreichen können, liegen, was auch bei den anderen Arten der Gattung gewöhnlich der Fall ist, der Innenfläche der Haut genähert; weiter nach aussen treten kleinere aber verhältnismässig dickere Körper auf, welche indessen ganz dieselbe Struktur, d. h. die in Taf. 3, Fig. 1 *f* abgebildete, besitzen. An der Aussenseite sind sie gewöhnlich mit der Struktur *g* in Fig. 1 versehen.

In den ventralen Interradien fanden sich beim kleineren Tier vereinzelt Kalkplatten derselben Form wie Taf. 3, Fig. 1 *k*, welche ich als umgebildete Stützstäbchen rudimentärer Ambulakralpapillen deute. Da sie der Knoten ganz entbehren, scheinen sie nämlich zu dem in Fig. 1 *a* und *b* dargestellten Typus nicht zu gehören. Einige haben sehr deutlich die Form abgekürzter Stützstäbchen. Ihre Länge ist 0,13—0,17 mm.

Die ganz rudimentäre Natur der zugehörigen Ambulakralpapillen wird dadurch veranschaulicht, dass es in der Haut, wie es soeben genannt wurde, keine Austrittslöcher derselben gibt. Wahrscheinlich sind sie in einem Jugendstadium vorhanden gewesen, dann aber vom Zusammenhang mit den Radialkanälen losgelöst und von der Lederhaut überwachsen worden.

Die Kalkkörper der Fühler sind dieselben wie diejenigen des *C. crassus*, ausgenommen dass die Typen *d*, *e*, *f* und *g* der Taf. 3, Fig. 4 ganz fehlen. Die Ovarialschläuche haben Kalkkörperchen, die mit denen des *C. quadrangularis* (vgl. unten) gänzlich übereinstimmen.

Der Kalkring ist demjenigen des *C. crassus* n. sp. ähnlich. Es ist nur ein einziger, im Mesenterium festgelegter, langer und stark gewundener Steinkanal und eine einzige Poli'sche Blase vorhanden, welche im linken dorsalen Interradius befestigt ist.

Der erste Darmschenkel entsendet nach vorn die gewöhnliche Schlinge. Der hintere Teil des ersten Darmschenkels verläuft ziemlich gerade. Der dritte Darmschenkel bildet in seinem vorderen Teile mehrere stark gewundene Schlingen, welche alle im linken ventralen Interradius befestigt sind. Den Verlauf des Mesenteriums hat schon früher ÖSTERGREN (1898, S. 103) besprochen; vgl. auch meine beistehende Fig. 9, Taf. 3.

Die Wasserlungen sind wie gewöhnlich in den beiden seitlichen dorsalen Interradien befestigt. Die Geschlechtsorgane zeigen nichts auffallendes.

Systematische Bemerkungen. Wie schon ÖSTERGREN bemerkt hat, hat diese Art eine grosse Ähnlichkeit mit *C. quadrangularis*. Äusserlich ist dieselbe sogar noch grösser als es bisher angenommen wurde (vgl. oben). Einen bestimmten Unterschied bieten dagegen vor allem die Kalkkörperchen der äusseren Schicht der Rumpfhaut dar, welche nicht Körbchen sondern Platten sind, dann auch die grossen, mit vielen Löchern versehenen Platten der mittleren Kalkkörperschicht. Noch näher ist die Art mit *C. robustoides* n. sp. (vgl. unten) verwandt, unterscheidet sich aber durch die zuletzt genannten Platten. Da diese bei den beiden mir vorliegenden Exemplaren sehr zahlreich auftreten und bei allen 4 Exemplaren von *C. robustoides* gänzlich fehlten, kann ich nicht anders als die betreffenden Tiere auf zwei verschiedene Arten verteilen. Da aber, wie Taf. 3, Fig. 8 b belehrt, auch bei *C. robustus* die grösseren Platten durch Ausbildung von brückenähnlichen Verbindungen zwischen den Knoten sich zu dicken Kalkkörpern ausbilden können, entsteht eine grosse Ähnlichkeit mit *C. robustoides*. Der Unterschied liegt hauptsächlich darin, dass die Kalkplatten von *C. robustus* ein ausgedehntes Wachstum in der Primärebene zeigen, bevor sie die vertikalen Auftreibungen entsenden, wobei auch Randlöcher von derselben Grösse wie die der vier Primärlöcher entstehen. Jedenfalls sind diese beiden Arten unter sich sehr nahe verwandt. Auch dem *C. crassus* steht unsre Art nahe, unterscheidet sich aber durch die Kalkkörper der mittleren Schicht und durch die vierkantige Körperform.

SLUITER hat (1901) unter dem Namen *C. squamatus* eine neue Art aufgestellt, deren Kalkkörper, nach seiner Taf. VIII Fig. 3 a und b zu urteilen, mit den Kalkkörpern von *C. robustus* identisch sind.¹ Als ein auffallendes Artmerkmal betrachtet SLUITER den Umstand, dass gewisse Körperteile von Schuppen bedeckt sind, »die bis 1,75 mm gross werden und zum Teil dachziegelartig übereinander greifen«. Bei einem später untersuchten, grösseren Tier fand SLUITER (1914) Schuppen von bis 3 mm Durchmesser. Eine solche Hautbedeckung kann, da die Schuppen nicht grösser sind als die bei jeder beliebigen *Colochirus*-Art vorkommenden grossen Kalkkörper der

¹ Zwar ist die Fig. 3 a von SLUITER mit ziemlich schwach abgesetzten Höckern versehen, aber im Text spricht der Verfasser von »stark knotigen Schnallen«.

inneren Schicht, sehr wohl dadurch erklärt werden, dass die oberste Hautschicht abgestossen worden ist, wobei die grossen inneren Kalkkörper sichtbar werden. Wenn dazu das Tier stark zusammengezogen ist, werden die Schuppen dachziegelartig übereinander geschoben. Eine solche zufällige und abnorme Schuppenbildung habe ich bei einer anderen *Colochirus*-Art tatsächlich beobachtet (vgl. unten über *C. doliolum*). SLUITER erblickt wegen dieser Schuppenbildung in seiner neuen Art »eine schöne Zwischenform zwischen den typischen *Colochirus*-Arten und *Psolidium*«, was meiner Meinung nach ganz unrichtig ist. Ich halte die Identität seiner Art mit dem von ÖSTERGREN früher aufgestellten *C. robustus* für ziemlich sicher. Abgesehen von der Schuppenbedeckung passt die Beschreibung in allen Einzelheiten sehr gut auf *C. robustus*.

Frühere Fundorte: Koreastrasse (ÖSTERGREN), Ostindische Archipel (SLUITER).

Colochirus robustoides n. sp. Taf. 1, Fig. 5, 6; Taf. 3, Fig. 10–12.

Diagnose. Haut terminal, Anus subdorsal. Körperquerschnitt vierkantig, die dorsalen, die beiden seitlichen ventralen und die Endabschnitte des mittleren ventralen Radius mit ziemlich dicht gestellten, langen Hautprozessen versehen. Ausserdem am Rücken interradiäre rudimentäre Hautprozesse. Von den Kalkkörperchen der Rumpfhaut sind die der äusseren Schicht platte, stärker oder schwächer geknöpft Scheibchen; die der mittleren Schicht sind Hohlkugeln und aus diesen entwickelte solidere, knotige Kugeln.

4 Tiere aus 18 m Tiefe 45 Seemeilen WSW von Cap Jaubert, am 8.–10. Juli erbeutet.

Die Tiere haben eine Körperlänge von bzw. 72, 50 47 und 37 mm. Über die Farbe der Tiere hat Dr. MJÖBERG notiert, dass sie im Leben bei den zwei kleineren Tieren am Rücken und den beiden ventralen Interradien schwarzgrau, in den ventralen Radien fleischfarbig war. Das grösste Exemplar ist im Alkohol am Rücken blassgrau, dürfte auch im Leben dieselbe Farbe gehabt haben, denn die schwarzgraue Farbe ist auch im Alkohol bei den beiden übrigen sehr wohl beibehalten. Im Leben waren die Fühler des grössten Tieres grau mit weissen Knospen und die Mundscheibe rotbraun.

Die Körperform geht aus Taf. 1, Fig. 5, 6 und folgender Tabelle hervor:

	Ex. 1	2	3	4
Körperlänge in mm	72	50	47	37
Grösste Breite in mm	19,5	14,5	17,5	17
Maximale Länge der Hautprozesse in mm	6	5,5	4	3
Zahl der Hautprozesse in den seitlichen Bauchradien . . .	15–18	13	13	8–12
» » » » Rückenradien	15	8–11	9–11	10–11

Im Querschnitt ist der Rumpf scharf viereckig mit ganz ebenen Seiten, wobei jedoch die Bauchseite bei starker Kontraktion (die beiden kleineren Tiere) ein wenig gewölbt ist. In den beiden Körperenden ist der Querschnitt jedoch, dank dem hier vorspringenden ventralen mittleren Radius, fünfeckig. Der Schlundkopf ist terminal, der Anus subdorsal und von 5 Zähnen umgeben. Die Hautprozesse der Radien,

deren Grösse und Zahl aus der obenstehenden Tabelle hervorgeht, sind ziemlich stumpf und hierdurch denjenigen von *C. quadrangularis*, welche wenigstens im vorderen und hinteren Teil des Körpers gewöhnlich zugespitzt sind, nicht ganz ähnlich. Auch in den Interradien stehen Prozesse, die indessen sehr klein sind. Bei den beiden kleinen Exemplaren sind sie noch kleiner als bei den grösseren und in sehr kleiner Zahl vorhanden. Auch die interradianalen Prozesse sind in einer Reihe, nämlich in der Mitte des Interradius, geordnet. In den beiden Körperenden finden sich auch im mittleren ventralen Radius ähnliche Prozesse wie in den übrigen Radien, gewöhnlich zu 2—3 unter sich zusammengewachsen. Es werden hierdurch um den Schlundkopf 5 vorspringende Zapfen gebildet.

Die Saugfüsschen bilden in den seitlichen Bauchradien 3—4, im mittleren 3—5 Reihen. Wenigstens in einigen Prozessen der seitlichen Bauchradien stecken wirkliche Saugfüsschen mit Endscheibe. Auch in den dorsalen Hautprozessen tragen die Ambulakralanhänge eine Endscheibe, ja sogar diejenigen Ambulakralanhänge, die zwischen den Hautprozessen an der ebenen Rückenhaul, besonders im dorsalen mittleren Interradius, zahlreich zu sehen sind und bedeutend enger als die soeben erwähnten sind, haben eine Endscheibe (vgl. unten). Es sind somit bei dieser Art dreierlei Füsschen vorhanden: gewöhnliche Bauchfüsschen, grössere Rückenfüsschen in Hautprozessen und kleinere Rückenfüsschen in ebener Haut.

Die Rumpfhaut war bei dem 72 mm langen Exemplar an der Bauchseite in der vorderen Körperhälfte bis 2,5 mm dick, in der hinteren Hälfte etwas dünner. An der Rückenseite ist die Dicke kaum 1,5 mm. In den Radien ist sie indessen erheblicher, was offenbar zur konstant vierkantigen Form der Tiere sehr beiträgt. Auch bei dieser Art ist die Innenseite der Rumpfhaut mit Querleisten versehen (vgl. oben *C. crassus*), die aber überall, auch im hinteren Körperteile, sehr niedrig sind. Hier stehen sie in gegenseitigen Abständen von etwa 2,5 mm, im vorderen Körperteile in 0,5—1,5 mm Abständen.

Von den Kalkkörperchen der Rumpfhaut erinnern mehrere sehr an *C. crassus*. Diejenigen der äussersten Schicht (Fig. 10 a) sind immer platt; Körbchen kommen somit nicht vor. Ihr Anfangsstadium ist mit Fig. 1 a identisch, als späteres Stadium kann der Typus b in derselben Figur auftreten. Die Kalkkörperchen der mittleren Schicht, die anfangs denjenigen der äusseren sehr ähnlich sind, zeichnen sich dadurch aus, dass die Ränder sich krümmen (Fig. 10 b) und miteinander zusammenwachsen, wodurch Hohlkugeln entstehen (c). Durch Weiterentwicklung derselben werden grössere knotige Gebilde entwickelt, welche durch allerlei Übergangsformen mit den grossen inneren Kalkkörpern verbunden sind. Diese sind von ganz demselben Bau wie bei *C. crassus*. Ihre Hauptmasse besteht somit aus einem Gitterwerk (Fig. 1 f), das nach aussen in ein massiveres Geflecht übergeht (Fig. 1 g). Die Platten sind in der Bauchhaut bis 2,8 mm lang und etwa 1 mm dick und etwas undeutlich in zwei Schichten gelagert, die grösseren Platten zu innerst. In der Rückenhaul sind sie etwas kleiner und liegen in einschichtiger Lagerung, sind aber um so dichter an einander gerückt. Am Vorderende aber fand ich in den seitlichen dorsalen Radien Platten von sogar 4,5 mm Länge.

In den Bauchfüßchen finden sich dieselben Kalkkörperchen wie bei *C. crassus*, nämlich die Typen *i*, *k*, *l* und *m* in Fig. 1, wozu in der äussersten Schicht des aus der Hautoberfläche vorstreckbaren Teiles ein dem Typus *n* sehr ähnlicher Typus zahlreich auftritt, der indessen an beiden Flächen reichlich mit kugeligen Knoten versehen ist und daher dem Kalkkörperchen *b* derselben Figur nahe kommt. Die Typen *k*, *l* und *m* finden sich nur in der Nähe des Randes der Endscheibe. Diese ist (bei dem kleinsten Individuum) etwa 0,37 mm gross. Auch die kleinsten interradialen Ambulakralanhänge haben, wie erwähnt, eine Endscheibe, deren Durchmesser in einem untersuchten Falle 0,20 mm betrug.

In den Fühlern finden sich Stützstäbchen von derselben dicken Form wie bei *C. crassus* und von sehr verschiedener Länge, bis reichlich 1 mm lang. Die Fühler- spitzen beherbergen dieselben Kalkkörperchen wie bei der genannten Art. Auch die Genitalschläuche beherbergen Kalkkörperchen, welche denen der letztgenannten Art (Fig. 5) ziemlich ähnlich sind und sich von ihnen hauptsächlich durch etwas spärlichere Verästelung unterscheiden. Bisweilen sind sie nur stabförmig mit je einem Paar kleinen Ästchen an jedem Ende. Sie liegen in einschichtiger Lagerung und durch ziemlich grosse Zwischenräume von einander entfernt.

Der Kalkring stimmt mit demjenigen von *C. crassus* überein. Es ist nur eine Poli'sche Blase vorhanden, die eine Länge von 13 mm und eine Dicke von 5 mm hat. Sie gehört dem linken dorsalen Interradius. Die Steinkanäle sind 5, von denen einer, der etwas gröber als die übrigen ist, im Mesenterium festgelegt ist.

Die Retraktoren des Kalkringes haben bald eine nur aus einzelnen Bindegewebsfasern, bald eine aus zwei parallel verlaufenden Lamellen bestehende Verbindung mit dem der Körperwend anliegenden Teil des zugehörigen Längsmuskels. Letzteres wurde nicht nur an den Retraktoren des mittleren Bauchradius beobachtet, wo eine Verwechslung mit dem vom Retraktor durchbrochenen Mesenterium denkbar wäre, sondern auch am Retraktor des linken dorsalen Radius, wo bekanntlich kein Darmmesenterium vorhanden ist. Es ist dies offenbar als ein Beibehalten eines ursprünglichen Zustandes zu betrachten.

Der Darmverlauf geht aus Fig. 11 und 12 hervor. Die Lage der Schlingen der beiden untersuchten Exemplare sind zwar beim ersten Zusehen etwas verschieden, können aber unschwer in gegenseitige Übereinstimmung gebracht werden, wenn man bedenkt, dass Verschiebungen und Krümmungen natürlich sehr leicht entstehen können. Beiden Tieren gemeinsam ist die starke Entwicklung der nach vorn ziehenden Schlinge des ersten Darmschenkels und der verlängerte Grenzabschnitt zwischen dem zweiten und dem dritten Darmschenkel, der bei dem einen Exemplar (Fig. 11) freilich nicht so kräftig ausgebildet ist wie beim andern, jedoch weit nach vorn ragt. Der letztgenannte schlingenbildende Abschnitt gehört dem zweiten Darmschenkel. Auch ist die Art, und zwar noch mehr, durch die Schlingenbildung des dritten Darmschenkels gekennzeichnet, welche nicht in den Anfang, sondern in die Mitte des Schenkels verlegt ist. Das Mesenterium bildet beim Übergang vom zweiten zum dritten Darmschenkel eine Bucht in den rechten ventralen Interradius hinein, um von dort ab an der linken Seite des mittleren ventralen Radius zu verlaufen. Über

die Quergefässe siehe die Figuren; der Erhaltungszustand ermöglichte es nicht, dieselben ganz einzuzeichnen. Indessen komplettieren die beiden Abbildungen einander.

Die Wasserlungen sind reich verästelt und erreichen nach vorn die Verzweigungsstelle der Retraktoren. Eine ist im rechten, eine im linken dorsalen Interradius befestigt.

Die Geschlechtsorgane sind ganz wie bei *C. crassus* gebaut. Bei dem untersuchten männlichen Individuum fanden sich jederseits 40—50 Hodenschläuche, die den von den übrigen Eingeweiden freigelassenen Raum der Leibeshöhle gänzlich erfüllten.

Systematische Stellung. Äusserlich ist diese neue Art der altbekannten *C. quadrangularis* bis zum Verwecheln ähnlich. Zwar ist die Körperform oft gedrungener und die dorsalen Interradien noch ebener als bei dieser Art, bei deren meisten Individuen ich eine leichte Ausbuchtung derselben gefunden habe, aber ein konstanter Unterschied lässt sich auf diese Weise nicht konstatieren. Letzteres gilt auch von den gewöhnlich stumpferen Kegelprozessen. Durch die Kalkkörperchen lassen sich aber die beiden Arten leicht auseinanderhalten, indem bei *C. robustoides* die äusseren Kalkkörperchen niemals zu Körbchen ausgebildet, und die Kugeln solider und mit Knoten dicht besetzt sind, wodurch ihre Entstehung aus Hohlkugeln verwischt wird. Eine nähere ist die Verwandtschaft mit *C. robustus*; ein Vergleich dieser beiden Arten ist oben (S. 17) angestellt worden. Von *C. crassus* n. sp., mit dem *C. robustoides* in den Kalkkörperchen eine sehr grosse Ähnlichkeit besitzt, unterscheidet er sich leicht durch die allgemeine Körperform.

Colochirus quadrangularis (LESSON). — Taf. 1, Fig. 7—10; Taf. 3, Fig. 13—15.

6 Ex. aus 18—22 m Tiefe, 42—45 Seemeilen WSW von Cap Jaubert, 1.—20. Juli.

Zur Vervollständigung der früheren Beschreibungen der Art mögen folgende Bemerkungen geliefert werden.

Zunächst einige Ziffern über die äussere Körperform (alle Längenmasse in mm):

	Ex.	1	2	3	4	5	6
Körperlänge	66	60	58	53	41	33	
Grösste Breite	16	19	14	17	14	10	
Länge der grössten Hautprozesse	5	5	3,5	5	4,2	4,2	
Zahl der Hautprozesse in den beiden seitlichen Bauchradien .	8—9	10	12	14—15	12	9	
» » » » » Rückenradien	6—11	8	8—9	9—11	10—11	7	

Diese Masse zeigen, dass sowohl die allgemeine Körperform wie die Zahl und die Länge der Hautprozesse ziemlich variabel ist. Es zeigte sich schon bei einer oberflächlichen Durchmusterung, dass diejenigen Exemplare, welche den Schlundkopf mit den Fühlern ganz eingestülpt trugen, die breitesten waren, was ja nicht zu ver-

wundern ist, weil diese Körperteile in eingestülpter Lage ein starkes Zusammenziehen des Vorderkörpers natürlich verbieten. Ist aber die Kontraktion des Vorderkörpers dem Hineinstülpen des Schlundkopfes vorangegangen, so dass dieser draussen bleiben muss, dann kann die Kontraktion der Quermuskulatur dem ganzen Körper entlang unbehindert geschehen und letzteres wird überall etwa gleich schmal. Betreffs der Hautprozesse sei bemerkt, dass sie bei keinem der mir vorliegenden Tiere so lang sind, wie es THÉEL (1886) angibt; die individuelle Variation ist somit noch grösser, als es die obenstehende Tabelle veranschaulicht.

Wie schon LAMPERT (1889) erwähnt hat,¹ stehen in den Interradien des Rückens niedrige Wärzchen, die an Zahl sehr variieren, was von ganz individuellen Ursachen abzuhängen scheint, denn einen Zusammenhang mit dem Alter des Individuums konnte ich nicht entdecken. Sie sind wie die radialen Prozesse von Ambulakralanhängen durchsetzt.

Nach LAMPERT (1889)¹ ist die Farbe der lebenden Tiere »ein fahles Violett, nur die Radien des Bauches und die Spitzen der Tuberkel sind heller und mehr gelblich. Die Tentakel sind hell gelblich braun.« Die Aufzeichnungen Dr. Mjöberg's nach den lebenden Tieren stimmen teilweise mit diesen Angaben überein, zeigen aber auch, dass die Variabilität ziemlich erheblich ist. Die Farbe der drei von ihm beschriebenen Exemplare schwankte folgendermassen: Rücken grau, Kriechsohle hellrot, Fühler grau mit hellroten Knospen; oder: hell fleischfarbig mit gelben und roten Fühlern; oder: weiss mit hellroten ventralen Radien, Fühler grau mit schwefelgelben Knospen. Im Alkohol war bei allen Exemplaren das Graue beibehalten, das Gelbe und das Rötliche aber ganz entfärbt und weisslich.

Ausser in der oben genannten Weise schwankt die Körperform auch in der Hinsicht, dass der Schlundkopf bald ausgesprochen subdorsal, bald fast terminal ist. Der After ist immer subdorsal. Bei einem Tier war das den After tragende Körperende nach oben stark gebogen, wodurch der After fast ganz dorsal erschien.

In der Füsschenstellung habe ich, wie auch THÉEL (1886, S. 81, 121), eine ziemlich grosse Variabilität gefunden, indem die Zahl der Füsschenreihen in jedem ventralen Radius nicht konstant ist. In den beiden Seitenradien hatte ein Tier nur je zwei Füsschenreihen, ein anderes deren je 5—6, und betreffs des medianen Radius waren die Verschiedenheiten der beiden Tiere ebenso gross. Die übrigen Exemplare vermitteln ganz lückenlos den Übergang zwischen diesen beiden. Oft ist die Zahl im medianen Radius um eins höher als in den Seitenradien. Zum Teil beruht der Unterschied zwischen den Individuen auf dem Kontraktionszustand des Tieres, indem bei starker Zusammenziehung der Längsmuskeln und damit folgender Verdickung des Körpers die Füsschen in mehreren Reihen als sonst stehen. Jedoch kann der Kontraktionsunterschied nicht alles erklären, denn er war bei den beiden extrem ausgebildeten Exemplaren nicht gross. Da auch das Alter den Unterschied nicht zu erklären vermag — die beiden Extreme gehören mit bezw. 33 und 41 mm Länge

¹ Die Identität der LAMPERT'schen Exemplare mit der vorliegenden Art ist indessen nicht ganz sicher gestellt (vgl. unten).

zu den kleinsten Tieren — bleibt nichts übrig, als die Variation als zum teil rein individuell anzusehen.

In den meisten Hautprozessen der ventralen Seitenradien stecken wirkliche Saugfüsschen und nicht Papillen. Die dorsalen Ambulakralanhänge sind auch bei dieser Art teils Füßchen mit Endscheibe, welche in die radialen und interradialen Hautprozesse, teils Papillen ohne Endscheibe, welche an die ebene Hautoberfläche hinaustreten. Letztere sind zahlreicher als die Füßchen.

Die Rumpfhaut ist sowohl im Bivium wie im Trivium etwa 1,5 mm dick, somit ziemlich dünn, und die Kalkplatten der inneren Lederhautschicht sind nicht gross, höchstens etwa 2,5 mm; nur wenige erreichen indessen diese Grösse. Auch bei dieser Art finden sich an der Innenfläche der Lederhaut Querleisten, die indessen niedrig sind und überall in grossen Zwischenräumen stehen.

Die Kalkkörperchen der Rumpfhaut sind in der äussersten Schicht als Körbchen ausgebildet, ganz wie sie THÉEL (1886, Taf. 6, Fig. 7) abgebildet hat. Zwischen den Typen *a* und *b* in THÉEL's Abbildung fand ich eine lückenlose Reihe von Übergangsformen. Ausserdem fand ich ziemlich zahlreiche Hohlkugeln von ganz derselben Form, die THÉEL (1886, Taf. 6, Fig. 9 *a*) für *C. cucumis* abbildet. Ihr grösster Durchmesser war gewöhnlich 0,075—0,115 mm, aber es kamen auch grössere vor. Über den Entwicklungsgang dieser Hohlkugeln vgl. Fig. 13. Die Hohlkugeln sind im Vergleich mit denjenigen einiger anderen Arten dadurch sehr bemerkenswert, dass sie keine Knoten entwickeln. Die grossen, dicken Kalkplatten der inneren Lederhautschicht¹ haben in ihrem Gitterwerk dieselbe Struktur wie die Hohlkugeln, ausgenommen dass sie an ihrer Ausserseite den in Taf. 3, Fig. 1 *g* dargestellten Bau besitzen.

In den Fühlern finden sich ganz dieselben Kalkkörperchen wie bei den soeben besprochenen Arten, und die Stützstäbchen der Äste sind ebenso stark verdickt wie bei denselben. Der Schlundkopf besitzt Kalkkörperchen, die in ein- oder zweischichtiger Lagerung geordnet und denjenigen des *C. crassus* ähnlich sind, nur sind die Äste gewöhnlich öfter unter sich zur Verschmelzung gekommen, wodurch Platten entstehen, in welchen die vier Primärlöcher gut entwickelt und oft von sekundären Löchern umgeben sind. LAMPERT (1889) erwähnt Kalkkörper von anderem Bau; solche konnte ich aber nicht finden. Ebenso wenig konnte ich die von ihm für die Genitalschläuche erwähnten und abgebildeten Kalkkörper sehen. Ich fand sowohl im proximalen wie im distalen Teil der Schläuche Körperchen, die denjenigen des *C. crassus* (Taf. 3, Fig. 5) ganz ähnlich waren oder die Bildung der Löcher durch Zusammenstossen der Äste etwas mehr hervorgesritten zeigten.

¹ SEMPER (1868; syn. *C. coeruleus*) und (zufolge ihm?) LAMPERT (1885) sagen, dass diese grossen Kalkplatten bei der Art fehlen. Sie sind doch auch früher von THÉEL nachgewiesen worden und übrigens für alle echten *Colochirus*-Arten sehr charakteristisch. Möglicherweise wäre auf eine Alterserscheinung zu denken, denn SEMPER's Tiere waren bis 200 mm lang! Es verdient in diesem Zusammenhang erwähnt zu werden, dass auch PEARSON (1903) bei einem 100 mm langen Exemplar, das er als Var. *mollis* bezeichnet, eine weiche Haut fand. Vgl. auch die in dieser Hinsicht interessante Angabe von SARS (1857), dass die Stühlchen bei älteren Tieren von *Phyllophorus urna* GRUBE reduziert werden, und die ähnliche Angabe von ÖSTERGREN (1906) über *Phyllophorus pellucidus*, *Cucumaria frondosa* u. a., sowie auch meine untenstehenden Notizen über die Kalkkörper von *Cucumaria japonica*.

Der Kalkring¹ ist demjenigen von *C. crassus* ganz ähnlich. Von den Steinkanälen liegt der längste, der etwa 4 mm lang ist, im Mesenterium, die übrigen 20—25 liegen nicht nur dorsal, sondern entspringen vom ganzen Umfang des Ringkanals mit Ausnahme desjenigen Teiles, wo die Poli'sche Blase ausgeht. Zwei untersuchte Tiere waren einander in dieser Hinsicht ganz ähnlich. Es ist nur eine Poli'sche Blase vorhanden, welche 6 mm breit und 9 mm lang ist und mit einer ziemlich langen Spitze versehen ist, wodurch der eigentlich blasenförmige Abschnitt wenigstens ebenso breit wie lang ist. Die Blase entspringt im linken dorsalen Interradius.

Die Retraktoren des Kalkringes zeigen keine Spuren einer Längsteilung (vgl. *C. crassus*).

Der Darm zeigt eine ausgiebige obgleich variable Schlingenbildung (Fig. 14 und 15). Die nach vorn ziehende Schlinge des ersten Darmschenkels war bei zwei untersuchten Tieren verschieden kräftig entwickelt, indem sie bei einem (Fig. 14) einfach verlief, bei dem andern aber eine spiralig aufgewundene sekundäre Schlinge bildete (Fig. 15). Das Mesenterium des dritten Darmschenkels hatte bei dem letztgenannten Exemplar genau denselben Verlauf, den ÖSTERGREN (1898, S. 103) früher beschrieben hat, bildete somit eine Bucht in den rechten ventralen Interradius hinein (vgl. Fig. 7). Bei dem anderen aber, dessen dritter Darmschenkel eine nach rechts gerichtete Schlinge bildete (Fig. 14), war diese Bucht noch grösser und erreichte sogar den Rand des rechten ventralen Radius. Auch lief sie nach hinten in einen spitzen Winkel aus. Dann zog sich aber das Mesenterium nach hinten wie gewöhnlich dem linken Rand des mittleren Radius entlang. Auch der Verlauf des Mesenteriums ist somit individuellen Schwankungen unterworfen.

Die Wasserlungen sind bzw. im linken und im rechten dorsalen Interradius befestigt.

Das Ovarium hat jederseits vom Mesenterium etwa 60 einfache Schläuche, wovon die nach vorn gerichteten etwa 15—20 mm, die nach hinten gerichteten bis über 30 mm erreichen können.² Es kommen natürlich auch ganz kleine vor. Die Eier liegen zu 2—4 neben einander.

Systematische Bemerkung. Es kann nur durch eine genauere Untersuchung der Kalkkörperchen möglich werden, zwischen dem echten *C. quadrangularis* und den äusserlich nahestehenden Arten *robustus* ÖSTERGREN und *robustoides* n. sp. zu unterscheiden. Demzufolge ist es nicht ganz sicher zu ersehen, was einige frühere Forscher mit ihrem *C. quadrangularis* gemeint haben. Ebenso ist es nicht möglich zu wissen, ob ein Forscher, der den wahren *quadrangularis* beschrieben hat, nicht, wenn ihm mehrere Tiere vorgelegen haben, Exemplare nahestehender Arten zu dieser Art

¹ Diese wie die untenstehenden Angaben über die innere Anatomie wurden durch Untersuchung des oben erwähnten 60 mm langen Tieres (♀) gewonnen.

² Nach LAMPERT (1889, S. 819), der ein 6 cm langes Weibchen untersuchte, sind die Genitalschläuche »bis 1,8 cm lang» und »bilden einen Büschel von ca. 20 Stück«. Es ist wohl doch jederseits einen Büschel gemeint. Die kleine Zahl und die geringe Länge der Schläuche bei einem offenbar geschlechtsreifen Tier — LAMPERT'S Exemplar und das meinige waren genau gleich gross — kommt sonderbar vor, kann aber möglicherweise als Folge einer Regeneration erklärt werden. Die soeben genannten Differenzen betreffs der Kalkkörperchen der Genitalschläuche und des Rüssels machen es indessen zweifelhaft, ob LAMPERT wirklich den echten *quadrangularis* untersuchte (vgl. auch unten).

geführt hat. Über die geographische Verbreitung der Art kann somit nur wenig mit Bestimmtheit ausgesprochen werden. Die Verfasser, welche den wahren *C. quadrangularis* ganz sicher untersucht haben, sind die folgenden:

SEMPER 1868 (syn., wie es SEMPER selbst S. 239 bemerkt, *C. coeruleus*). Philippinen, Kanal von Lapinig bei Bohol. Schöne, farbige Abbildung eines Exemplars mit extrem ausgebildeten, langen und spitzen Hautprozessen!

THÉEL 1886. Sicherer Fundort: Lat 11° 6' N; Long. 123° 9' O. (Challenger-Station 203, vor den Philippinen).

ERWE 1913. Südwestaustralien.

Bemerkung zur Synonymik. Wenn ich oben die Art als den echten *C. quadrangularis* bezeichnet habe, habe ich mit *C. quadrangularis* diejenige Art gemeint, welche unter diesem Namen so genau beschrieben wurde, dass ihre Identifizierung möglich ist. Die erste gute Beschreibung der Art ist die von SEMPER 1868 gegebene, dann folgt die THÉEL'sche von 1886. Beide bezeichnen die Art als *C. quadrangularis* (LESSON); SEMPER beschrieb sie zwar zuerst als neue Art, *C. coeruleus*, fasst aber diese bald darauf als mit der LESSON'schen Art synonym. Wenn man aber die von LESSON (1830, S. 90, Taf. 31) gegebene Beschreibung und Abbildung seiner *Holothuria quadrangularis* durchsieht, findet man sogleich, dass die Verscheidenheiten gegenüber dem von SEMPER und THÉEL als *Cholochirus quadrangularis* bezeichneten Tier sehr gross sind. So hat das LESSON'sche Tier dem Text nach »environ vingt», der Figur nach 16 Fühler, welche eher den Bau der Aspidochiroten- als den der Dendrochirotenfühler zeigen. Schon die Zahl der Fühler scheint mir fast ganz sicher anzudeuten, dass die SEMPER-THÉEL'sche Art nicht die LESSON'sche ist, denn wenn die Fühlerzahl der letztgenannten wirklich 10 gewesen wäre, ist es unbegreiflich, warum sowohl im Text wie in der Abbildung eine erheblich grössere angegeben ist; eine zu niedrige Ziffer wäre dagegen leicht erklärlich gewesen. Weiter sagt LESSON über die ventralen Füsschen: »La face ventrale ou inférieure et molle, plate et recouverte d'innombrables papilles courtes, arrondies, n'affectant aucune place particulière, mais confusément implantées sur toute la surface de cette partie». Auch die Figur 1 a, welche einen Querschnitt durch den Körper abbildet, zeigt keinerlei Anordnung der Füsschen in Längsreihen. Was SEMPER veranlasste, seine Art *C. coeruleus* als mit der LESSON'schen identisch anzusehen, war, was er selbst sagt, die vierkantige Körperform und die violette Farbe, zwei Merkmale, die an Bedeutung weit hinter den soeben hervorgehobenen Verscheidenheiten kommen. THÉEL (1886, S. 81) erkennt die Unzulänglichkeit der LESSON'schen Beschreibung, zweifelt aber nicht an der Richtigkeit der Identifizierung. Meinesteils möchte ich glauben, dass die LESSON'sche Art eine *Holothuria* ist.

Eine ganz sichere Entscheidung dieser Frage dürfte nicht geschehen können, bevor die LESSON'sche Fundstelle näher durchforscht wird. Glücklicherweise gibt dieser Verfasser über dieselbe genauen Unterricht: »Cette holothurie se trouve sur les rochers que la mer abandonne à marée basse, sur la côte méridionale de la grande baie d'Offack, dans l'île de Waigiou, l'une des terres de la Nouvelle-Guinée». Bis

dahin möchte ich es als am geeignetsten ansehen, die alte Benennung der fraglichen Art beizubehalten, um die Synonymik nicht unnötigerweise zu belästigen. Sollte es sich aber zeigen, dass die LESSON'sche und die SEMPER-THÉEL'sche Art nicht identisch sind, dann muss die letztere offenbar den ersten SEMPER'schen Namen *C. coeruleus* behalten.

Bevor SEMPER seine Art beschrieb, wurde freilich die LESSON'sche Art von zwei anderen Verfassern, JAEGER (1833) und BRANDT (1835), erwähnt. Keiner von ihnen hat aber selbständige Beobachtungen über die Art angestellt. Ersterer gibt nur eine lateinische Übersetzung der LESSON'schen Beschreibung, letzterer erwähnt nur den Artnamen.

Verbreitung: Nach Ausschluss der unsicheren Fundorten (vgl. oben S. 24—25) stehen als sichere nur die Philippinen (SEMPER, THÉEL) und Südwestaustralien (ERWE) zurück. Dazu kommt jetzt auch Nordwestaustralien.

Colochirus axiologus H. L. CLARK 1914. — Taf. 2, Fig. 1; Taf. 3, Fig. 16—19.

Diagnose: Mund und Anus subdorsal oder fast dorsal. Querschnitt fast rund mit nur schwach hervortretenden Radien. Diese sowie auch die Interradien ganz ohne Hautprozesse. Dorsale Radien mit spärlichen oder keinen Füsschen, dorsale Interradien mit spärlichen oder keinen Ambulakralpapillen. Die Kalkkörperchen der Rumpfhaut sind in der äusseren Schicht hochgewölbte Körbchen und zarte Hohlkugeln, in der mittleren grob geknöpft (Hohlkugeln). Bei alten Tieren fehlen (nach CLARK) Kalkkörperchen.

1 Ex. aus Broome vom 15 juni, 1 Ex. vor Cap Jaubert ohne weitere Fundortsangabe, jedoch sicher in der Litoralregion eingesammelt.

Obwohl zwischen meinen Tieren und dem von CLARK (1914) beschriebenen Verscheidenheiten vorliegen, unterliegt es jedoch keinem Zweifel, das sie identisch sind, und zwar hängen die Abweichungen davon ab, dass meine Tiere nur etwa halb so gross und bedeutend jünger als das CLARK'sche sind, welches 90 mm lang und offenbar sehr alt war. Dieses Tier hatte in jedem Bauchradius etwa 8 Füsschen, während das grössere meiner beiden Tiere 4—6 und das kleinere nur 2—3 hatte, was ja eine mit dem Alter zunehmende Zahl andeutet. Der fast völligen Abwesenheit der Ambulakralanhänge am Rücken des von CLARK beschriebenen Tieres ist meines Erachtens kein grösseres Gewicht beizulegen; auch bei meinen beiden Tieren war ihre Zahl eine kleine. Auch die Abwesenheit der Kalkkörperchen der Haut, das auffallendste Merkmal des CLARK'schen Exemplares, ist wahrscheinlich eine Alterserscheinung. Zwar ist es noch nicht bei einer *Colochirus*-Art durch direkte Beobachtung festgestellt worden, dass die Kalkkörperchen mit zunehmendem Alter absorbiert werden können, aber bei der Gattung *Cucumaria* ist ähnliches fast bewiesen (vgl. unten über *Cucumaria japonica*).

Diese Eigentümlichkeiten des Typexemplars der Art machen eine genauere Beschreibung meiner Tiere erwünscht.

Die beiden Tiere sind von verschiedener Grösse. Das kleinere ist 41 mm lang und 16 mm breit, die entsprechenden Ziffern des grösseren Tieres, eines geschlechtsreifen ♀, sind etwa 49 (in nicht gekrümmter Lage) und 21 mm. Im Alkohol sind beide Tiere weiss; laut der Aufzeichnung Dr. MJÖBERG's war das kleinere im Leben blass fleischfarbig mit roten und gelben Fühlern. Der Alkohol war von diesem Tier schwach rötlich, vom grösseren stark orangerot gefärbt. Auch das von CLARK beschriebene Exemplar war rot. Der Mund und der After sind, auch von der starken Krümmung des grösseren Tieres abgesehen, subdorsal oder fast dorsal (Taf. 2, Fig. 1, Taf. 3, Fig. 16 u. 17). Der Querschnitt des Rumpfes ist fast zylindrisch mit nur schwach angedeuteter Winkelbildung in den Radien. Das gewöhnliche *Colochirus*-Aussehen tritt somit nicht deutlich hervor, besonders da auch Hautprozesse gänzlich fehlen. Die für die Gattung typischen radialen Vorsprünge um den Schlundkopf sind indessen, wenn auch in ziemlich schwacher Ausbildung, vorhanden. Die Haut ist, von den durch die Körperkontraktion hervorgerufenen Furchen abgesehen, ganz eben und die Oberfläche ganz glatt, ohne die bei den übrigen Arten so gewöhnliche körnige Skulptur. Um den After, der wie gewöhnlich von 5 Zähnen umgeben ist, finden sich jedoch bei beiden Tieren einige konzentrisch gelagerte Schuppen, und beim grösseren Exemplar ist ausserdem die Rückenhaut sowohl des vorderen als des hinteren Körperteiles mit ähnlichen Schuppen bedeckt. Ich möchte indessen glauben, dass diese Beschuppung nur durch zufälliges Abstossen der äusseren Hautschicht entstanden und somit kein Artmerkmal ist. Vgl. auch S. 30 über *C. doliolum*.

Die Füsschen der ventralen Radien stehen beim kleineren Tier zu 2—3, beim grösseren zu 4—6 neben einander. In den dorsalen Radien stehen ebenfalls Füsschen obgleich in grossen Zwischenräumen. Auch in den dorsalen Interradien finden sich Ambulakralanhänge, in denen ich aber keine Endscheibe auffinden konnte, wohl aber zahlreiche schwach gewölbte Stützscheiben von den in Taf. 3, Fig. 1, *k*, *l* und *m* dargestellten Formen.

Die Kalkkörperchen der Rumpfhaut sind teils (in der äussersten Hautschicht) Körbchen und Hohlkugeln, teils (nach innen) solidere, knotenbesetzte Schnallen. Die Körbchen sind hochgewölbt (Taf. 3, Fig. 18 *a*), und es tritt in ihnen das Primärkreuz nicht durch dickere Ausbildung besonders hervor (vgl. unten *C. doliolum*), wenn auch dasselbe durch seine Lage und Form erkenntlich ist. Die Hohlkugeln haben oft ein Gitterwerk, das demjenigen der Körbchen ganz ähnlich ist; jedoch beweist ihre Form, dass sie nicht aus den letztgenannten etwa durch sekundäre Verschlussung der Öffnung entstehen. Es treten von den Hohlkugeln zwei Typen auf: teils mit überall glatten Gitterspangen (Fig. 18 *b*), teils mit ziemlich schwach knotigen Spangen (*c*). Erstere überwiegen beim kleineren, letztere beim grösseren Tier; vielleicht ist dieser Unterschied vom Alter abhängig. Beim grösseren Tier waren auch die Körbchen in geringerer Zahl als beim kleineren vorhanden. Die Hohlkugeln des geknöpften Typus leiten zu den Schnallen über, es kann zwischen diesen beiden keine ganz scharfe Grenze gezogen werden. Die Schnallen fangen als vierlöcherige Platten der gewöhnlichen Form an, der Entwicklungsgang wird durch Fig. 18, *d—f* veranschaulicht, von denen *e* und *f* auch als stark geknöpft Hohlkugeln bezeichnet werden könnten. Der

Typus *f* ist der weitaus häufigste und tritt in Grössen von 0,07 bis 0,11 mm auf. Endlich liegen nach innen von den bisher besprochenen Typen dicke, bis 3 mm grosse Platten von dem bei der Gattung gewöhnlichen Bau, welche am Rücken an die Oberfläche hervortreten können und den genannten Schuppenbesatz hervorrufen.

Es sind nur eine polische Blase und ein Steinkanal vorhanden. Die Geschlechtsschläuche und die Wasserlungen zeigen nichts eigentümliches, auch nicht der Darm, dessen Mesenterium am Übergange zwischen dem zweiten und dem dritten Schenkel eine Bucht in den rechten ventralen Interradius einsendet, um dann längs der linken Seite des mittleren ventralen Radius nach hinten zu verlaufen (Fig. 19).

Systematische Stellung. Durch die glatte Haut, die keine Andeutung von Hautprozessen zeigt, ist diese Art von den meisten übrigen leicht erkenntlich. Die grösste Ähnlichkeit bietet sie mit *C. cucumis* SEMPER, *C. inornatus* v. MARENZ, und *C. challengerii* THÉEL dar.¹ Von den beiden letztgenannten unterscheidet sie sich aber u. a. durch die reihenweise Anordnung der Füsschen, welche die ventralen Interambulakren frei lassen. Die Ähnlichkeit mit *C. cucumis* ist ohne Zweifel eine wesentlichere. Die Körbchen und die mit glatten Gitterbalken versehenen Hohlkugeln sind zwar mit denjenigen bei *C. cucumis* identisch, aber die geknöpften Schnallen kommen bei dieser Art nicht vor. *C. cucumis* hat von kleineren Kalkkörpern somit nur die Typen *a* und *b*, nicht aber die Typen *c*—*f* der Fig. 18. Da die von mir untersuchten Exemplare des *C. cucumis* in dieser Hinsicht mit den von THÉEL untersuchten — von anderen Forschern besitzen wir keine hinreichend detaillierten Angaben über die Kalkkörperchen — ganz übereinstimmen, und da ferner die geknöpften Schnallen bei *C. axiologus* sehr zahlreich auftreten, muss ich letztere als eine gute Art betrachten, besonders weil *C. cucumis*, die ich aus eigener Erfahrung kenne (vgl. S. 34), vorn und hinten grosse, typisch ausgebildete Hautprozesse besitzt. Auch mit *C. doliolum* (PALLAS) besitzt unsere Art eine ziemlich grosse Ähnlichkeit, namentlich ist die Übereinstimmung in der äusseren Körperform mit denjenigen Exemplaren der genannten Art eine grosse, bei welchen die dorsalen Hautprozesse minimal sind. Es ist jedoch in der Form der Körbchen ein ganz bestimmter und konstanter Unterschied vorhanden (vgl. S. 27 und 31), übrigens auch in der äusseren Körperform, denn obgleich ich ziemlich viele Exemplare von *C. doliolum* untersucht habe, habe ich kein einziges mit nicht terminalem Schlundkopf gesehen. Dazu hat *C. axiologus* Hohlkugeln mit glatten Gitterspangen, welche bei der anderen Art ganz fehlen.

Verbreitung. CLARK fand die Art in Material aus Port Hedland in Westaustralien, nur etwa 300 km von der Fundstelle vor Cap Jaubert.

¹ Auch *C. violaceus* THÉEL entbehrt der Hautprozesse. Er ist aber von den echten *Colochirus*-Arten so verschieden, dass er mit vollem Recht als Typus einer besonderen Gattung, *Pseudocolochirus*, aufgestellt worden ist (PEARSON 1910).

Colochirus doliolum PALLAS). — Taf. 2, Fig. 2 und 3; Taf. 3, Fig. 20—22; Taf. 4, Fig. 23, 24.

17 Ex. aus 16—25 m Tiefe 42—45 Seemeilen WSW von Cap Jaubert am 31. Mai—20. Juli gefangen.

Den früheren Beschreibungen der Art habe ich Folgendes hinzuzufügen.

Die äussere Körperform stimmt genau mit der von THEEL (1886, syn. *C. australis* LUDW., siehe LUDWIG 1887) abgebildeten überein, obgleich die S-förmige Krümmung, die auch ERWE (1913) bemerkte, fehlt, was natürlich vom Kontraktionszustand abhängen muss. Dagegen sind meine Tiere den beiden Abbildungen MITSUKURI's (1912) nicht ähnlich, sondern beträchtlich schmaler, was aus folgenden Massen hervorgeht:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Körperlänge in mm	57	53	53	49	42	42	41	40	40	39	38	38	37	31	30	28	27
Körperbreite	16	14	10	13,5	11	9,5	10	10	9	9	10,3	8	11,5	7,5	10	8	8

Bei einem der beiden Tiere, worüber MITSUKURI Angaben liefert, waren die entsprechenden Zahlen 50 und 20, bei dem anderen 43 und 15, und auch die beiden von ihm abgebildeten Tiere sind plump. Dieser Unterschied gegenüber meinen Exemplaren ist an sich nicht bedeutend, aber da, nach einer Abbildung MITSUKURI's (Taf. 1, Fig. 10) zu urteilen, auch die dorsalen radialen Hautprozesse Verschiedenheiten zeigen, indem sie nicht in einfachen oder zickzackförmigen Reihen geordnet sind, sondern zu 2—3 nebeneinander zusammenstehen, zwischen sich nur einen sehr schmalen Interambulakralstreifen zurücklassend, finde ich es nicht ganz sicher, dass MITSUKURI's Art mit den wahren *C. doliolum* identisch ist, besonders da der Verfasser über die Kalkkörperchen keine detaillierte Angabe liefert.¹ Eine nicht-Identität ist aber natürlich ebensowenig zur Zeit bewiesen.

Betreffs des Querschnitts schwankt die Körperform ziemlich beträchtlich, indem die Radien bald eckig vorspringen und auf dem Rücken und an den Bauchseiten mit sehr deutlichen, obgleich kleinen Hautprozessen ausgerüstet sind, wobei die Interambulakren ausgeschweift erscheinen, bald aber abgerundet und ohne deutlich hervortretende Hautprozesse sind (Fig. 20.) Zwischen diesen beiden Extremen gibt es eine lückenlose Reihe von Übergangsformen. Dies muss auf unsre Auffassung von der Stellung der *C. minutus* LUDWIG zur fraglichen Art einen Einfluss ausüben. Nachdem THÉEL (1886, S. 122) den Verdacht ausgesprochen hatte, dass beide identisch seien,

¹ In diesem Zusammenhang mag auf eine Eigentümlichkeit bei ERWE (1913 S. 357) und AUGUSTIN (1911 S. 29) hingewiesen werden. Sie besprechen u. a. einen *Colochirus australis* LUDWIG var. *armatus* v. MARENZ., und zwar ERWE obgleich er selbst S. 352 den Namen *C. australis* als synonym mit dem älteren *C. doliolum* fallen lässt. Das fragliche Tier sollte demnach *C. doliolum* (PALLAS) var. *armatus* v. MARENZ. heissen. Aber es geht u. a. aus den von ERWE selbst gegebenen Abbildungen mit aller Deutlichkeit hervor, dass die Form nicht mit *C. doliolum* (syn. *australis*) vereinigt werden kann; dazu sind die Abweichungen allzu gross. Es liegt somit kein Grund vor, die von früheren Verfassern gebrachte Bezeichnung *C. armatus* zu ändern.

schloss sich LUDWIG selbst (1889–92) dieser Meinung an, worin ihm später MITSUKURI (1912) folgte. ERWE (1913) aber hält *C. minutus* als selbständige Art aufrecht und äussert hierüber: »Eine auffallende Abweichung gegenüber *Colochirus doliolum* besteht darin, dass bei meinen Spiritusexemplaren die Rückenpapillen¹ so stark eingezogen sind, dass ihre Auffindung Schwierigkeiten macht. Aus diesem Grunde rechne ich meine Exemplare zu *Colochirus minutus*.» Die Hinfälligkeit dieser Argumentation geht aber aus meiner beistehenden Fig. 20 hervor. Die Ansicht von der Identität der beiden »Arten« wird auch dadurch bestätigt, dass die Kalkkörperchen in allen Einzelheiten ganz übereinstimmen, was auch ERWE sowohl in Wort als Bild zugibt.

In den sehr kurzen (bisweilen fehlenden; vgl. oben) Hautprozessen der dorsalen Radien sitzen nicht Ambulakralpapillen, sondern wirkliche Füsschen. Sie besitzen nämlich eine Endscheibe, wenn auch diese ziemlich klein ist, beträchtlich kleiner als diejenige der Bauchfüsschen. Eine näher untersuchte Endscheibe eines solchen dorsalen Füsschens hatte einen Diameter von 0,16 mm und besass nur 32 Löcher, während die Endscheibe eines ventralen Füsschens 0,25 mm im Durchmesser mass und 115 Löcher hatte. Es gibt aber in den dorsalen Radien auch Ambulakralpapillen (ohne Endscheiben). Sie sitzen zwischen den Hautprozessen und sind bedeutend schmaler als die nebenstehenden Füsschen. Man kann sie von der Innenseite der Haut bei abgehobener Quermuskelschicht sehr wohl sehen. Sie sind an der Zahl den Füsschen etwa gleich und wie diese in jedem Radius in zwei Längsreihen geordnet, wobei sie öfter als die Füsschen nicht alternieren sondern nebeneinander stehen, wodurch eine paarweise und nicht nur eine zickzackartige Anordnung zu Stande kommt. Die Interradien, sowohl diejenigen des Biviums wie diejenigen des Triviums, entbehren gänzlich der Ambulakralanhänge. Es finden sich weder Durchtrittsstellen an der Innenfläche der Haut noch dazugehörige Kalkkörperchen in der Haut.

Ein kleines Tier von 27 mm Länge, das im Übrigen, sowohl betreffs der Körperform als der Kalkkörper, ganz typisch ausgebildet war, zeigte eine ausgesprochene Schuppenbildung, indem die grössten Kalkkörper einander dachziegelartig überlagerten und oberflächlich scharf hervortraten. Letzteres war offenbar eine Folge davon, dass die oberste Hautschicht fast ganz abgestossen war. Die Schuppenbildung hat somit in diesem Falle keine systematische Bedeutung.

Im Bau der Kalkkörperchen stimmen 12 willkürlich ausgewählte Exemplare, die daraufhin untersucht wurden, aufs Genaueste unter sich überein. Die in der Rumpfhaut zu findenden Typen sind, von den grossen plattenähnlichen Gebilden der inneren Schicht abgesehen, teils Schnallen derselben Form, die bei *C. laevis* u. a. auftritt (siehe auch ERWE Taf. 5, Fig. 4 a, obere Reihe), teils Körbchen. Diese sind zwar von THÉEL (1886, Taf. 6, Fig. 6 b; syn. *C. australis*) und von ERWE (Taf. 5, Fig. 1 b und 4 a und b) ziemlich gut abgebildet worden, da ich aber in einer Hinsicht Ungenauigkeiten in diesen Abbildungen gefunden habe, und da die Körbchen systematisch sehr wichtig sind, indem sie von den bei anderen Arten bekannten

¹ Rückenpapillen nach meiner Terminologi = Hautprozesse.

Typen ganz bestimmt abweichen, mögen sie hier etwas eingehender besprochen werden.

Schon bei der ersten kreuzförmigen Anlage des Körbchens (Fig. 21, *a—b*) bemerkt man auf der Hauptspange ein kleines, der konkaven Seite ansitzendes Knöpfchen, das indessen bisweilen auch bei älteren Stadien fehlen kann. Beim fertiggebildeten Körbchen hat dieses Knöpfchen gewöhnlich jederseits schief nach aussen eine Spange abgegeben, welche mit dem freien Rand des Körbchens unter Lochbildung in Verbindung tritt (*c*). Hierdurch entsteht eine nicht ebene, sondern nach innen eingesenkte Querspange, welche mit dem unteren Balken des Körbchens (den Boden desselben) verwachsen ist (vgl. *e*). Übrigens ist zu bemerken, dass das Körbchen gewöhnlich in einer Richtung gestreckt ist, und dass es, wenn man es von der breiteren Seite betrachtet, niedrig gewölbt erscheint. Sonst sind, wenigstens bei mehreren Arten, die Körbchen isodiametrisch und hochgewölbt (vgl. *C. axiologus*, S. 27). Endlich ist das Primärkreuz, dessen Mitte den genannten unteren Balken des Körbchens bildet, ausnahmslos bedeutend dicker als das Gitterwerk des freien Randes und mit schwachen Anschwellungen an den vier Armen des Kreuzes und an der Mitte versehen. Bisweilen kommt nicht nur eine, sondern zwei, sich kreuzende Querspangen an der Mündung des Körbchens vor. Die Körbchen liegen, was ich an vier Tieren konstatieren konnte, in einer einfachen Lage in der äussersten Dermis-schicht, den Boden des Körbchens immer nach innen gekehrt. Die Zwischenräume zwischen den Körbchen waren bei drei mässig zusammengezogenen Tieren etwa ebenso weit wie die Körbchen selbst.

Die Schnallen sind, was auch bei den anderen Arten der Fall ist, mit den grossen Kalkkörpern durch allerlei Übergangsformen verbunden und stellen offenbar das Anfangsstadium derselben dar. Diese grossen Kalkkörper, welche ziemlich dick und daher nur wenig schuppenähnlich sind, haben an der nach aussen gekehrten Seite immer den in Taf. 3, Fig. 1 *g* dargestellten, groben Bau, wobei die zwischen den Löchern gelegenen Teile halbkugelig hervortreten.

In den Bauchfüsschen finden sich ausser der soeben besprochenen Endscheibe die gewöhnlichen Kalkgebilde in gewöhnlicher Anordnung, somit Stäbchen der gestreckteren Form *i* in Taf. 3, Fig. 1 in einiger Entfernung von der Endscheibe und die Typen *k*, *l* und *m* derselben Figur um den Rand der Scheibe. Ausserdem findet man in der äusseren Hautschicht des distalen Füsschenteiles Körbchen, und zwar sowohl offene als geschlossene, welche flacher als diejenigen der Rumpfhaut sind. Bisweilen sind sie ganz abgeflacht, wodurch sie der Fig. 1 *a* der Taf. 3 ähnlich werden. Es ist aus den Übergangsformen zwischen diesen beiden Typen klar, dass die Körbchen mit den flachen Schnallen vom Typus *a* in Taf. 3, Fig. 1 sehr nahe verwandt sind; beide liegen ja auch in derselben Hautschicht.

In den Fühlern finden sich alle in Taf. 3, Fig. 3, *d—k* und Fig. 4 abgebildeten Typen von Kalkkörperchen. Auch bei dieser Art sind die eigentlichen Stützstäbchen der Fühler, denjenigen der Füsschen gegenüber, durch ihre Dicke ausgezeichnet (vgl. (Fig. 3 *e*). Die Gonadenwände enthalten sehr wenige Kalkkörperchen (Fig. 22), die von denjenigen der oben besprochenen Arten nur unbedeutend abweichen.

Es ist nur eine im linken dorsalen Interradius ausgehende Poli'sche Blase und ein einziger Steinkanal vorhanden, was ich an zwei Exemplaren konstatierte. Dasselbe bestätigen auch frühere Untersucher.

Die Schlingenbildung des Darmes ist ziemlich variabel, was aus Taf. 4, Fig. 23 und 24 hervorgeht. Die beiden untersuchten Tiere stimmen indessen darin überein, dass die bei den übrigen Arten kräftig ausgebildete, nach vorn ziehende Schlinge des ersten Darmschenkels hier nur schwach ausgebildet ist. Die Queranastomosen des Darmgefäßes erstreckten sich bei dem einen Exemplar (Fig. 24) über eine weite Strecke des ersten und des zweiten Darmschenkels, während sie wenigstens bei den meisten übrigen Arten in zwei Gruppen getrennt sind. Das Mesenterium bildete bei einem der beiden untersuchten Tiere eine kleine Bucht in den rechten ventralen Interradius hinein, bei dem anderen dagegen nicht, sondern erreichte nur den rechten Rand des mittleren ventralen Längsmuskels. Bei dem erstgenannten Tier verlief es hinter der Bucht den rechten und nicht den linken Rand des genannten Muskels entlang. Ein von ÖSTERGREN (1898, S. 104) untersuchtes Tier war dem einen der jetzt erwähnten ähnlich, indem das Mesenterium, das in den Seiteninterradius keine Bucht abgab, grösstenteils längs des linken Muskelrandes ging. Es sind somit auch bei dieser Art im Mesenteriumverlauf Variationen vorhanden.

Die Wasserlungen sind nicht besonders reich verästelt, ragen aber nach vorn bis an den Ringkanal hervor. Eine liegt im rechten, die andere im linken dorsalen Interradius befestigt. Ausserdem sassen bei einem Tier am gemeinsamen Basalteil der beiden Lungen einige frei in die Körperhöhle hineinragende, schwach verästelte Zweige, von denen einer 7 mm lang war.

Die Gonaden des einen dissekierten Männchens (Rumpflänge 42 mm) waren ziemlich kurz, die meisten überragten nur wenig die Mitte des stark zusammengezogenen Tieres. An der rechten Seite befanden sich 38, an der linken kaum 20, wie gewöhnlich einfache Röhren.

Systematische Bemerkung. Diejenigen Kalkplatten, die THÉEL (1886, Taf. 4, Fig. 9a) bei *C. pygmaeus* vorfand, finden sich bei *C. doliolum* gar nicht. Ich muss daher die Aufstellung der genannten THÉEL'schen Art als wohlbegründet ansehen und kann die beiden Arten nicht als identisch betrachten, was MITSUKURI (1912, S. 218) tut. Dass *C. minutus* LUDWIG mit der hier fraglichen Art identisch ist, wurde oben (S. 29—30) erörtert.

Allgemeine Verbreitung der Art: West- und Ostküste Afrikas, Sinaiküste, Ceylon, Küsten Australiens (auch die Südküste), hinterindischer Archipel und Japan.

Colochirus dispar LAMPERT 1889. Taf. 3, Fig. 25; Taf. 4, Fig. 26.

Diagnose: Querschnitt vierkantig, Mund terminal, Anus subdorsal. Hautprozesse weder in den seitlichen ventralen noch in den dorsalen Radien vorhanden, oder doch sehr klein. Die Ambulakralanhänge des Rückens zahlreich, sowohl radial als interradiäler verbreitet, alle mit Endscheibe. Die äusseren Kalkkörperchen des

Rumpfes sind platte Scheiben, wenigstens an der einen Seite mit abgerundeten Höckern versehen. Die mittleren Kalkkörperchen sind solide, knotige Kugeln oder, als Anfangsstadien der letztgenannten, stark knotige Scheiben.

Ein Exemplar aus 22 m Tiefe 42 Seemilen WSW von Cap Jaubert, am 31. Mai eingefangen.

Erst nach vielem Bedenken habe ich mich entschlossen, die mir vorliegende Form mit der LAMPERT'schen Art zu identifizieren. Die wichtigsten Ähnlichkeiten bestehen in dem reichlichen Besatz von dorsalen interradialen Füsschen (mit Endscheibe) und in den platten Scheiben der äusseren Kalkkörperschicht. Gegen die Identifizierung sprechen teils die Einzelheiten im Bau der genannten Kalkkörperchen, teils das Fehlen von Hautprozessen bei meinem Tiere. Die Kalkkörperchen sind, nach einer von LAMPERT gelieferten Figur zu urteilen, nur an den Rändern, nicht aber an der oberen oder unteren Fläche mit Knoten besetzt, was aber nicht allzu viel bedeuten kann, da die fragliche Abbildung offenbar ziemlich ungenau ist. Was die Hautprozesse betrifft, sagt LAMPERT: »In den Ambulakren des Rückens treten die Ambulakralanhänge aus kleinen, von knotigen Platten gebildeten, warzenförmigen Erhöhungen hervor.« Bei meinem Exemplar sind keine warzenförmigen Erhöhungen zu sehen, aber die dorsalen Füsschen, die in diesen Erhöhungen, wenn sie vorhanden wären, sitzen sollten, sind an ihren Austrittstellen von grossen Kalkkörperchen ringförmig umgeben, die, wenn sie zahlreicher aufträten, sehr wohl warzenförmige Gebilde hervorrufen könnten. Das Studium anderer *Colochirus*-Arten hat mich auch gelehrt, dass die fraglichen Gebilde einer ziemlich weiten individuellen Variation unterliegen (vgl. z. B. *C. doliolum* oben).

Mit eingezogenen Fühlern ist das Tier 45 mm lang und 12 mm breit. In Querschnitt ist es vierkantig mit fast ebener Bauchfläche. Der Mund ist terminal, der After subdorsal. Hautprozesse finden sich gar nicht, weder in den dorsalen noch in den seitlichen ventralen Radien. Die Füsschen der Bauchseite stehen ausschliesslich in den Radien, äusserlich in je 2—3(—4) Reihen. Bei Durchmusterung der Innenseite der Haut bemerkt man leicht, dass die Füsschen jedes Radius in nur zwei Reihen geordnet sind. In den ventralen Interradien befinden sich gar keine Ambulakralanhänge. Auch in den Rückenradien stehen ziemlich zahlreiche Füsschen mit Saugscheibe, obgleich diese kleiner als in den Bauchfüsschen ist. Schliesslich sind auch die dorsalen Interradien ziemlich dicht mit Füsschen versehen, deren Endscheibe gut ausgebildet ist. Zwei solche wurden näher untersucht. Eine war 0,23 mm weit und hatte 128 Löcher, die andere war 0,28 mm weit mit 120 Löchern. Die Austrittstellen sowohl der ambulakralen wie der interambulakralen Füsschen sind von kleinen, mit bräunlichen Spitzen versehenen Kalkkörpern umstellt, wodurch eine Struktur entsteht, die an die von THÉEL (1886, Taf. 6, Fig. 6 d) für *C. australis* abgebildete erinnert. Das Tier erhält somit eine punktierte Oberfläche.

Die Kalkkörperchen der Rumpfhaut sind in der äusseren Hautschicht die in Fig. 26, a—d abgebildeten. Die Figuren a und b, welche denselben Typus von zwei verschiedenen Seiten darstellen, zeigen ein jüngeres Stadium als die beiden anderen. An der einen Seite ist die Scheibe mit zugespitzten (Fig. a), an der anderen (Fig. b)

mit grösseren und abgerundeten Knoten versehen. In älteren Stadien (*c*, *d*) tragen beide Seiten abgerundete Knoten. Von diesen machen sich an der einen Seite immer (*b—d*) einige mittelständige stärker als die übrigen bemerkbar, indem sie teils grösser sind, teils von einem etwas erhöhten Gebiet der Scheibe ausgehen. Oft sind die Scheiben noch unregelmässiger als die in Fig. *d* dargestellte ausgebildet. In der mittleren Kalkkörperschicht kommen die in Taf. 3, Fig. 1, *d* und *e* für *C. crassus* dargestellten Typen vor, wozu alle Übergänge zwischen ihnen und den grossen inneren Kalkplatten auftreten. Diese erreichen eine Grösse von über 2 mm und zeigen an der einen Seite die Struktur der Fig. 1 *g*. Ausgehohlte Kugeln und Körbchen kommen nicht vor. In den Ambulakralanhängen finden sich die für *C. crassus* geschilderten Kalkgebilde (über die Endscheiben siehe oben).

Betreffs der inneren Anatomie kann ich, da mir nur ein einziges Tier vorlag, das den ganzen Darm ausgestossen hatte, nur mitteilen, dass die Ovarialschläuche etwa die Dicke des Darms besaßen und die ganze Leibeshöhle ausfüllten.

Systematische Stellung. Äusserlich ist diese Art dem *C. doliolum* sehr ähnlich, unterscheidet sich aber durch die Anwesenheit der interambulakralen Füsschen, durch die Form der Kalkkörperchen und durch die Abwesenheit von Körbchen. Die äusseren Kalkkörper erinnern sehr an *C. inornatus* v. MARENZ. (vgl. v. MARENZELLER 1881, Taf. 5, Fig. 7). Abweichungen bilden jedoch bei *C. dispar* die von Ambulakralanhängen ganz freien ventralen Interradien und der nicht zylindrische sondern vierkantige Rumpf, der übrigens, wie es scheint unabhängig vom Kontraktionszustand, länger ist (bei *C. inornatus* nach THÉEL 1886 und MITSUKURI 1912 »fusiform«).

Verbreitung. LAMPERT erwähnt diese Art, »aus der Mermaidstrasse«, womit vermutlich diejenige Seeabteilung gemeint wird, die zwischen dem Mermaid Reef und dem Festlande Australiens liegt, somit eine Gegend, die in fast unmittelbarer Nachbarschaft vom Untersuchungsgebiet Dr. MJÖBERG's liegt. Von anderen Forschern ist diese Art nicht erwähnt worden.

Colochirus cucumis SEMPER.

2 Ex. aus 21 m Tiefe 42 Seemeilen WSW von Cap Jaubert, am 31. Mai erbeutet. Länge bezw. 41 mm (geschlechtsreifes Weibchen) und 25 mm.

Betreffs der äusseren Körperform habe ich nur zu bemerken, dass die Füsschen des mittleren ventralen Radius in 3—4 Reihen stehen, was wohl der sehr starken Kontraktion zuzuschreiben ist. Was betreffs der Kalkkörperchen der Rumpfhaut besonders zu bemerken ist, ist, dass die Hohlkugeln niemals mit Knoten besetzt werden. Auch die ältesten haben die von THÉEL (1886) in seiner Fig. 9 *a* auf Taf. 6 und von SEMPER (1868) in seiner Fig. 17 *a* auf Taf. 13 dargestellte, ganz ebene Kontur der Zwischenbalken. Das Darmmesenterium macht beim Übergang vom zweiten zum dritten Darmschenkel, wie es bei der Gattung das Gewöhnliche ist, eine Bucht in den rechten ventralen Interradius hinein, die aber stärker als gewöhnlich ist, indem sie sogar den rechten ventralen Radius erreicht. Infolge der Kontraktion

war der Darm teilweise aus seiner normalen Lage so stark verrückt, dass über ihn und das Mesenterium weiteres nicht zu sagen ist. Es ist eine Poli'sche Blase aber mehrere Steinkanäle vorhanden, die vom ganzen Umfang des Ringkanals entspringen.

Verbreitung. Die Art war bisher aus verschiedenen Teilen des Indischen Archipels (Philippinen, Billiton, Mergui-Archipel, Java) und aus Japan bekannt.

Gattung *Cucumaria* BLAINVILLE.

Cucumaria areolata n. sp. — Taf. 2, Fig. 4, 5; Taf. 3, Fig. 28; Taf. 4, Fig. 27, 29—31.

Diagnose. Körper etwa zylindrisch oder tonnenförmig, ohne besonders verschmälerten Vorder- oder Hinterteil. Füsschen am Bauche sowohl radial als interradial, höchstens sehr schmale Streifen in der Mitte der interradiellen Felder freilassend, auf dem Rücken ausschliesslich radial gestellt, in jedem Radius eine einfache oder doppelte Reihe bildend. Wenigstens einige dieser dorsalen Füsschen von einem etwas erhöhten kreisrunden Felde der Haut umgeben. Kalkkörperchen der Rumpfhaut sehr spärlich zerstreut, bei älteren Tieren nur in den genannten Rückenfeldern vorhanden, als Stühlchen ausgebildet, deren Stiel aus zwei Pfeilern zusammengesetzt ist und deren Basalscheibe bald nur die vier Primärlöcher zeigt, bald mit (gewöhnlich 4) weit auslaufenden Ecken versehen ist, welche in durchlöchernte Scheiben endigen können, bald endlich in sehr unregelmässiger Weise erweitert sein können.

Zwei Ex. 45 Seemeilen WSW von Cap Jaubert in 18—21 m Tiefe am 5.—10. Juli eingesammelt. Die beiden Tiere sind verschieden gross und auch im Übrigen einander nicht ganz ähnlich, weshalb sie gesondert beschrieben werden sollen.

Das kleinere Tier, ein Männchen. Der Rumpf ist gerade gestreckt, längs der Rückenseite 24 mm, längs der Bauchseite 27,5 mm lang, an der etwas vor der Mitte gelegenen breitesten Stelle 10 mm breit. Bei eingezogenem Schlundkopf ist die relative Breite vermutlich grösser. Der Schlundkopf ist einwenig schief nach oben gerichtet, sein hinter den Fühlern gelegener Teil ist 7 mm lang. Von den 10 Fühlern sind die beiden ventralen wie gewöhnlich erheblich kleiner. Die Füsschen zeigen am Bauche und auf dem Rücken eine ganz verschiedene Anordnung. Am Bauche sind sie zahlreich vorhanden, freilich hauptsächlich in den Radien geordnet, aber hier oft zu 7—8 neben einander in unregelmässigen Gruppen geordnet, wodurch der füsschenfreie Streifen in der Mitte jedes Interradius sehr schmal und übrigens bisweilen durch einzelne Füsschen überbrückt wird. Auf dem Rücken dagegen sind nur wenige Füsschen vorhanden. Sie stehen hier nur radial. In jedem Radius finden sich 8 kreisförmige Felder von je 2—2,5 mm Durchmesser, welche von einer erhöhten Partie der Haut gebildet werden und in ihrer Mitte je ein Füsschen enthalten. Ausserdem stehen zwischen ihnen vereinzelt Füsschen.

Die Farbe des in Alkohol aufbewahrten Tieres ist am Rumpfe graubraun, der Schlundkopf ist graugelb und mit zahlreichen kleinen, scharf umschriebenen schwarzen Punkten versehen.

Die Kalkkörperchen der Rumpfhaut haben eine sehr wechselnde Form, lassen sich aber grösstenteils auf eine gemeinsame Urform zurückführen. Diese Form ist das in Fig. 27, *b* und *c* abgebildete Stühlchen. Dasselbe hat eine etwas unregelmässige Basalscheibe, welche hauptsächlich von den Seitenspannen der vier Primärlöcher gebildet ist, und einen aus zwei Grundpfeilern zusammengesetzten Stiel, welche reichlich so lang ist wie die Breite der Basalscheibe. Durch Verlängerungen an den äusseren Ecken der Primärlöcher entstehen oft kreuzförmige Gebilde wie die in Fig. 27, *d—f* abgebildeten, welche durch sekundäre Lochbildung und Erweiterung schliesslich die in *g—j* dargestellten Formen erhalten können. Gleichzeitig findet auch an der Stielspitze eine Ausbildung von höckerförmigen Ästen statt. Ausser diesen Typen kommt auch eine andere vor, die in Fig. 27, *k* abgebildete, jedoch in äusserst spärlicher Zahl. Sie scheint zu den übrigen in keiner genetischen Beziehung zu stehen.

Sowohl in der Rücken- wie in der Bauchhaut sind die Kalkkörper äusserst spärlich vorhanden, in den genannten kreisförmigen Feldern um die Rückenfüsschen vielleicht etwas weniger spärlich, und zwar scheinen hier die grösseren Formen *g—j* zu überwiegen.

In den Füsschen findet sich eine Endscheibe gewöhnlicher Form; in einem Rückenfüsschen hatte sie einen Durchmesser von 0,19 mm und 60 Löcher, in drei Bauchfüsschen einen Durchmesser von 0,24—0,25 mm und 100—110 Löcher. Am Rande der Endscheibe sind Kalkkörper sehr spärlich wenn überhaupt vorhanden. In den Bauchfüsschen konnte ich keine Stützstäbchen entdecken, in den Rückenfüsschen sehr wenige von den in Taf. 3, Fig. 28, *a—c* abgebildeten Formen. Im Schlundkopf finden sich »Hirseplättchen«, ebenfalls in sehr spärlicher Zahl. Solche finden sich in den Fühlern in grösserer Zahl neben sehr kleinen Stäbchen, welche durch allerlei Übergangsformen sich als die Anfangsformen der Hirseplättchen erweisen (Fig. 28 *d—f*). Es sind weder im Stamm noch in den Endverzweigungen der Fühler grössere Stützstäbe vorhanden.

Der Kalkring hat den in Fig. 29 dargestellten Bau. Es ist nur eine kurze und schmale, im linken dorsalen Interradius gelegene Poli'sche Blase vorhanden. Eigentümlicherweise konnte ich keinen Steinkanal entdecken. Die Retraktoren entspringen von den Längsmuskeln etwa 9 mm hinter dem Vorderrande des Rumpfes und befestigen sich an den Radialia des Kalkringes weit nach vorn, dicht hinter der Basis der Endfurche, was bei der Gattung das Gewöhnliche zu sein scheint.

Der erste Darmschenkel macht in seinem mittleren Teil mehrere ziemlich grosse Querschlingen, wozu auch am Übergang zum zweiten Schenkel andere kommen. Diese Schlingenbildung wie auch der übrige Darmverlauf wird durch Fig. 30 veranschaulicht. Betreffs des Mesenteriums ist hervorzuheben, dass dasjenige des dritten Darmschenkels ausschliesslich im linken ventralen Interradius verläuft. Es überquert den linken ventralen Radius dicht vor der Abspaltungsstelle des betreffenden Retraktors, von dem es somit durchbrochen wird, und zieht von hier ganz allmählich dem mittleren ventralen Radius zu, den es erst in der hinteren Rumpfhälfte erreicht, um von hier an längs der linken Seite desselben zu verlaufen. Es gehört somit nur in seinem hinteren Teile dem mittleren ventralen Radius, während es bei den anderen

Dendrochiroten, den Angaben ÖSTERGREN's (1898) gemäss, seiner ganzen Länge nach zu dem genannten Radius gehört, wenn es nicht sogar im rechten ventralen Interradius eine Strecke weit läuft.

Das grössere Tier, ein geschlechtsreifes Weibchen. Die Rumpflänge ist zwar nicht viel länger als beim soeben beschriebenen Exemplar, nur 29 mm, aber die Breite ist an der Mitte des Tieres 16,5 mm, weshalb die Körperform beinahe tonnenförmig wird. Dazu kommt der Schlundkopf, der von der Mundöffnung bis zum Vorderrand des Rumpfes gemessen eine Länge von 11,5 mm und eine Breite von sogar 15 mm besitzt, die Fühler natürlicherweise unberechnet. Der Schlundkopf war gänzlich abgeschnürt worden, das Tier somit in zwei Stücke zerteilt. Am Schlundkopf hing der ganze ausgestossene Darmkanal.

Die 10 Fühler sind von ungleicher Grösse, indem nicht nur die beiden ventralen, sondern auch ein Paar andere erheblich kleiner als die übrigen sind, was aus Fig. 31 hervorgeht. Die Füsschen bewirken durch ihre Anordnung eine noch grössere Verschiedenheit zwischen Rücken und Bauch als bei dem kleineren Tier, denn am Bauche sind die beiden Interradien in ihrer ganzen Ausdehnung ebenso dicht mit Füsschen besetzt als die Radien. Die Rückenfüsschen stehen in jedem Radius in zwei Reihen, aber nur einige von ihnen sind von besonders ausgebildeten Hautfeldern umgeben. Diese sind in jedem Radius 8—9, die zwischen ihnen stehenden Füsschen gegen 20. Auch in den beiden seitlichen Bauchradien bemerkt man je 2—3 solche Felder. In den dorsalen Interradien kommt nur in der Nähe der Radien bisweilen ein einzelnes Füsschen vor, aber die Haut ist überall mit kleinen Gruben versehen. Solche bemerkt man auch an der Innenfläche der Haut, und sie markieren offenbar rudimentäre Ambulakralpapillen.

Die Füsschenampullen sind ungewöhnlich gestreckt, etwa 2,5 mm lang, und erreichen damit die Grösse des Querdurchmessers der Haut. Die genannten rudimentären Papillen entbehren der Ampullen.

Die Rumpfhaut ist nur in den besonders ausgebildeten Feldern um die dorsalen Füsschen mit Kalkkörperchen versehen, sonst hat sie keine weder am Bauche noch auf dem Rücken. In den genannten Feldern fanden sich teils zahlreiche Hirseplättchen von den Typen *e* und *f* der Fig. 28, teils Stühlchen der Typen *d—h* der Fig. 27. Letztere waren aber offenbar in Auflösungs Zustand geraten, die Spitzen und Ränder zeigten ein angegriffenes Aussehen, die Scheibe war oft gespalten, so dass sie aus zwei aneinander gelegten Scheiben zusammengesetzt erschien, und einzelne Kalkkörperchen waren in kleinere Stücke zerfallen. Auch die Endscheiben der Füsschen zeigten ein ähnliches Aussehen. Nur in einigen waren im Zentrum die Löcher und das Balkennetz von gewöhnlicher Form, die peripherischen Teile waren auch bei ihnen in einzelne Stücke zerfallen. Bei anderen Scheiben war auch der zentrale Teil der Auflösung anheimgefallen, die Löcher waren abnorm gross und die Balken entsprechend schmaler geworden, oder das ganze Netzwerk war in kleinere Stücke aufgelöst. Scheibchen an der Peripherie der Endscheibe oder Stützstäbchen proximal von derselben fanden sich in keinem Füsschen.

In den Fühlern finden sich sehr zahlreiche Hirseplättchen von der in Fig. 28, *e* und *f* dargestellten Form oder mit noch reichlicher entwickelten Knötchen. Sie liegen in den Endverzweigungen der Fühler dicht gedrängt, im Stamm aber sind sie nur an vereinzelt Stellen in spärlicher Zahl vorhanden, bezw. fehlen gänzlich. Es fehlen hier auch ganz die sonst so gewöhnlichen Stützstäbchen der Fühler. Die übrige Schlundkopfhaut und die Ovarialschläuche haben keinerlei Kalkgebilde.

Die Farbe des Tieres ist dieselbe wie die des kleinen Exemplars. Auch beim grösseren ist der Schlundkopf schwärzlich punktiert. Der Kalkring stimmt genau mit demjenigen des kleinen Tieres überein. Es findet sich ein kurzer Steinkanal.

Dass die Kalkkörperchen somit bei dem kleineren und jüngeren Tier in grösserer Zahl und besserem Enthaltungszustand als bei dem grösseren und älteren vorhanden waren, muss darauf beruhen, dass die Art normalerweise mit steigendem Alter die Kalkkörperchen auflöst. Haben wir doch gefunden, dass dieser Auflösungsprozess schon beim jungen Tier angefangen hat: die Kalkkörper waren in bedeutend spärlicherer Zahl als bei den meisten anderen *Cucumaria*-Arten vorhanden. Beim alten Tier ist der Prozess weiter gegangen: die Auflösung ist an allen Kalkkörpern wahrzunehmen, ausgenommen an den Hirseplättchen, und neue Kalkkörper werden nicht mehr angelegt. Letzteres schliesse ich daraus, dass die Anfangsstadien der Stühlchen (Fig. 27, *a—c*) und die der Hirseplättchen (Fig. 28, *c, d*) nicht aufgefunden werden konnten. Dass eine Einwirkung seitens der Konservierungsflüssigkeit hier ausgeschlossen ist, geht daraus hervor, dass die zarten Hirseplättchen und der Kalkring ganz unverzehrt waren.

Systematische Bemerkungen. Diese neue Art dürfte, trotz des abweichenden Baues der grösseren Kalkkörperchen, mit *C. versicolor* SEMPER (1868, S. 49) ziemlich nahe verwandt sein, denn die kleineren, weniger umgewandelten Stühlchen haben fast dieselbe Form wie bei dieser Art (SEMPER, Taf. 13, Fig. 11). Auch der Kalkring ist ähnlich. Ein Unterschied liegt aber teils in dem Fehlen von Rückenpapillen zwischen der Füsschenreihen, teils in dem Vorkommen besonders gestalteter Hautfelder um die Rückenfüsschen, teils in der Ausbildung der grösseren Stühlchen. Andere Arten, mit denen *C. areolata* Ähnlichkeit darbietet, sind *C. nocturna* SLUITER (1901), *C. sluiteri* OHSHIMA (1915) und *C. abyssorum* THÉEL (1886). Die Ähnlichkeit beschränkt sich aber auf das Vorkommen von Stühlchen mit kreuzförmigen Basalscheiben und durchlöcherten Enden der Kreuzarme. Die oben in Fig. 27, *b* und *c* dargestellte Form kommt bei den drei zuletzt genannten Arten nicht vor; auch die Basalscheiben sind keineswegs identisch, und der Kalkring ist nur bei *C. areolata* mit Gabelschwänzen versehen.

Cucumaria japonica SEMPER. Taf. 4, Fig. 32—34.

Ein einziges Exemplar, 45 Seemeilen WSW von Cap Jaubert in 20 m Tiefe am 26. Mai erbeutet.

Obgleich ich das Tier für eine *C. japonica* halte, mag hier jedoch eine ziemlich ausführliche Beschreibung folgen, da in einigen Hinsichten Abweichungen vorliegen und unsre Kenntnis der Art noch nicht als besonders gut gelten kann. Es sind auch in den von anderen Forschern gelieferten Beschreibungen der Art Verschiedenheiten zu finden. Die Frage, ob die Art in geographische Subspezies zu teilen ist, kann nur durch eingehende Beschreibungen eines grösseren, von verschiedenen Gegenden stammenden Materials beantwortet werden. Die folgenden Zeilen mögen als Beitrag dazu dienen.

Das in Alkohol aufbewahrte Tier ist weiss mit Ausnahme der Interambulakren, die eine stärkere oder schwächere blauviolette Farbe zeigen.

Die Körperform ist aufgetrieben und ähnelt sehr der von MITSUKURI (1912, Taf. 8, Fig. 67—68) gegebenen Abbildung der Art. Bei einer Rumpflänge von 97 mm (die dorsale Rumpfkontur ist indessen nur 74 mm) ist die Höhe 70 mm und die grösste Breite etwa 55 mm (dabei ist aber von einer offenbar unnatürlichen, blasenförmigen Auftreibung an der einen Seite abgesehen). Die Füsschen stehen in den drei Bauchradien in je 4—6 Reihen, wobei aber sowohl an der Schlundkopfgrenze wie am Anus in jedem Radius eine Strecke von 18—20 mm mit keinem oder nur 1—3 Füsschen versehen ist. Die Rückenradien tragen nur je eine einzige Reihe sehr einzelt stehender Füsschen. Die Interradien sind ganz frei von Ambulakralanhängen.

Unter den 10 Fühlern waren die beiden mittleren ventralen nicht kleiner als die übrigen.

Die Haut des Rumpfes ist dick (am Rücken bis 4 mm, an der Bauch bis 8 mm) und knorpelig, aber entbehrt grösstenteils gänzlich der Kalkkörperchen. Nur in der nächsten Umgebung der Füsschen fand ich spärliche durchlöchernte Scheiben von der in Fig. 32 *a* dargestellten Form, und in der Umgebung des Afters etwas zahlreichere und grössere, ebenfalls durchlöchernte Platten, deren Löcher bald grösser (*b*), bald kleiner und mit breiteren Zwischenbalken versehen waren (*c*). Die Grösse dieser einfachen, durchlöchernten Scheiben war am After wenigstens bis 0,5 mm, in den Füsschenfeldern gewöhnlich bedeutend kleiner, oft hatten die Scheiben hier nur je 6—8 Löcher. In keinem Fall waren die Spangen der Scheiben mit Knoten besetzt. Ausserdem kamen aber um den After dickere Kalkkörper vor, welche im übrigen dieselbe Struktur wie die soeben genannten einfachen Scheiben hatten, aber aus mehreren über einander gelagerten, untereinander unregelmässig verschmolzenen Gitterscheiben zusammengesetzt waren. Ihre Grösse kann wenigstens 1,5 mm erreichen. Sie erinnern sehr an die inneren Kalkplatten der Gattung *Colochirus*, sind aber nicht mit Knoten besetzt und in ihrem Netzwerk weniger massiv.

Auch in den Fühlern fand ich kleine durchlöchernte Kalkplatten der oben genannten Form aber kleiner (Fig. 33, *a—c*), ausserdem Stützstäbe (*e, f*). Die Spitzen der Fühlerverzweigungen waren ganz ohne Kalkkörperchen.

Die Füßchen haben keine Stützstäbe. Nur an ihren Enden findet man Kalkkörper derselben Form wie die in Fig. 32 a dargestellten. An derselben Stelle, wo sonst die kalkige Endscheibe zu liegen pflegt, finden sich einige wenige solche Platten beisammen; eine typische Endscheibe fand ich aber in keinem Füßchen (drei der ventralen wurden untersucht). Die genannten Scheiben zeigten nicht den gewöhnlichen Bau einer Endscheibe, in der man ja eine konzentrische, bezw. radiäre Anordnung der Löcher wahrnehmen kann, sondern stimmten, wie erwähnt, ganz mit der Fig. 32 a überein. Ich bekam daher den Eindruck, dass sie nicht durch Zerbrechen einer eigentlichen Endscheibe entstanden seien, sondern dass es sich um Platten aus den peripheren Teilen des Füßchenendes handle, die ins Zentrum eingewandert seien, um eine verlorene Endscheibe zu ersetzen. LUDWIG (1898) fand bei *C. crocea* LESSON ebenfalls mehrere Scheiben statt der gewöhnlichen einzigen, was er bei dieser Art als die Folge einer Zerbrechung deutete.

Alle Kalkkörper ohne Ausnahme, sowohl diejenigen der Rumpfhaut wie diejenigen der Fühler und der Füßchen, waren offenbar in einem Zustand der Auflösung. Die Ränder waren nicht glatt, die Oberfläche erschien stellenweise wie abgeschält, und oft war die Platte in zwei über und unter einander liegende gespalten, die übereinander etwas hinweggeschoben werden konnten. Dieser Auflösungszustand ist meines Erachtens nicht die Folge einer Einwirkung seitens der Konservierungsflüssigkeit — das Tier war, wie alle anderen der Sammlung, in Alkohol aufbewahrt — sondern ist auf Rechnung eines natürlichen, während des Lebens des Tieres vorgehenden Prozesses zu schreiben. Derselbe muss auch die Ursache dazu sein, dass die Kalkkörper der allermeisten Teile der Haut, wie es soeben erwähnt wurde, gänzlich fehlen. Es ist natürlich nicht zu verstehen, weshalb eben in der Fühlern, in den Füßchenspitzen und ihrer nächsten Umgebung und am Rande des Anus die Kalkkörper der Zerstörung nicht anheimgefallen seien, wenn die Konservierung dieselbe herbeigeführt hätte. Wahrscheinlich ist bei jüngeren Tieren der Kalkkörperbesatz ein reicherer. Es ist auch bei *C. japonica* früher beobachtet worden, dass ältere Exemplare sehr arm an Kalkkörpern sind. Sowohl bei dieser Art wie bei *C. frondosa* GUNN. wird, was uns hier besonders interessiert, der Kalkkörperbesatz schliesslich fast nur in der Nähe der Füßchen beibehalten (vgl. THÉEL 1886, S. 110, und MITSUKURI 1912, S. 245). Mit *C. frondosa* zeigt nun auch die hier vorliegende eine sehr nahe Verwandtschaft. Auch fanden wir ja soeben bei Besprechung der *C. areolata* ähnliche Verhältnisse.

Der Kalkring ist anscheinend¹ gut beibehalten und trägt keine Gabelschwänze. Der Steinkanal ist sehr lang und liegt im Mesenterium stark gewunden. Es findet sich keine Poli'sche Blase.

Die Längsmuskeln zeigen einen sehr deutlichen Ansatz zur Zweiteilung, indem die Seitenteile bedeutend kräftiger sind als der mittlere Teil, wodurch der ganze Muskel rinnenförmig erscheint. Diese Längsteilung der Muskeln macht sich auch in den Retraktoren des Kalkrings bemerkbar, und zwar in bedeutend verstärktem Grade,

¹ Ich wollte das einzige Exemplar nicht zerschneiden.

indem an jedem Radiale mehrere getrennte Muskeln inserieren. Am schwächsten war diese Erscheinung am rechten dorsalen Radius ausgebildet; hier spaltete sich jederseits am Längsmuskel nur ein Rückziehmuskel ab, der indessen am Kalkring sich wieder in zwei teilte, sodass hier 4 Muskeln inserierten. Vom linken dorsalen Längsmuskel spalteten sich jederseits zwei Retraktoren, somit zusammen vier, ab, und dies war auch am rechten und linken ventralen Radius der Fall. Vom mittleren ventralen Längsmuskel spalteten sich jederseits nicht weniger als 5 freie Retraktoren ab, welche aber sich teilweise mehr oder weniger bald wieder vereinigten. Immerhin fanden sich 30 mm nach vorn von der Abspaltungsstelle noch 4 und noch etwas weiter nach vorn 3 freie Retraktoren jederseits in diesem Radius. In allen Radien waren die Retraktoren (oder, wenn man es lieber so ausdrücken will: die Retraktorenteile) sowohl unter sich als mit dem zugehörigen Längsmuskelstamm durch mesenterienähnliche Häute verbunden. Die Abspaltungsstellen lagen bald mehr, bald weniger weit nach vorn. Im mittleren ventralen Radius waren die verschiedenen Abspaltungspunkte 31—51 mm vom Vorderende des Rumpfes entfernt; im rechten ventralen Radius waren die entsprechenden Ziffern 45 und 49 mm, im linken ventralen 36 mm, im rechten dorsalen 39 und 44 mm.

Die beiden Wasserlungen sind sehr reich verästelt, reichen nach vorn bis an den Vorderrand des Rumpfes und sind in den beiden seitlichen dorsalen Interradien befestigt. Die Gegeschlechtsschläuche sind einfach, zahlreich, bis 30 mm lang und entspringen etwa 42 mm vom Vorderrande des Rumpfes. Das untersuchte Tier war ein anscheinend geschlechtsreifes Männchen.

Der Verlauf des Darmes geht aus Fig. 34 hervor. Das Mesenterium, das im Bereich der Geschlechtsschläuche und der beiden Wasserlungen unterbrochen war, zeigte vor allem die Eigentümlichkeit, dass es im mittleren dorsalen Interradius eine aufsteigende Bucht abgab, der aufsteigenden Schlinge des 1. Darmschenkels entsprechend. Sonst pflegt bekanntlich das dorsale Mesenterium bis an die hintere Umbiegungsstelle gerade zu verlaufen. Am Übergang zum 3. Darmschenkel geht das Mesenterium niemals über den mittleren ventralen Radius hinüber, sondern zieht der linken Seite desselben entlang bis ans Hinterende des Tieres.

Systematische Bemerkungen. Wie es soeben erwähnt wurde, ist die Übereinstimmung des von mir untersuchten Exemplares mit früheren Beschreibungen keine vollständige, was auch, in Anbetracht des grossen Abstandes zwischen den Fundorten (japanische Meere, Alaska, Australien) nicht zu verwundern ist. Auch in den Interambulakren fand BRITTEN »bei einigen gut erhaltenen Exemplaren vereinzelt Füsschen«, was bei meinem Tier durchaus nicht zu sehen war. Diesem Unterschied ist jedoch, nach dem was wir über das Auftreten der interradialen Ambulakralanhängen bei den Dendrochiroten im Allgemeinen wissen, kein besonderes Gewicht beizulegen; auch scheinen ja, nach den Worten BRITTEN's zu urteilen, die genannten Füsschen kaum bei allen Tieren sicher konstatierbar gewesen zu sein. MITSUKURI fand ausserdem Erhebungen der Haut: »In the dorsal region the interambulacra show pedicels. Further, all over the dorsal region, I see large tubercle-like elevations 0,1 cm or more across, each of which seems to end in a papilla or a pedicel

— I can not exactly make out which, though I am inclined to consider it to be a papilla.» Von solchen Erhebungen ist bei meinem Tier gar nichts zu sehen. Weiterhin liegt in den Kalkkörpern der Unterschied, dass die Spangen zwischen den Löchern bei den von früheren Forschern untersuchten Tieren mit Knoten besetzt, bei meinem Exemplar dagegen ganz glatt sind. SEMPER (1868, Taf. 39, Fig. 18 a) bildet die Knoten ab, MITSUKURI (1912, Fig. 48 b) ebenso und bezeichnet die Kalkplatten als »more or less beset with knobs«. BRITTEN endlich spricht von Platten, »die auf der Oberseite mit kleinen Stacheln und Knötchen besetzt sind«, und in den Fühlern fand er »ausser kleinen Platten stabförmige, bedornete Stützkörper«. Ich glaube nicht, dass der erwähnte Zustand der Auflösung, worin sich die Kalkkörper meines Exemplares befand, die Ursache dieses Fehlens der Knötchen und Dorne ist, denn solche würden, wenn sie überhaupt vorhanden gewesen wären, bei dem im Übrigen ziemlich guten Erhaltungszustand der Kalkkörper wenigstens angedeutet gewesen sein.

Von früheren Untersuchern fand nur BRITTEN einen einzigen Steinkanal und äussert den Verdacht, dass die vielen Steinkänale, welche LAMPERT (1885) und CLARK (1902) fanden, ein Kennzeichen einer ostpazifischen Form der Art seien. Dass sie australischen Tiere ebenfalls nur einen Steinkanal besitzen, scheint ja zu Gunsten dieser Auffassung zu sprechen. Die Poli'sche Blase wurde früher niemals vermisst.

Frühere Fundorte: Japan, Sachalin, Umgebung von Vladivostok, Molukken, Westküste Nordamerikas (Alaska, Georgia-Strasse).

Cucumaria sp. juv. Taf. 4, Fig. 35.

Am 1. Juni wurde 45 Seemilen WSW von Cap Jaubert in 21 m Tiefe eine noch nicht geschlechtsreife *Cucumaria* erbeutet, die nicht bis zur Art zu bestimmen ist. Die Rumpflänge war 8 mm, Mund und Anus wegen der ziemlich stark gekrümmten Körperform subdorsal und die Füsschen in allen Radien zweireihig geordnet. Zwecks einer künftigen Identifizierung werden in Fig. 35 einige Kalkkörperchen aus der Rumpfhaut abgebildet.

Gattung *Thyone* OKEN.

Thyone sacellus (SELENKA). — Taf. 2, Fig. 6—8; Taf. 4, Fig. 36—39.

5 Ex. aus Broome in Westaustralien, am 26. Juli eingesammelt, einige von ihnen auf trockenem Ufer bei Ebbe gefunden. 5 Ex. 42—45 Seemeilen WSW von Cap Jaubert am 25. Mai, 1. Juni und 1., 17. und 20. Juli in 18—21 m Tiefe erbeutet.

Nach einer Aufzeichnung von Dr. MJÖBERG war die Farbe der lebenden Tiere schwarz oder blauschwarz. In Alkohol ist sie dunkel violett-schwarz, bisweilen heller.

Die Tiere von Cap Jaubert, deren Farbe in lebendem Zustand nicht aufgezeichnet wurde, sind in Alkohol hell graubraun, bezw. fast weiss.

Zu den früheren Beschreibungen dieser verhältnismässig gut bekannten Art habe ich nur wenig hinzuzufügen.

Die allgemeine Körperform schwankt in konserviertem Zustand sehr (Taf. 2, Fig. 6—8). Bald ist sie gestreckt tonnenförmig, bald wurmförmig. Diese letztere Form, die auch bei Tieren aus Broome zu sehen war, gelangte bei zwei Exemplaren von Cap Jaubert zu extremer Ausbildung. Eines von ihnen hatte bei einer Länge von 100 mm eine Breite von nur 11—13 mm (Taf. 2, Fig. 8).

Neben den gewöhnlichen Kalkkörperchen kommen in der Rumpfhaut ausnahmsweise auch etwas abgeänderte Formen vor. In Fig. 36, *c* und *d* ist der gewöhnliche Typus, in *a* und *b* seine Anfangsstadien dargestellt. In *e* ist neben den 4 Primärlöchern noch ein fünftes zur Ausbildung gekommen und der Bogen eines Loches ist statt 3 mit 4 Knoten versehen. In *f* sehen wir, wie diese Verdoppelung des endständigen Knotens zu einer fortgesetzten Gabelung Veranlassung gegeben hat, wodurch ein in der Längsachse des Kalkkörpers gelegenes sekundäres Loch gebildet worden ist. Andere Veränderungen können den vertikalen Bogen betreffen. Er kann mit zwei vertikal gestellten Knospen ausgerüstet sein (*g*), oder auch in eine Spitze auslaufen (*h*). Der letztgenannte Typus ist auch dadurch eigentümlich, dass der Bogen nur einseitig entwickelt ist, und dass die Basalscheibe der Knoten entbehrt. Er bekommt dadurch eine recht grosse Ähnlichkeit mit gewissen Kalkkörpern bei *Th. mirabilis* LUDWIG (vgl. ERWE 1913, Taf. V, Fig. 8 nach rechts unten). Er erinnert auch an das bei *Actinocucumis typicus* beobachtete Verhalten (vgl. unten), dass ursprünglich zweierlei Kalkkörperchen in der Rumpfhaut vorkommen. Ist auch bei *Th. sacellus* der fragliche Typus der Rest einer sonst verschwundenen, jugendlichen Kalkkörperschicht?

Die Kalkkörper der Fühler sind nach LAMPERT (1889) »nur sehr zarte 0,035 mm lange, oft an den Enden leicht verzweigte Stäbchen«. Es geht aus der beigegebenen Figur LAMPERT's hervor, dass er nur die Anfangsstadien der Fühlerkörperchen gesehen hat. Wie es ERWE (1913) hervorgehoben hat, finden sich aber auch andere Kalkkörper. Sie sind hirseplättchenähnliche Gebilde von demselben Bau, der bei anderen Dendrochiroten gewöhnlich ist. Ausserdem kommen aber auch grössere Stützstäbe vor (Fig. 37 *a*, *b*), welche den bei den meisten übrigen Dendrochiroten vorkommenden Fühlerstützstäben ziemlich ähnlich sind, obgleich ihre Grösse gering ist (die grössten etwa 0,2 mm). Es gibt zwischen ihnen und den Hirseplättchen eine lückenlose Reihe von Übergangsformen (*c*, *d*). Dass weder ERWE noch LAMPERT diese Stützstäbe gesehen haben, muss darauf beruhen, dass sie nur die Spitzen der Fühler untersucht haben. Die fraglichen Körper finden sich nämlich nur in den Stämmen und den gröberen Ästen.

Die Steinkanäle waren bei zwei von mir näher untersuchten Exemplaren bezw. 14 und 16. Sie sind auch nach Angabe früherer Untersucher viele. Dagegen fand ich bei beiden Tieren nur eine Poli'sche Blase. Die früheren Angaben lauten hierüber folgendermassen:

SELENKA	(1867)	erwähnt	4	Blasen;
V. MARENZELLER	(1881)	»	6	» , welche sehr verschieden gross sind;
LAMPERT	(1885)	»	4—6	»
MITSUKURI	(1912)	»	mehrere,	bis 8 Blasen;
ERWE	(1913)	»	4	Blasen.

Dass meine Tiere, ungeachtet der einzigen Poli'schen Blase, echte *Th. sacellus* sind, unterliegt keinem Zweifel. Damit ist auch der Nachweis geliefert, dass *Stereo-derma murrayi* BELL mit *Th. sacellus* identisch ist, eine Vermutung, die schon THÉEL 1886 aussprach und die nach ihm mehrere Forscher gehegt haben, obgleich eine einblasige *Th. sacellus* bisher nicht aufgefunden wurde. Die Blase endigte bei einem meiner Exemplare mit einer kurzen, bei dem anderen mit einer sehr langen Spitze, wodurch sie beinahe die Kloake erreichte. Sie liegt im linken dorsalen Interradius.

Der Darmverlauf geht aus Fig. 38 hervor. Was hierbei unser Interesse besonders beansprucht, ist der Verlauf des Mesenteriums des dritten Darmschenkels. Wir begegnen hier etwa dasselbe Verhalten, das soeben für *Cucumaria areolata* beschrieben wurde. Nachdem das Mesenterium dicht von der Abspaltungsstelle des linken ventralen Retraktors den betreffenden Radius überquert hat, zieht es etwa in der Mitte des linken ventralen Interradius nach hinten, um hinter der Körpermitte eine ziemlich quere Biegung nach rechts zu machen, wodurch es den mittleren ventralen Längsmuskel erreicht, dem es dann an dessen linker Seite folgt. Es gehört somit, wie es auch und bei *Cuc. areolata* der Fall ist, nur bis zu einer aussergewöhnlich kurzen Strecke zu dem mittleren ventralen Radius. Das Mesenterium des aufsteigenden zweiten Darmschenkels war zum grössten Teil aufgelöst worden, so dass es nicht verfolgt werden konnte, offenbar infolge der Einwirkung der linken Wasser-lunge. Diese was im linken, die andere im rechten dorsalen Interradius befestigt.

Systematische Bemerkung. PEARSON (1910) hat aus dem Mergui-Archipel vor Hinterindien einen »*Thyone sacellus*» beschrieben, welcher mit einem Kalkring ausgerüstet ist, der von demjenigen meiner Exemplare erheblich abweicht (PEARSON, Fig. 20 B). Während bei dem typischen *Th. sacellus* (vgl. Fig. 39; meine Tiere stimmen in dieser Hinsicht ganz mit der Originalbeschreibung SELENKA's überein; vgl. SELENKA 1867, Taf. 20, Fig. 115) die vorderen Einschnitte zwischen den Spitzen des Kalkringes reichlich die halbe Länge der Interradialia, von ihrer Spitze bis zum Einschnitt zwischen den Gabelschwänzen gerechnet, messen, beträgt ihre Tiefe bei PEARSON's Figur nur etwa $\frac{1}{7}$ des letztgenannten Abstandes, und während die radialen Einschnitte zwischen den Gabelschwänzen bei der typischen Form ebenso weit nach vorn reichen wie die vorderen Einschnitte des Kalkringes nach hinten, ist der Boden des erstgenannten Einschnittes bei PEARSON's Form sehr weit von demjenigen des letztgenannten entfernt. Auch sind bei der letztgenannten Form die Spitzen sowohl der Radialia wie der Interradialia breit und tief ausgeschnitten, was bei der typischen Form nicht der Fall ist. Dies sind Unterschiede, die man bei den Individuen einer und derselben Art nicht annehmen kann, und ich bin daher der Ansicht, dass, wenn die Angaben PEARSON's wirklich richtig sind (betreffs der letzterwähnten Ausschnitte der

Interradialia möchte ich dies bezweifeln), die Tiere PEARSON's keine *Th. sacellus* sind, besonders weil bei ihnen auch Kalkkörperchen in der Haut von einem Typus vorhanden sind, der beim echten *Th. sacellus* nicht auftritt (PEARSON, Fig. 20 A).

Verbreitung. Die Art hat eine weite Verbreitung zwischen der Ostküste Afrikas, Japan und der Westküste Australiens.

Gattung *Actinocucumis* LUDWIG.

*Actinocucumis typicus*¹ LUDW. — Taf. 2, Fig. 9—11; Taf. 4, Fig. 40—45; Taf. 5, Fig. 46.

8 Ex. von 18—24 m Tiefe 42—45 Seemeilen WSW von Cap Jaubert, am 29. Juni—10. Juli gefangen.

Laut einer Aufzeichnung Dr. MJÖBERG's war die Farbe zweier Exemplare blassgrau mit tiefschwarzen Fühlern. Die Farbe dieser zwei Tiere war auch in Alkohol dieselbe, die graue Farbe jedoch ziemlich stark rötlich. Bei den übrigen Tieren war die Rumpffarbe dieselbe obwohl bisweilen auf dem Rücken dunkel, die Fühler aber waren, wo man sie sehen konnte, weiss. Die Länge der Tiere war 49—68 mm. Die Breite wechselte sehr. Die schmalste, fast wurmförmige Gestalt zeigten wie gewöhnlich diejenigen Tiere, deren Fühlerkranz ausgestreckt war.

Die gegenseitige Stellung und Grösse der Fühler konnten von früheren Forschern wegen des Kontraktionszustandes der untersuchten Tiere nicht sicher festgestellt werden. Eines der von mir gesehenen Tiere hatte den Schlundkopf nicht eingezogen und die Fühler waren ziemlich gut ausgestreckt, 20 an der Zahl, etwa 5—5,5 mm lang und gerade nach vorn gerichtet, weshalb ihrer gegenseitige Grösse und Stellung ziemlich genau zu sehen war. Sie standen alle in einem Kreis, keiner war auch nur einwenig nach innen gerückt. Die beiden um den mittleren ventralen Radius stehenden waren einwenig kleiner, zwischen den 18 übrigen war aber kein nennenswerter Grössenunterschied.

LUDWIG (1875) erwähnt ausser den radialen Füsschen auch in den Interradien und den Radien des Rückens gestellte Ambulakralpapillen, wozu THÉEL (1886) bemerkt, dass er Papillen auch an der Bauchseite, besonders im Vorder- und Hinterteil des Tieres gefunden hat. Nach meinen Beobachtungen sind die fraglichen Gebilde jedenfalls auf dem Rücken zahlreicher als am Bauche. Es gibt indessen keinen Grund, sie als Ambulakralpapillen zu bezeichnen, sondern sie müssen als kleine Füsschen aufgefasst werden. Denn auch die kleinsten von ihnen sind mit kalkigen Endscheibchen des gewöhnlichen Baues versehen. Bei einem der kleinsten hatte die Endscheibe einen Durchmesser von 0,22 mm, während derselbe bei einem der grossen Füsschen 0,96 mm mass. Auch die äussere Form des Endteiles ist die einer Scheibe, somit dieselbe wie bei den grossen Füsschen. Die Zahl dieser kleineren Füsschen schwankt. Bei einigen Exemplaren kommen deren nur wenige vor, bei anderen sind sie in den dorsalen Radien etwa 4—5 Mal so zahlreich wie die übrigen Füsschen. Obwohl sie

¹ Nicht *typica*, wie es alle früheren Autoren schreiben. *Cucumis* ist nämlich ein Maskulinum.

in den Interradien immer klein sind, bemerkt man in den Radien allerlei Übergänge zwischen ihnen und den übrigen Füsschen, sowohl betreffs der Grösse als auch betreffs der Lage, indem die mittelgrossen aus kleinen Hautprozessen austreten (vgl. sogleich unten betreffs der grösseren Füsschen).

Die grossen Füsschen sind in einer Hinsicht von besonderem Interesse. THÉEL (1886) bezeichnet sie als »rather stiff«, und ERWE (1913) sagt: »es hat fast den Anschein, als ob sie nicht vollständig retraktil seien.« Es ist merkwürdig, dass das auffallende Aussehen der Füsschen keinen früheren Forscher zu einer näheren Untersuchung veranlasst hat. In der Tat haben wir es hier mit einem Füsschentypus zu tun, der unter den Dendrochiroten, soviel ich habe finden können, nur bei *Phyllophorus anatinus* PERRIER¹ (1905) vorkommt. Was in den früheren Beschreibungen Füsschen genannt worden ist, ist ein Gebilde, das nicht nur von den echten Ambulakralfüsschen, sondern auch von dicken konischen Fortsätzen der eigentlichen Rumpfhaut, somit von Hautprozessen, zusammengesetzt ist. Die eigentlichen Füsschen sind wie gewöhnlich, und zwar bei *Actinocucumis* wie bei *Phyllophorus anatinus* in die Hautprozesse hinein, retraktil. Bei *Actinocucumis* bleibt indessen die Endscheibe immer ausserhalb der Spitze des Hautprozesses, weil sie grösser als das Lumen desselben ist. Der Hautprozess hat eine dicke Haut, wo die Kalkkörperchen wie in der übrigen Rumpfhaut mehrschichtig gelagert sind.

Die Kalkkörperchen der Hautprozesse sind teils dieselben, die in der übrigen Rumpfhaut vorkommen, die sog. Eichen, welche von LUDWIG (1875) und ERWE (1913) früher abgebildet worden sind (vgl. Fig. 46 unten). Sie bilden die inneren Schichten. Nach aussen von ihnen kommen teils gestreckte Körperchen (LUDWIG 1875, Fig. 24 a, ERWE 1913, Fig. 10), teils, morphologisch mit den letztgenannten durch Zwischenformen verbunden, etwas stühlchenähnliche Gebilde mit kürzerem oder längerem Stiel (Spitze). Auch diese sind früher abgebildet (LUDWIG Fig. 24 b und ERWE Fig. 10; von dem letztgenannten sind eigentlich nur die soeben erwähnten Zwischenformen gezeichnet. Vgl. auch meine Fig. 41). Es mag indessen bemerkt werden, dass der Stiel oft etwas länger ist, als LUDWIG ihn gezeichnet hat, und bisweilen in der Spitze leicht gegabelt.

Wenn man die Hautprozesse bei Vergrösserung betrachtet, bemerkt man leicht, dass die »Stühlchen« mit ihren Spitzen über die Oberfläche der Haut hinausragen und dem Hautprozess ein dorniges Aussehen verleihen (Fig. 40), wie es auch, und zwar in noch höherem Grad, bei *Phyllophorus anatinus* der Fall ist. Bei einer genaueren Durchmusterung zeigt es sich, dass bei vereinzelter »Stühlchen« das Epithel bis über die Spitze ununterbrochen hinwegzieht, bei den meisten aber bricht die Spitze durch das Epithel hindurch. Ich vermute, dass die Kalkkörperchen hierdurch als eine Art Anheftungsapparate dienen, etwa so wie sie ÖSTERGREN (1897) bei *Synapta*, *Ankyroderma* und *Trochostoma* auffasst, obgleich natürlicherweise mit einer durch die verschiedenartige Form bedingten, abweichenden Wirkungsweise.

¹ Es scheint mir indessen sehr zweifelhaft, ob diese Art wirklich ein *Phyllophorus* ist. Bei der Abwesenheit jeder bestimmten Angabe über die Fühler, den Kalkring und die übrige innere Anatomie ist ihre Stellung etwas unsicher.

Die gestreckten Kalkkörper der Hautprozesse sind früher als »Stützstäbchen« bezeichnet worden. Zu dem mag bemerkt werden, dass sie den bei anderen See- walzen so allgemein auftretenden sog. Stützstäbchen der Füsschen offenbar nicht homolog sind. Denn obgleich beiderlei Gebilde als Umbildungsprodukte der gewöhnlichen Kalkkörperchen der Haut aufgefasst werden müssen, liegen die betreffenden Gebilde bei *Actinocucumis*, wie wir gefunden haben, nicht in den eigentlichen Füsschen, sondern in den sie stützenden Hautprozessen. Über ihre Homologie, vgl. unten, S. 49. Die Füsschen aber entbehren, was ja bei den Phyllophorinen sehr oft der Fall ist, gänzlich der Stützstäbchen. Nur am Rande der Endscheibe liegen einige schwach gebogene, durchlöchernte Platten von demselben Bau, wie sie z. B. bei *Pseudocucumis* vorkommen (vgl. OHSHIMA 1912, Textfig. 3). Dieselben treten auch bei den kleinsten dorsalen Füsschen auf, und zwar sind sie hier ebenso gross wie in den grossen Füsschen (etwa 0,17 mm).

Der Schlundkopf ist sowohl hinter dem Fühlerkranz als in der Mundscheibe mit einer einfachen Schicht von Stühlchen versehen, die ziemlich dicht liegen und sich von den Stühlchen der Hautprozesse dadurch unterscheiden, dass sie eine breite und mit zahlreichen Löchern versehene Basalscheibe haben (Fig. 41). In den Fühlern befinden sich im Stamme zahlreiche, bei zusammengezogenen Fühlern mehrschichtig geordnete Stützstäbchen der gewöhnlichen Grundform aber in sehr variabler Ausbildung (Fig. 42). Sie sind fast ebenso dick wie bei der Gattung *Colochirus*. In den kleineren Verzweigungen und den Endknospen liegen teils kleinere, stärker gebogene Stützstäbchen der gewöhnlichen Form, teils sehr winzige Stäbchen (vgl. *Colochirus crassus*, Taf. 3, Fig. 4, b, c), teils sehr kleine durchlöchernte Scheibchen ohne Stühlchenstiel. Sog. Hirseplättchen kommen aber nicht vor. Hie und da finden sich in den Fühlern auch ähnliche Stühlchen wie im Schlundkopf.

Es ist nur eine, im linken dorsalen Interradius gelegene Poli'sche Blase und ein Steinkanal vorhanden, der im Mesenterium festgelegt ist.

Der Kalkring stimmt ziemlich mit der Abbildung LUDWIG's überein, nicht aber ganz, was darauf zurückzuführen sein dürfte, dass sein Bau auch nach Aufhellen in Glycerin sehr schwer zu sehen ist.¹ Fig. 43 und 44 dürften die Sache hinreichend erleuchten. In den kleineren Einzelheiten kommen Variationen vor. So waren bei einem Radiale die äusseren vorderen Ecken mit einer schwachen Ausbuchtung für den Austritt der betreffenden Fühler versehen (links in der Fig. 43), bei einem anderen aber nicht (rechts in der Figur). Auch die Austrittsweise der Fühlerkanäle aus dem Hauptkanal variiert (vgl. Fig. 43). Die von PEARSON (1910, Fig. 21 A) gelieferte Abbildung des Kalkringes ist nicht ganz korrekt, indem sie die Radialia und die Interradialia als zusammengeschmolzen darstellt.

Der Darm bietet in ein paar Hinsichten Eigentümlichkeiten dar. Der erste Darmschenkel bildet keine nach vorn gerichtete Schlinge, wie er es z. B. bei *Colochirus* tut, sondern verläuft bis zum hinteren Drittel des Tieres ganz gerade, bildet aber hier, am Übergang zum zweiten Schenkel, einige kleinere Schlingen. Solche

¹ Meiner Figur liegen teils ein Glycerinpräparat, teils ein Kalilaugepräparat zu Grunde. Erst durch Kombination beider Präparationsmethoden konnte ich den wahren Bau ermitteln.

finden sich auch am Übergang vom zweiten zum dritten Schenkel (vgl. Fig. 45 mit Text). Was indessen das Eigentümlichste mit dem Darm ist, wodurch er sich von allen anderen in der fraglichen Hinsicht bisher bekannten Holothurien unterscheidet, ist der Verlauf des Mesenteriums. Schon dasjenige des zweiten Schenkels ist bemerkenswert, indem es nur in seinem vorderen Teil im linken dorsalen Interradius befestigt ist, in seinem hinteren Teil dagegen dem mittleren dorsalen Interradius angehört und hier dem Mesenterium des ersten Darmschenkels ziemlich dicht angeschmiegt verläuft. Erst in der Mitte des Rumpfes überquert es den linken dorsalen Radius. Weiterhin behauptet das Mesenterium am Übergang vom zweiten zum dritten Schenkel nicht nur, wie es bei einigen *Colochirus*-Arten der Fall ist (vgl. oben), einen Teil des rechten ventralen Interradius, sondern geht mit einem grossen, nach hinten spitz auslaufenden Bogen sogar in den rechten dorsalen Interradius hinein. Da die Retraktoren sich ziemlich weit nach hinten abspalten (die beiden dorsalen etwas weiter nach hinten als die drei ventralen; vgl. Fig. 45, die dieses Verhalten richtig darstellt), wird das Mesenterium nicht nur vom linken und mittleren ventralen sondern von allen drei ventralen Retraktoren durchsetzt, was bei keiner anderen Seewalze geschieht. Eine weitere Eigentümlichkeit ist, dass das Mesenterium der genannten Darmumbiegung sehr weit nach vorn, nur unbedeutend hinter dem Vorderrand des Rumpfes, befestigt ist. Im mittleren und hinteren Teil des letzten Darmschenkels zeigt indessen das Mesenterium das typische Dendrochirotenverhalten, indem es an der linken Seite des mittleren ventralen Radius verläuft. Diese Eigentümlichkeiten des Mesenteriums wurden an drei Exemplaren kontrolliert.

Die Geschlechtsbasis ist nicht verlängert (vgl. *Phyllophorus holothurioides*), sondern hat das bei den Dendrochiroten gewöhnliche Aussehen. Die Geschlechtsschläuche (ich untersuchte beide Geschlechter) sind, was auch LUDWIG (1875) angibt, gewöhnlich an der Basis einmal gegabelt. Es findet sich in ihnen keinerlei Kalkgebilde. Bei einem Männchen fand ich im dorsalen Interradius an der Schlundkopfbasis eine kleine, etwa 1 mm lange Genitalpapille. Von den übrigen beiden Tieren mit vorgestrecktem Schlundkopf war eines noch nicht geschlechtsreif, das andere, ein Weibchen, hatte keine Genitalpapille. Es scheint mir daher nicht unmöglich, dass wir es hier mit einer konstanten, bisher übersehenen Geschlechtsverschiedenheit unter einigen Dendrochiroten zu tun haben. Die Frage muss offenbar an Hand eines grösseren Materials geprüft werden, bevor sie als entschieden angesehen werden kann; ich bemerke aber in diesem Zusammenhang, dass auch das einzige von mir untersuchte Exemplar von *Pseudocucumis intercedens*, das ein Männchen war, eine Genitalpapille besass (vgl. S. 60).

Betreffs des Eintritts der Geschlechtsreife mag erwähnt werden, dass ein Tier von 48 mm Rumpflänge noch sehr kleine Geschlechtsschläuche hatte, ein anderes von 50 mm aber, sowie einige noch grössere, anscheinend geschlechtsreif war.

Das Material enthielt auch ein kleines Exemplar von nur 14 mm Rumpflänge, welches im Auftreten der Kalkkörperchen eine Abweichung von den grösseren Tieren zeigte. Es waren nämlich in der Rumpfhaut zwischen den Hautfortsätzen nicht nur die von anderen Forschern erwähnten sog. Eichen vorhanden, sondern auch grössere

durchlöcherne Platten (Fig. 46, a, b). Diese kamen in grosser Zahl vor und waren sowohl nach aussen wie nach innen von Haufen von »Eichen» umgeben. Die kleinsten unter ihnen (a), die nicht viel grösser als die »Eichen» waren, unterschieden sich jedoch von diesen ganz bestimmt dadurch, dass sie immer nur in einer Ebene ausgebildet waren. Die Platten gehören somit einem ganz anderen Typus an. Sie tragen keine Auftreibungen in ihrer Mitte, sind jedoch offenbar desselben Typus wie die sog. Stühlchen in den Hautprozessen und im Schlundkopf (vgl. oben und Fig. 41), denn die Grundscheibe ist ganz desselben Baues und hat in den Hautprozessen dieselbe Grösse der Löcher. Es ist dies nicht ohne Interesse. Das Vorkommen der ebenen Scheiben muss als ein jugendlicher Zustand betrachtet werden, was aus der kleinen Grösse des fraglichen Individuums hervorgeht. Schon bei der genannten Körpergrösse von 14 mm ist eine Differenzierung der Platten in zwei Untertypen geschehen, einen primären ohne Auftreibungen und einen sekundären stühlchenförmigen, der auf die Hautprozesse beschränkt ist. Auch bei dem kleinen Individuum war dieser letztgenannte Untertypus zahlreich vorhanden. Bei älteren Tieren werden die ebenen Platten zwischen den Hautprozessen reduziert, und so kommt es, dass in den Hautprozessen ein sonst in der Rumpfhaut nicht zu findender Kalkkörperotypus vorhanden ist, was etwas ungewöhnliches ist. Es ist in dieser Hinsicht interessant zu sehen, wie bei *Phyllophorus anatinus* PERRIER (vgl. PERRIER 1905, Taf. 5, Fig. 3—8) die ziemlich ähnlichen Stühlchengebilde zwischen den Hautprozessen noch zahlreich zu finden sind, und zwar neben den ursprünglichen ebenen Platten (Fig. 8).

Systematische Bemerkung. Von dieser Gattung hat PEARSON (1903) eine neue Art, *A. donnani*, beschrieben, welche sowohl in den Kalkkörperchen als im Kalkring erhebliche Abweichungen vom Typus der Gattung, *A. typicus*, zeigt. U. a. geht vom Bau der Radialia des Kalkringes mit ziemlicher Sicherheit hervor, dass die Fühler, deren Zahl wegen des Erhaltungszustandes des untersuchten Exemplares PEARSON nicht feststellen konnte, nicht 20 sein können, sondern dass sie nur 10 sind. Auch im Übrigen ist der Kalkring sehr abweichend. Es dürfte daher nicht wahrscheinlich sein, dass die fragliche Art in die Gattung *Actinocucumis* einzureihen ist.

Dass *A. difficilis* BELL mit *A. typicus* identisch ist, wurde schon von THÉEL (1886) und LUDWIG (1888) hervorgehoben. BELL begründete seine neue Art darauf, dass die 8-förmigen Kalkkörperchen in der Körperhaut zahlreicher als bei *A. typicus* waren. Obwohl die Identität, wie erwähnt, schon sichergestellt ist, mag als eine neue Bestätigung darauf hingewiesen werden, dass es ganz vom Zufall abhängt, ob ein gegebener Kalkkörper die Form eines 8 hat oder nicht. In einer Lage kann er die genannte Form besitzen, in einer anderen nicht, was aus der Fig. 46 a hervorgeht.

Verbreitung. Die früher bekannte Verbreitung umfasst das indopazifische Gebiet zwischen dem Wendekreis des Krebses und dem des Steinbocks (Sharks Bay in Westaustralien).

Phyllophorus holothurioides LUDWIG. — Taf. 2, Fig. 12; Taf. 5, Fig. 47—51.

Ein Ex. aus 21 m Tiefe 42 Seemeilen WSW von Cap Jaubert, am 15. Juli 1911 eingesammelt.

Von der Beschreibung LUDWIG's (1875) weicht das Exemplar durch einige meiner Ansicht nach ziemlich geringfügige Verschiedenheiten, u. a. in der Zahl der Fühler, ab. Die Identität dürfte jedoch kaum fraglich sein. Da ausserdem die LUDWIG'sche Beschreibung ziemlich kurz ist und die Gattung *Phyllophorus* einer detaillierten Durchmusterung nötig hat, gebe ich hier eine etwas ausführlichere Beschreibung.

Die Länge des Rumpfes (somit vom Schlundkopf abgesehen) ist 33 mm. Der hintere, etwa 15 mm lange Teil des Rumpfes ist stark nach oben gekrümmt und einwenig schmaler als der Vorderteil (Taf. 2, Fig. 12), obgleich bei weitem nicht schwanzförmig verjüngt (vgl. *Ph. anatinus* PERRIER 1903). Ob diese Aufwärtskrümmung eine konstante Erscheinung ist, wage ich indessen nicht zu entscheiden. Die grösste Breite des anscheinend nur schwach zusammengezogenen Tieres ist 15,5 mm. Die Füsschen sind über den ganzen Rumpf gleichmässig zerstreut.

Die Fühler, die bei dem untersuchten Tier vorgestreckt und daher sicher auseinanderzuhalten waren, sind 20, davon 15 grössere äussere und 5 kleinere innere (Fig. 47). Im mittleren dorsalen Interradius entspringen 4 grosse Fühler, in den seitlichen dorsalen median je ein kleiner und lateral drei grosse. Im Trivium stehen die Fühler unsymmetrisch, eine Symmetrie wäre aber, wie aus der Figur hervorgeht, zu Stande gekommen, wenn nicht nur der eine sondern beide neben dem mittleren ventralen Radius entspringende Fühler klein gewesen wären. Wenn man diese Anordnung der Fühler mit der ausgezeichneten Darstellung vergleicht, welche OHSHIMA (1912, Textfig. 1) von *Pseudocucumis africanus* (SEMPER) gibt,¹ womit nach ihm auch die beiden *Phyllophorus*-Arten *japonicus* (v. MARENZ.) und *fragilis* OHSHIMA übereinstimmen, findet man, dass diejenigen Fühler, welche bei den genannten Arten mittelgross sind, bei meinem Tier ganz gross sind. Ich konnte trotz genauen Nachsehens keinen konstanten Grössenunterschied zwischen grossen und mittelgrossen Fühlern finden. Ich möchte aber glauben, dass auch bei *P. holothurioides* diejenigen Fühler nur mittelgross sind, welche bei den genannten Arten diese Grösse besitzen. Denn die Ambulakralgefässe dieser Fühler (der in Fig. 48 durch ein × bezeichneten) entspringen, wie es bei den genannten Arten der Fall ist, einem mehr distalen Abschnitt der Radialkanäle als die Gefässe der übrigen grossen Fühler. Sie gehen, ähnlich den Gefässen der kleinen Fühler, am Vorderrand der Radialia des Kalkringes aus, während die Gefässe der grossen Fühler an den Seitenrändern derselben hinaustreten. Der Radialkanal selbst geht wie gewöhnlich durch eine etwas unsymmetrisch gestellte mittlere Einbuchtung des Vorderrandes aus. Hierüber wie auch

¹ Dabei ist zu bemerken, dass OHSHIMA den Fühlerkranz von hinten gezeichnet hat, wodurch die linke Seite seiner Figur der rechten der meinigen entspricht.

über die gegenseitige Lage der Verzweigungsstellen der Amhulabralgefässe dürfte Fig. 48 besser als eine Beschreibung orientieren.

Die Mundscheibe zeigt die sehr auffallende Eigentümlichkeit, dass sie am Mundrande zahlreiche (über 20) schmale Papillen gegen die Mundöffnung aussendet (Fig. 47). Eine derartige Ausbildung der Mundscheibe ist noch niemals unter den Holothurien beobachtet worden.¹ Die Papillen ragen mit freien Spitzen in die Mundöffnung hinein und sind nicht mit den inneren Längsfalten der Oesophagealwand zu verwechseln. Sie sind von der Mundhaut und nicht vom Epithel des Oesophagus gebildet, was teils durch ihre blasse Farbe (das genannte Epithel ist stark violett), teils dadurch hervorgeht, dass sie mit Kalkkörperchen versehen sind; solche finden sich nicht im inneren Epithel des Oesophagus, wohl aber in der Aussenwand desselben (sog. Hirseplättchen). Die Kalkkörperchen der Mundpapillen sind teils sog. Hirseplättchen von ganz demselben Bau wie sie OHSHIMA (1912) in seiner Textfig. 7 i für *Ph. hypsipyrigus* darstellt, teils dünne, etwa 0,1 mm lange, an den Enden schwach verdickte Stäbchen (vgl. oben Taf. 3, Fig. 4 c: *Colochirus crassus*, und OHSHIMA 1912, Textfig. 6 i: *Phyllophorus fragilis*). Diese Stäbchen liegen parallel der Längsachse der Papille.

Die Kalkkörper der Rumpfhaut treten nur spärlich auf, weshalb die Haut sehr weich ist, und zwar sind erstere ausschliesslich in der pigmentierten Hautschicht zu finden. Sie sind teils kleine sog. Hirseplättchen, teils grössere Stühlchen von der in Fig. 49 a—d dargestellten Form. Als Anfangsstadium der eigentlichen Stühlchen sind in spärlicher Zahl auftretende kleine Scheiben ohne vertikale Auswüchse (a) zu betrachten. Sie entwickeln zunächst kleine Zapfen (b), die sich dann zu einem ziemlich einheitlichen Gebilde zusammenschliessen, das mit einer Krone von 5—8 Spitzen endigt. Auch die Basalscheibe ist in ihrem Rande mit ziemlich weit ausragenden Spitzen versehen, die gewöhnlich paarweise gruppiert sind, die eine Spitze des Paares schief nach oben, die andere schief nach unten gerichtet. Bisweilen bemerkt man ein oder ein paar Spitzen, die ziemlich gerade nach unten gerichtet sind. Es kommen auch ziemlich unregelmässige, in mehreren Ebenen entwickelte und somit nicht eigentlich scheibenähnliche Gebilde vor, die jedoch offenbar modifizierte Stühlchenscheiben sind. Die Stühlchen sind nur in einer Schicht gelagert. Ihre Verteilung ist unregelmässig; bisweilen liegen 2—3 dicht aneinander gedrängt, bisweilen liegen sie einsam und wie die genannten kleinen Gruppen in gegenseitigen Abständen von der doppelten oder dreifachen Länge eines Scheibendurchmessers. In einer Hinsicht besteht aber auch hier eine Regelmässigkeit, indem die Stühlchen immer in den Pigmentflecken der Haut liegen. Es wechseln nämlich unpigmentierte und pigmentierte Teile mit einander ab; die genannten Zwischenräume zwischen den Stühlchen oder Stühlchengruppen sind unpigmentiert.

Nach innen von den jetzt erwähnten Kalkkörpern finden sich keinerlei Kalkgebilde.

Die Füsschen sind, wie die Körperhaut im Ganzen, arm an Kalkkörpern. Ihre

¹ Vgl. die bestimmte Angabe bei LUDWIG (1889—92, S. 139: »Dem Mundrande fehlt jegliche Bewehrung durch Zähne, Papillen oder ähnliche Einrichtungen.«

basalen Teile besitzen nur Hirseplättchen, und zwar in kleiner Zahl; nur in der unmittelbaren Nähe der Endscheibe, ganz in derselben Lage wie sie OHSHIMA (1912, Textfig. 3) für *Amphicyclus japonicus* BELL abgebildet hat, finden sich einige wenige Stützscheiben, welche eine bedeutende Breite haben (Fig. 49 e). Nach den ziemlich wenigen diesbezüglichen Angaben zu urteilen — solche finden sich nur bei OHSHIMA (1912) — scheint es in der Subfamilie *Phyllophorinae* ÖSTERGREN eine gewöhnliche Erscheinung (die Regel?) zu sein, dass die sonst bei den Dendrochiroten so gewöhnlichen schmalen Stützstäbchen fehlen und nur die breiteren und kürzeren Platten, die auch bei anderen Dendrochiroten (vgl. oben *Colochirus*) in der Nähe der Endscheibe liegen, zu finden sind,

Der Schlundkopf besitzt weder nach aussen von der Fühlern noch in der Mundhaut Stühlchen, sondern nur spärliche Hirseplättchen (von demselben Bau wie bei *Colochirus crassus*; vgl. Taf. 3, Fig. 4 d—f).

Die die Haut im Allgemeinen kennzeichnende Armut an Kalkkörperchen kommt auch in den Fühlern zum Ausdruck, indem diese der bei den Seewalzen so gewöhnlichen Stützstäbchen ganz entbehren (vgl. hiermit die soeben besprochene Abwesenheit der Stützstäbchen in den proximalen Teilen der Füsschen). Es sind nur Hirseplättchen und kleine Stäbchen vorhanden. Erstere finden sich nicht im eigentlichen Stamm der Fühler — dieser ist ganz frei von Kalkkörperchen — sondern erst bei den Verzweigungsstellen, und zwar sind sie hier ganz unregelmässig verteilt, indem gewisse Teile ihrer ganz entbehren, andere aber sie zu grossen Haufen zusammengeschart besitzen. In den Endverzweigungen finden sich keine Hirseplättchen sondern ausschliesslich winzige Stäbchen von 0,04—0,07 mm Länge mit schwach verdickten Enden (siehe oben *Colochirus crassus*, Taf. 3, Fig. 4 c). Sie sind somit ganz von demselben Bau wie die Stäbchen der Mundpapillen. Sie liegen der Längsrichtung der Fühlerzweige parallel.

Der Kalkring hat den in Fig. 48 dargestellten Bau. Die Interradialia sind somit nicht mit den Radialia zusammengewachsen, und letztere sind mit kurzen Gabelschwänzen versehen. An der Aussenfläche der Radialia befindet sich an der grösseren Gabelspitze eine scharf markierte Vertiefung, deren Bedeutung mir nicht klar geworden ist. Die Längsmuskeln und die Retraktoren sind an der Basis der vorderen Endbucht der Radialia befestigt.

Die Retraktoren sind lang, ihre Austrittstellen aus den Längsmuskeln liegen 14—15 mm hinter dem Vorderrand des Rumpfes. Diejenigen der beiden dorsalen Retraktoren befinden sich genau in der Mitte der Rückenlinie des Rumpfes, die der drei ventralen aber, infolge der erheblicheren Länge der Bauchhaut, in der vorderen Rumpfhälfte.

Es ist nur eine, im linken dorsalen Interradius gelegene Poli'sche Blase vorhanden. Sie ist 5 mm lang. Es findet sich nur ein Steinkanal.

Der Darm war bei meinem Exemplar ausgeworfen aber das Mesenterium zurückgelassen. Die dem dritten Darmschenkel angehörige Abteilung verläuft anfangs der rechten Seite des mittleren ventralen Längsmuskels entlang, um dann denselben schief zu überqueren und längs seiner linken Seite zu gehen. Dies ist eine Abweichung

von dem bei der Gattung sonst gewöhnlichen Verlauf; nach ÖSTERGREN (1898) verläuft nämlich das Mesenterium des genannten Darmschenkels in seiner ganzen Länge an der linken Seite des mittleren Längsmuskels. Da die Abspaltungsstellen der Retraktoren weit nach hinten verlegt sind, durchbricht nicht nur der mittlere ventrale sondern auch der linke ventrale Retraktor das Mesenterium. Die Wasserlungen liegen im rechten und im linken dorsalen Interradius. Sie erreichen kaum die Anfangsstellen der Retraktoren, sind aber durch Bindegewebsfasern weiter nach vorn befestigt. Sie sind auch im Alkohol lebhaft violett gefärbt.

An den Ovarien fällt die gestreckte »Genitalbasis« auf. Wie es auch bei *Pseudocucumis africanus* (LUDWIG 1887, S. 1238; syn. *P. theeli*), *Phyllophorus (Orcula) cucumiformis* (SEMPER 1868, S. 244),¹ *Ph. (Orcula) tenera* (LUDWIG 1888, S. 813) und *Ph. (Orcula) hypsipyrqus* (OHSHIMA 1912, S. 90) der Fall ist, inserieren die Geschlechtsfollikel nicht in einem Haufen neben einander sondern hinter einander längs der beiden Seiten des Mesenteriums (Fig. 51). Die so entstandene gestreckte »Genitalbasis« ist bei meinem Exemplar 9,5 mm lang und trägt jederseits 40—45 Ovarialschläuche. Die hinteren etwa 4 Millimeter der linken Ovarialreihe sind von der rechten frei, der Ovidukt somit nach hinten gegabelt. Die Ovarialschläuche sind höchstens 3 mm lang (obgleich die Eier etwa 0,5 mm gross sind) und an der Spitze nur selten sehr schwach gegabelt.

Systematische Bemerkung. Wie es schon erwähnt wurde, weicht mein Exemplar von der Beschreibung LUDWIG's durch einige, soweit ich finden kann, systematisch unwichtige Merkmale ab. LUDWIG erwähnt nur 18 Fühler, von denen 5 kleinere. Es gibt aber mehrere Beispiele dafür, dass bei der Beschreibung von Phyllophorinenarten Fühler übersehen worden sind, und LUDWIG's Abbildung des Kalkringes zeigt, dass wenigstens das abgebildete Radiale 4 Fühlergefässe bedeckt haben muss. Die Interradialia des Kalkringes sind bei LUDWIG kürzer und die Radialia mit längeren Gabelschwänzen versehen, welche letztere übrigens aus je 7 Gliedern zusammengesetzt sind, während sie bei meinem Tier nur 2—3 Glieder haben. Nach LUDWIG sind ferner die Stühlchen der Körperwand »mit rudimentärem Stiel« versehen: »der Stiel ist reduziert bis auf 4—6 Dornen, welche der Mitte der Scheibe aufsitzen.« Solche rudimentäre Stiele treten auch bei meinem Exemplar, nämlich, soweit ich finden kann, als vorübergehende Entwicklungsstadien auf (vgl. Fig. 49 b), und übrigens belehrt die Fig. 23 b bei LUDWIG, dass die genannten Dorne sich zu einem mit 6 Zähnen versehenen Ring zusammenschliessen können, wodurch eine Identität mit meiner Fig. 49 c zu Stande kommt. Endlich sind die Stützstäbchen der Füsschen bei LUDWIG's Fig. 23 e von einer anderen Form, was ich aber, in Betracht der ziemlich grossen Variabilität dieser Gebilde, als ziemlich belanglos betrachte.

Verbreitung. Die Heimat der Art blieb unbekannt (denn das LUDWIG'sche Typexemplar war mit keiner Fundortsangabe versehen), bis sie SLUITER (1888, 1901, 1914) bei Batavia, in der Madura-Strasse und nördlich von Java wiederfand. Von anderen Forschern ist die Art nicht erwähnt worden.

¹ SEMPER's Angaben sind, was die Länge des Insertionsabschnittes betrifft, nicht ganz deutlich.

Phyllophorus hamatus SLUITER 1914. Taf. 5, Fig. 52—55.

Ein Exemplar wurde 45 Seemeilen WSW von Cap Jaubert in 20 m Tiefe am 16. Juli gefunden.

Die Länge des Rumpfes ist nur 14 mm, wozu noch der Schlundkopf mit dem Fühlerkranz kommt. Die grösste Breite ist 8,5 mm, der Rumpf eiförmig. Die Rückenseite ist fast gerade, die Bauchseite stärker gewölbt, wodurch der Anus etwas subdorsal wird. Infolge starker Zusammenziehung ist die Rumpffläche überall mit in Längsreihen gestellten, kurzen Querwulsten versehen. Die Füsschen, die, wie man sich durch Betrachtung der Innenseite der Haut überzeugen kann, sowohl in den Radien wie in den Interradien stehen, in den Interradien jedoch bedeutend spärlicher als in den Radien, sind teilweise in die weiche Haut ganz eingezogen, sodass ihre Endscheiben bisweilen nach innen von der Hautmitte liegen. Nur die vordersten Füsschen der Radien waren von aussen ganz sichtbar. Obwohl die Füsschen sowohl interradianal als radial stehen, sind sie somit keineswegs gleichförmig über den ganzen Rumpf zerstreut. Ob dies ein Artmerkmal oder vielleicht dem anscheinend geringen Alter des untersuchten Individuums zuzuschreiben ist, wage ich indessen nicht zu entscheiden.

Die Anordnung der Fühler geht aus Fig. 52 deutlich hervor. Besonders ist hervorzuheben, dass die Fühler nicht nur zwei, sondern drei Kreise bilden, indem die mittelgrossen nach innen zwischen die grossen und die kleinen gerückt sind. Eine dreikreisige Anordnung ist bis jetzt bei keiner Seewalze beobachtet worden. Im Übrigen herrscht aber eine gute Übereinstimmung mit den übrigen mit 20 Fühlern versehenen Dendrochiroten. Besonders bemerkenswert ist der Umstand, dass bei der Asymmetrie des Fühlerkranzes der kleinste Fühler des mittleren ventralen Radius nach links abgegeben wird, genau wie es bei anderen verwandten Arten und Gattungen der Fall ist, z. B. *Ph. holothurioides* oben (Fig. 47), *Ph. fragilis* (OHSHIMA 1912, Textfig. 6 a), *Ph. hypsipyrigus* (OHSHIMA 1912, Textfig. 7 a), *Pseudocucumis africanus* (OHSHIMA 1912, Textfig. 1 u. 4) und *Amphicyclus (Pseudocucumis) japonicus* (OHSHIMA 1912, Textfig. 2 u. 3 a).

Auch bei dieser Art ist die Mundöffnung mit kleinen Papillen versehen, die aber kleiner als bei *Ph. holothurioides* sind.

Von Kalkkörpern finden sich in der Rumpfhaut ausschliesslich Stühlchen. Diese liegen in einschichtiger Lagerung, ziemlich dicht (Fig. 53 g), die Spitzen wie gewöhnlich nach aussen und die Basalscheiben nach innen gerichtet. Letztere sind äusserst stark reduziert. Sie erscheinen beim ersten Zusehen nur als die erweiterten Endteile der etwas nadelförmigen Kalkstäbchen, die somit hauptsächlich aus dem Stiele gebildet werden. Fig. 53 a—f, dürfte die Sache hinreichend erläutern. Das Aussenende des Stieles ist mit mehreren zahnförmigen Auswüchsen versehen. Obwohl der Stiel aus der Basalscheibe gewöhnlich mit 4 Wurzeln entspringt (Fig. 53 f), sind die genannten Endzähne gewöhnlich dreiseitig in paarweiser Anordnung gerichtet, wozu von jedem der drei Seitenpaare gewöhnlich noch ein nach oben gerichteter

Zahn ausgeht (Fig. 53 *b, g*). In der Umgebung der Füsschen sind die Stühlchen weniger verlängert als sonst; sie nehmen hier eine Zwischenstellung ein zwischen Fig. 53 *b* und Fig. 54 *a*.

Auch die Haut des Schlundkopfs ist mit Stühlchen bewehrt, die aber weniger umgewandelt als diejenigen der Rumpfhaut sind (Fig. 54 *a—d*). Zwar ist bei einigen die Basalscheibe sehr reduziert (*a*), aber der Stiel ist niemals so verlängert wie bei den Stühlchen der Rumpfhaut. Und bei anderen ist die Basalscheibe erheblich grösser (*b, c*), während der Stiel bisweilen kurz ist (*b*). Auch kommen etwas hirseplättchenähnliche Scheiben vor, welche mit einem Stiel versehen und daher als Stühlchen zu bezeichnen sind (*d*); ausserdem andere durchlöcherter Scheiben und Hirseplättchen (*e—g*). Letztere sind indessen weniger dicht mit Knoten besetzt, als bei anderen Arten (z. B. *Ph. holothurioides*) oft der Fall ist.

Der Stamm der Fühler ist mit Hirseplättchen dicht besetzt. Dieselben haben etwa die oben für *Colochirus crassus* in Taf. 3, Fig. 3 *c* dargestellte Form. In den Fühlerspitzen befinden sich kleine Stäbchen von der für die genannte Art in Taf. 3, Fig. 4 *b* und *c* abgebildeten Form. Sie kommen ziemlich spärlich vor.

Die Füsschen entbehren auch bei dieser Art gänzlich der Stützstäbchen. Nur ringsum die Endscheibe liegt ein Kreis unregelmässiger, schwach gekrümmter, durchlöcherter Scheibchen des gewöhnlichen Aussehens (vgl. oben Fig. 49 *e* und OHSHIMA 1912, Textfig. 3, *m, n*). Die Endscheibe der grösseren Füsschen ist etwa 0,36 mm gross.

Der Kalkring hat etwa den in Fig. 55 dargestellten Bau. Da ich das einzige Exemplar nicht durch Zerschneiden allzuviel zerstören wollte, hellte ich es, um den Bau des Kalkringes deutlicher zu sehen, in Glyzerin auf. Dabei blieben aber die Hinterteile des Ringes sowie besonders der Vorderteil der Radialia etwas undeutlich, weshalb die Abbildung in dieser Hinsicht vielleicht etwas zu korrigieren ist. Auch die Zahl und die Grenzen der einzelnen Kalkstücke konnte ich nicht ganz genau wahrnehmen.

Wegen Mangels an Material kann ich auch über die übrige innere Anatomie nur wenig äussern. Die Steinkanäle sind zahlreich, ebenso die Poli'schen Blasen, deren ich an der rechten Seite des Ringkanals wenigstens 8 zählen konnte. Die Retraktoren spalten sich alle in etwa 4 mm Abstand vom Vorderrand des Rumpfes, somit in der vorderen Körphälfte, ab.

Systematische Bemerkungen. Ob das von mir oben beschriebene Tier mit der SLUITER'schen Art wirklich identisch ist, scheint mir nicht ganz sicher; jedoch habe ich mich nach einigem Bedenken entschlossen, keine neue Art aufzustellen, da es mir möglich vorfällt, dass die Abweichungen von geringerem Alter — die SLUITER'schen Tiere waren 25—100 mm lang — oder mehr zufälligen Ursachen abhängen können. Um aber eine künftige Entscheidung über die Identifizierung zu ermöglichen, habe ich oben die Beschreibung einigermaßen ausführlich gemacht.

Die Abweichungen von SLUITER's Beschreibung sind die folgenden: Die Fühler stehen nach ihm in nur zwei Kreisen, eine Verschiedenheit, die möglicherweise auf verschiedenen Kontraktionszustand zurückzuführen ist, wodurch die natürliche Stellung vielleicht nicht sicher zu beobachten war. Von verschiedenem Alter hängt viel-

leicht auch die abweichende Anordnung der Füsschen ab, welche bei den SLUITERschen Tieren gleichförmig über den ganzen Körper verteilt waren. Die Stühlchen sind bei meinem Tier in der Rumpfhaut mit mehr verkümmelter Basalscheibe versehen, aber auch hier können vielleicht Altersunterschiede mitspielen, und im Schlundkopf kommen, wie erwähnt, Stühlchen mit besser entwickelter Basalscheibe vor. Auffallender ist, dass ich in den Füsschen nicht die von SLUITER erwähnten bedornten Platten auffinden konnte. Endlich treten im Kalkring ein paar geringfügige Abweichungen auf.

Durch die (immer auftretende?) Anordnung der Fühler in drei Kreise sowie durch die Form der Stühlchen ist diese Art von allen anderen der Gattung leicht kenntlich. Es ist aber zu bemerken, dass wir in der nahestehenden Gattung *Pseudocucumis* eine Art finden, *P. acicula* (SEMPER), welche fest dieselbe Anordnung der Fühler aufweist. Nach LUDWIG (1875, Fig. 17 b) kommen bei dieser Art 20 Fühler vor (SEMPER 1868 erwähnt bei seiner synonymen *Cucumaria acicula* deren nur 10). Weiteres sagt LUDWIG im Text über die Fühler nicht, aber aus seiner Abbildung ersehen wir, dass sie dreierlei Grösse sind und dass die grössten einen äusseren, die mittelgrossen einen mittleren und die kleinsten einen inneren Kreis bilden. Eine Abweichung von *Ph. clavifer* kommt dadurch zu Stande, dass die beiden dem mittleren ventralen Radius nächstliegenden Fühler zur Gruppe der kleinsten gehören, eine ziemlich unwesentliche Abweichung. Auch die Kalkkörperchen sind bei *Ps. acicula* nadelförmig aber mit noch stärker reduzierter Basalscheibe und ohne sekundäre Spitzen im äusseren Ende (SEMPER 1868, Taf. 15, Fig. 11). Auch der Kalkring der beiden Arten bietet bedeutende Verschiedenheiten, und die Füsschen sind bei *P. hamatus* auch interrarial gestellt.

Am nächsten ist die Art ohne Zweifel mit *Phyllophorus incompertus* THÉEL verwandt. Auch bei dieser Art ist die Basalscheibe der Kalkkörperchen sehr stark reduziert, aber der Stiel auffällig kürzer und weniger umgebildet (THÉEL 1886, Taf. 5, Fig. 8). Obgleich die Kalkkörper der THÉEL'schen Art einer ganz ungewöhnlich starken Variabilität anheimgefallen sind, treten nicht so lange Stiele wie bei *P. hamatus* auf, die Wurzeln des Stiels sind nicht zusammengeschmolzen, sondern durch einen Spalt getrennt, und das Aussenende des Stieles ist nicht mit so starken Dornen besetzt. Die Kalkkörperchen der Rumpfhaut sind bei *Ph. hamatus* immer, wenn sie fertiggebildet sind, von ganz demselben Bau und immer länger als bei der THÉELschen Art. Diejenigen des Schlundkopfes sind zwar ebenso kurz wie bei *Ph. incompertus* in der Rumpfhaut auftretenden, aber die Wurzeln sind auch in jenem Körperteil ganz zusammengeschmolzen. Auch waren bei den manchen Hunderten von Kalkkörperchen, die ich durchmusterte, die Basalscheibe immer deutlich vorhanden, wenn auch klein, während bei *Ph. incompertus* mehrere Typen vorkommen, welche keine deutliche Basalscheibe aufweisen (die 10 oberen und mittleren Abbildungen der genannten Fig. 8 a von THÉEL). Auch besitzt die letztgenannte Art in ihrer Lederhaut Kalkkörperchen von ganz anderem Bau, welche in der Rumpfhaut meiner Art nicht auftreten, und schliesslich sind die Bestandteile des Kalkringes bei den beiden Arten verschieden. Wie es sich mit der Anordnung der Fühler bei *Ph. incompertus*

verhält, konnte an THÉEL's Material nicht ermittelt werden. Mein Exemplar ist freilich bedeutend kleiner (14 mm Rumpflänge) als die THÉEL'schen (bis 65 mm Rumpflänge), aber da die Kalkkörperchen dessen ungeachtet in einer anderen Richtung (maximale Verlängerung des Stiels und gänzliche Zusammenschmelzung seiner Wurzeln) als diejenigen von *Ph. incompertus* (gänzliche Reduktion der einen Hälfte — oder richtiger drei Viertel — der Basalscheibe in Zusammenhang mit einer Reduktion der Enddornen des Stiels) spezialisiert worden sind, so kann ich die beiden Formen nicht als identisch betrachten.

Verbreitung: Früher ist die Art nur aus der Nordküste von Java bekannt (SLUITER 1914).

Gattung *Pseudocucumis* LUDWIG.

Pseudocucumis intercedens LAMPERT. — Taf. 2, Fig. 13; Taf. 5, Fig. 56—61.

3 Ex. 45 Seemeilen WSW von Cap Jaubert in 21—25 m Tiefe, am 1. Juni, 7. und 13. Juli.

Die Art ist früher nur von zwei Forschern untersucht worden, nämlich von LAMPERT (1885) und LUDWIG (1886). Zu den betreffenden Beschreibungen mögen hier einige ergänzende Notizen geliefert werden.

Von den drei Exemplaren waren nur zwei ganz typisch ausgebildet, bezw. 36 (♂) und 23 mm lang. Dazu kommen bezw. 5—7 mm und 2 mm für den Schlundkopf mit den vorgestreckten Fühlern. Die grösste Breite, die an der Mitte des Rumpfes liegt, beträgt bezw. 17,5 und 7 mm. Bei beiden Tieren ist der Körper schwach gekrümmt, so dass die beiden Endteile etwas nach oben gerichtet sind. Bis auf weiteres sollen nur diese beiden typischen Exemplare, vorwiegend das grössere, beschrieben werden.

Das Tier muss im Leben eine sehr schöne Erscheinung sein. Nach einer Zeichnung von Dr. MJÖBERG waren beim grösseren Exemplar die Ambulakren hellrot mit rotgelben Saugfüsschen, die Interambulakren schwarz, die Fühler tiefgrün. Das in Alkohol aufbewahrte Tier hat diese Farbenzeichnung insofern beibehalten, als die Ambulakren mit den Füßchen blass (weisslich) und die Interambulakren dunkel (tiefbraun) sind. Der Schlundkopf, die Mundhaut und die Fühlerstämme sind weiss mit braunen Flecken, die Endknospen der Fühler schwärzlich mit einem Stich ins Grünliche. Das kleinere Tier, dessen Farbe in Alkohol dieselbe war wie die des grösseren (von der Mundumgebung waren indessen nur die Fühlerspitzen sichtbar), hatte im Leben hellrote Saugfüsschen und Ambulakren und blassgrüne Interambulakren.

Die Ambulakren haben beim kleineren Tier zweireihig angeordnete Füßchen, wobei aber zu bemerken ist, dass die beiden seitlichen ventralen Ambulakren im Begriff sind, diese Anordnung gegen eine vierreihige zu vertauschen, indem neben den beiden Reihen von grösseren Füßchen 1—2 Reihen von kleineren stellenweise zur Ausbildung gelangt sind. Beim grösseren Tier stehen die Füßchen genau so, wie es LUDWIG angibt, nämlich vorn und hinten in zweireihiger, in der Mitte des Tieres

in 4–6-reihiger Anordnung. Wenn man aber die Haut von innen betrachtet, findet man, dass die Anordnung in der Körpermitte eigentlich nur eine 4-reihige ist, denn die Füsschenampullen stehen in 4 Reihen. Die an der Aussenseite zu sehende 5. und 6. Reihe kommt somit dadurch zu Stande, dass die Füsschen die Körperwand in schiefer Richtung durchbohren, was nicht nur bei dieser Art geschieht, sondern eine gewöhnliche Erscheinung ist.

LAMPERT erwähnt nur 18 Fühler, davon 5 kleinere, nach innen gerückte. LUDWIG fand dagegen 30, davon 10 kleinere, die einen inneren Kranz bildeten. Das kleinere meiner Tiere liess die betreffenden Verhältnisse nicht deutlich erkennen, das grössere stimmt betreffs der Zahl und der Anordnung ganz mit LUDWIG's Angaben überein. Sein Schlundkopf war vorgestreckt, und ich konnte somit die Stellung der Fühler ganz sicher beobachten. Es zeigte sich nun, dass es nicht, wie LUDWIG und LAMPERT angeben, nur zwei Grössengruppen gibt, sondern drei. In einem äusseren Kreise stehen nämlich 20 Fühler, deren 10 grösser und 10 kleiner (mittelgross) sind, und zwar wechseln zwei grössere mit zwei kleineren regelmässig ab. Nach innen von den letztgenannten sitzen die kleinsten 10 Fühler. Die Anordnung geht am besten durch Fig. 56 hervor.

Die Kalkkörperchen der Rumpfhaut stimmen ganz mit den Angaben LAMPERT's überein, was auch mit den von LUDWIG untersuchten Tieren der Fall war. In Fig. 57 *a–e* gebe ich einige Abbildungen, welche die Variabilität der Kalkkörperchen veranschaulichen. Sie stehen bei wenig kontrahiertem Zustand der Körperhaut (das grössere Tier) in einschichtiger, bei stärker kontrahiertem Zustand (das kleinere Tier) in zweischichtiger Lagerung. Andere Kalkgebilde gibt es in der eigentlichen Rumpfhaut nicht.

Der Kalkring (des grösseren Tieres) stimmt mit der Beschreibung LUDWIG's überein, jedoch mit dem Unterschied, dass die Interradialia in ihren vorderen Teilen nicht allmählich zugespitzt, sondern in der Mitte erweitert sind. Bekanntlich kann man an den Radialia der übrigen Dendrochiroten, soweit dies bis jetzt untersucht worden ist, die Zahl der Fühler ablesen, indem der Rand des Radiale für jeden Fühlerkanal einen Ausschnitt hat. Es war nun von Interesse nachzusehen, ob dies auch bei *Ps. intercedens*, wo mehr Fühler als bei irgend einer anderen Art vorhanden sind, der Fall ist. LUDWIG zeichnet nur zwei Endausschnitte, es sollte daher, da die zwei grössten Fühler jedes Radius seitwärts zwischen den Radiala und den Interradialia aus dem Bereich der erstgenannten austreten, an jedem Radiale nur für ein Fühlerpaar Endausschnitte vorhanden sein. Dies ist auch ganz richtig. Wie es Fig. 58 belehrt, haben die kleinsten Fühler, welche am meisten distal dem Radialkanal entspringen, keine entsprechenden Ausschnitte, was zweifelsohne davon abhängt, dass diese Fühler sogleich nach ihrer Abzweigung sich nach innen biegen; sie bilden ja einen Kreis nach innen von den übrigen. Fig. 58 u. 59 belehren auch, dass die Radialkanäle der kleinsten Fühler nicht in unmittelbarem Kontakt mit dem Rand des Radiale stehen, weil die Kanäle der mittelgrossen Fühler dazwischen eingeschoben sind. Es ist somit nicht immer möglich, die Fühlerzahl am Bau der Radialia abzulesen.

Wenn wir die beiden Figuren 58 und 59 vergleichen, ersehen wir auch, dass die Ursache zur Ausschweifung des vorderen Randes der Radialia jederseits der Medianfurche nicht eigentlich in der Anwesenheit eines anliegenden Fühlerkanals zu erblicken ist; derselbe würde wohl eine Rinne an der Innenfläche des Radiale verursachen aber kaum das Wachstum des Randes selbst beeinträchtigen können. Die Ursache liegt vielmehr darin, dass die Fühlerampulle über den Rand des Radiale sich nach aussen verbreitet, um an der Aussenseite desselben einen nach hinten (unten) ziehenden Blindsack zu entsenden. Dadurch entsteht ein auf den Rand des Kalkkörpers ausgeübter Druck, der dessen Wachstum nach vorn verhindert. Eine ähnliche Ausbreitung der entsprechenden Fühlerampullen findet auch bei *Actinocucumis typicus* statt (vgl. S. 47 und Fig. 44).

LAMPERT und LUDWIG fanden 4 Poli'sche Blasen und einen Steinkanal. Betreffs des letztgenannten kann ich diese Angaben bestätigen. Er war aber bei meinem Exemplar nicht wie es LAMPERT für das von ihm untersuchte Tier angibt, frei, sondern längs des konvexen Randes mit dem dorsalen Darmmesenterium verbunden. Nur die Madreporenscheibe war frei. Der Steinkanal lag an der rechten Seite des Mesenteriums, war sehr kurz und mit einer bohnenförmigen, im distalen Rand gefurchten Endpartie (Madresporenscheibe) versehen. Mein Tier enthielt nur eine Poli'sche Blase von 12 mm Länge, aber der Ringkanal war mit mehreren halbkugelförmigen Ausbuchtungen versehen (rudimentäre Blasen?). Die Blase lag im linken dorsalen Interradius.

Die Retraktoren sind in zwei Hinsichten eigentümlich. Erstens sind sie in den verschiedenen Radien verschieden lang, was auch bei anderen Arten vorkommt, indem die dorsalen länger als die ventralen sind. Indessen zeigt sich auch in dieser verschiedenen Länge eine Eigentümlichkeit, indem die drei ventralen unter sich nicht gleich lang sind. Die seitlichen sind beträchtlich länger als der mittlere. Zweitens ist die Länge aller Retraktoren eine sehr erhebliche, bei der rechten Seite des Tieres waren die Abstände der Abspaltungsstellen vom Vorderende des Rumpfes die folgenden: beim rechten dorsalen Retraktor 20 mm, beim rechten ventralen 18 mm, beim mittleren ventralen 14 mm. Bei der genannten Rumpflänge von 36 mm liegt somit die Insertionsstelle der dorsalen Retraktoren in der hinteren Rumpfhälfte und diejenige der beiden seitlichen ventralen genau in der Rumpfmittle. Die Breite der Retraktoren ist im Vorderteile grösser als im Hinterteile, was nicht bei allen Dendrochiroten der Fall ist (vgl. *Actinocucumis typicus*, Fig. 45). Wie konstant diese Erscheinung ist, darüber wissen wir aber nichts, nicht einmal ob das Verhalten bei verschiedenen Reizezuständen desselben Individuums dasselbe ist.

Der Darm des grösseren Exemplares war ausgestossen, aber das zerrissene Mesenterium am Ansatzrande beibehalten. Bei einer Untersuchung des letztgenannten zeigte es sich, dass der dritte Darmschenkel mit keinem Teil zum rechten ventralen Interradius gehört. Das Mesenterium überquert nicht den mittleren ventralen Radius, sondern zieht, nachdem es an der Ausgangsstelle des linken ventralen Retraktors den betreffenden Radius überquert hat, nach dem mittleren Radius, an dessen linker Seite es bis an den Enddarm hinwegzieht. Es hat somit denselben Verlauf, den

ÖSTERGREN (1898) für einige Arten der verwandten Gattung *Phyllophorus* zuerst nachwies und der übrigens nach ihm bei den Dendrochiroten eine gewöhnliche Erscheinung ist.

Die Wasserlungen liegen im rechten und linken dorsalen Interradius.

Die Genitalbasis ist nicht, wie bei *Phyllophorus holothurioides*, verlängert, die Geschlechtsschläuche (♂) gewöhnlich einfach, bisweilen aber dichotomisch verzweigt. Bei dem untersuchten Männchen fand sich im mittleren dorsalen Interradius an der Basis des Schlundkopfes eine kleine, 1,2 mm lange Genitalpapille.

An der Identität der von LUDWIG und mir als *Ps. intercedens* bezeichneten Art mit der LAMPERT'schen kann man, wie es LUDWIG ansieht, wohl kaum zweifeln. Der letztgenannte Forscher meint, dass LAMPERT's abweichende Angaben über die Fühler auf Variabilität der Art zurückzuführen ist, was ich nicht bestimmt verneinen will (vgl. z. B. BEDFORD 1898, Fig. 1—3). Es scheint mir aber auch eine andere Möglichkeit vorzuliegen, nämlich die, dass LAMPERT, vielleicht wegen Einstülpung des Schlundkopfes (worüber nichts gesagt wird), die Anordnung und die Zahl der Fühler nicht genau hat bestimmen können. Vielleicht hat er die kleinsten Fühler und dazu zwei der übrigen 20 ganz übersehen. Dass er einen inneren Fühlerkranz angibt, hat vielleicht darin seinen Grund, dass bei eingestülptem Schlundkopf einige der mittelgrossen Fühler wegen Mangels an Raum nach innen gedrückt worden waren. Dass diese inneren Fühler wirklich einige der mittelgrossen waren, scheint durch LAMPERT's Angabe hervorzugehen: auch die grossen »schwanken in ihrer Grösse und die kleineren derselben sind ebenso gross, wie die nach innen gerückten kleinen«. Der Unterschied zwischen mittelgrossen und kleinen Fühlern war bei meinem Tier sehr beträchtlich.

Wie soeben erwähnt wurde, enthielt die Sammluug auch ein abweichendes, nicht geschlechtsreifes Exemplar. Obgleich dasselbe bereits eine Rumpflänge von 25 mm besass, somit etwa 70 % des soeben beschriebenen, allem Anschein nach geschlechtsreifen grösseren Tieres und die volle Grösse des ebenfalls typisch ausgebildeten kleineren der oben genannten Tiere erreicht hatte, war es in manchen Hinsichten diesen beiden Tieren so unähnlich, dass es eine eigene Beschreibung verdient.

Beschreibung eines unreifen Exemplares von 25 mm Rumpflänge. Was das Tier trotz einiger Eigentümlichkeiten als ein *Ps. intercedens* kennzeichnet, ist vor allem der Bau der Kalkkörperchen und des Kalkringes. Auch in der Färbung und der Anordnung der Füsschen treten Züge hervor, welche die Identifizierung schon vor der genaueren Untersuchung plausibel machten.

In der äusseren Körperform tritt nichts besonderes zutage. Das Tier ist tonnenförmig aufgetrieben (Fig. 61), bei der angegebenen Länge etwa 15 mm dick. Die Fühler sind mit dem ganzen Schlundkopf eingezogen, weshalb ihre Zahl und Anordnung nicht zu sehen war;¹ es gibt aber im Bau des Kalkringes nichts, was gegen die Annahme sprechen könnte, dass schon 30 Fühler ausgebildet sind.

Schon beim ersten Zusehen fällt aber eine sonderbare Verschiedenheit gegenüber dem ausgebildeten Tier in die Augen, nämlich die grosse Durchsichtigkeit der

¹ Ich wollte nämlich das Tier nicht zu viel zerschneiden.

Haut sowie der inneren Organe. Die Körperwand ist halbdurchsichtig, und wegen derselben Eigenschaft der Eingeweide bekam ich, bevor ich das Tier geöffnet hatte, den Anschein, eine dünne, leere Blase vor mir zu haben. Die Durchsichtigkeit hängt in erster Linie von der unbeträchtlichen Dicke der Haut ab. Während diese beim erwachsenen Tier im vorderen Teil des Rumpfes 1—1,2 mm, im hinteren Teil bis 3 mm beträgt, ist sie beim jungen Tier nur 0,05—0,07 mm, somit etwa 40—60 Mal kleiner als beim ausgewachsenen Tier. Infolge dieser Dünneheit der Haut nehmen die Kalkkörperchen den ganzen Querdurchmesser derselben ein und drücken mit ihren Spitzen die Oberfläche etwas hinaus, weshalb die Haut als mit winzigen Dornen besetzt erscheint. Letzteres ist übrigens auch beim erwachsenen Tier der Fall.

Die Farbe ist in Alkohol dieselbe wie beim erwachsenen Tier: die Radien mit den Füsschen sind weiss, die Interradien braungrau, mit kleinen, unregelmässig verzweigten weissen Flecken marmoriert.

Die Füsschen sind in allen Radien zweireihig geordnet, nur hie und da im mittleren Teil des Tieres stehen sie zu 3 nebeneinander. Ihre relative Zahl ist dieselbe wie beim erwachsenen Tier: in den dorsalen Radien etwa 10, in den ventralen etwa 13 Paare bzw. Querreihen pro Zentimeter.

Die Kalkkörper stimmen genau mit den in Fig. 57 dargestellten überein, nur sind die Spangen der Basalscheibe und des Stieles etwas dünner, was ihrem geringen Alter zuzuschreiben ist. Ihre Grösse ist ganz dieselbe wie beim erwachsenen Tier, dagegen nicht ihre Häufigkeit, denn während sie, wie oben genannt, beim letztgenannten Exemplar dicht gedrängt lagen, sind sie beim jungen Tier durch grosse Zwischenräume getrennt, was Fig. 60 veranschaulicht.

Der Bau des Kalkringes geht durch Fig. 61 hervor. An der letztgenannten sieht man auch den kurzen Steinkanal und die einzige, im linken dorsalen Interradius gelegene Poli'sche Blase. Die Retraktoren sind sehr verschieden lang. Der kürzeste ist der mittlere ventrale, etwas länger sind die seitlichen ventralen, und die beiden dorsalen spalten sich schon in der hinteren Körperhälfte ab. Es herrscht somit völlige Übereinstimmung mit dem ausgewachsenen Tier, ausgenommen dass die ventralen Retraktoren etwas kürzer als bei diesem sind, wenigstens kürzer als bei dem soeben besprochenen Exemplar.

Der Darm zeigt den in Fig. 61 dargestellten Verlauf. Was am meisten in die Augen fällt, sind die drei blasenförmigen Auftreibungen des dritten Darmschenkels, von denen besonders die hinterste sehr gross und, wie auch die beiden anderen, mit äusserst dünnen Wänden versehen ist. Ob diese Blasen ein für das Jugendstadium konstantes Merkmal ist oder ob sie mehr zufälligen Ursachen ihr Dasein verdanken, ist zur Zeit nicht zu entscheiden. Die Genitalschläuche (in Fig. 61 ganz schwarz gezeichnet) sind nur kurz aber wie beim geschlechtsreifen Tier einmal gegabelt.

Wenn dieses jugendliche Exemplar wirklich ein *Ps. intercedens* ist, woran ich kaum zweifle, ist es dargetan, dass die Haut verhältnismässig sehr lange ihren jugendlichen Zustand behauptet und dass die Vermehrung der Kalkkörperchen und die Dickenzunahme der Bindegewebsschicht, wodurch das definitive Stadium erreicht wird, sehr rasch vor sich geht. Ich innere daran, dass das kleinere der oben genannten

typisch ausgebildeten Exemplare eine Rumpflänge von nur 23 mm besass, während diejenige des jugendlichen Tieres sogar 25 mm war. Ersteres war zweifelsohne stärker kontrahiert, aber die Kontraktion war auch sicher vorwiegend in der Querrichtung geschehen, weshalb die beiden Tiere als etwa gleich gross bezeichnet werden können. Während die Grössenzunahme des Tieres ganz eingestellt bleibt — vielleicht tritt infolge der mit dem Dickenwachstum der Haut verbundenen Materialaufwand sogar eine Verkleinerung der Körperlänge ein? — steigt nun die Zahl der Kalkkörperchen zur etwa 4-fachen und die Dicke der Haut zur 40—60-fachen. Auch ist es an sich eigentümlich, dass eine Seewalze von 25 mm Grösse ein fast larvales Jugendstadium noch behauptet.

Früher sind von mehreren Forschern zahlreiche Fälle einer postlarvalen Veränderung der Kalkkörperchen erwähnt worden. Die meisten Beobachtungen betreffen die Form der Kalkkörper, es ist aber auch von MITSUKURI (1897, 1903) dargetan, dass ihre Zahl mit dem Alter des Individuums bei *Stichopus japonicus* SELENKA abnimmt. Bei der hier vorliegenden Art ist das Entgegengesetzte der Fall. Auch ist es eigentümlich zu finden, dass bei der mit *Pseudocucumis* nahe verwandten Gattung *Phyllophorus* schon viel frühere Entwicklungsstadien als das oben von mir beschriebene mit einer ziemlich dicken Haut versehen sind. LUDWIG (1898 b) fand nämlich bei *Ph. urna* GRUBE, dass Junge von nur 1,5 mm Länge, die noch nur zwei entwickelte Füsschen besaßen, mit einer »verhältnismässig recht dicken Körperwand« ausgerüstet waren. Es ist zur Zeit aus der Literatur kein Fall bekannt geworden, wo eine so gewaltige Dickenzunahme der Haut in ein so spätes Entwicklungsstadium verlegt ist, wie es bei *Ps. intercedens* der Fall ist.

Ogleich ich, wie erwähnt, kaum daran zweifle, dass das beschriebene Exemplar der fraglichen Art angehört, möchte ich jedoch in diesem Zusammenhang auf eine Angabe SLUITER's (1901) hinweisen, nach welcher die von ihm aufgestellte neue Art *Phyllophorus inflatus* eine dünne Haut besitzen dürfte. Er sagt nämlich: »Der Darm schimmert undeutlich durch«. Von der Geschlechtsreife wird nichts Bestimmtes gesagt, das Tier war aber 60 mm lang und die Füsschen »unregelmässig über den Körper verteilt, und zwar stehen sie sehr dicht neben einander«, was nicht auf ein Jugendstadium hindeutet. Es ist somit nicht unmöglich, dass es in der Unterfamilie *Phyllophorinae* Arten gibt, die in ausgebildetem Zustand eine sehr dünne Haut besitzen.

Verbreitung. Die Art war früher nur aus Amoy in China (Formosastrasse) bekannt (LUDWIG; der Fundort des LAMPERT'schen Exemplares ist unbekannt).

Fam. **Holothuriidae** LUDWIG.**Holothuria vagabunda** SELENKA. Taf. 5, Fig. 62.

Ein Exemplar aus Broome, am 26. Juli am trocknen Ufer in der Ebbe gefangen.

Nach den Aufzeichnungen Dr. MJÖBERG's waren die Radien im Leben weisslichbraun, die Interradien tiefbraun. Die Körperlänge ist nur 47 mm, somit beträchtlich kleiner als sie bei der Art werden kann. Vielleicht ist das geringe Alter des Tieres die Ursache dazu, dass es in der Körperhaut, wenn auch in spärlicher Zahl, eine Art Kalkkörper auftritt, welche für die Art früher nicht erwähnt worden ist (Fig. 62 e), einigermaßen hohlkugelartige Gebilde. Betreffs der Variation und der Entwicklung der Schnallen und der Stühlchen verweise ich auf die beigegebenen Zeichnungen.

Die Verbreitung der Art ist sehr weit, sie umfasst das Gebiet von der Westküste Süd- und Mittelamerikas bis zur ostafrikanischen Küste. Für Australien wurden Plätze an der östlichen, südlichen und westlichen Küste als Fundorte aufgeführt (siehe ERWE).

? **Holothuria modesta** LUDWIG.

Ein Exemplar 45 Seemeilen WSW von Cap Jaubert in 14 m Tiefe am 5. Juli.

Das Tier was nicht reif (die Genitalschläuche noch unentwickelt), weshalb eine sichere Bestimmung unmöglich war. Es scheint mir nicht einmal ganz sicher, dass es sich um eine *Holothuria* handelt. Die Kalkkörper stimmen aber ziemlich genau mit den von ERWE für die fragliche Art abgebildeten Stühlchen (Taf. 7, Fig. 18 a, obere Reihe) überein. Die Länge des Tieres ist 30 mm, die grösste Breite 7 mm. Die Füsschen sind an der Bauchseite in drei sehr deutliche Längsreihen geordnet, wovon die mittlere zwei Füsschenreihen trägt. In den beiden Seitenradien aber stehen die Füsschen in nur je eine deutliche Reihe, wozu indessen hie und da ein mehr dorsal entspringendes Füsschen eine Doppelstellung auch hier schwach andeutet. Die Ambulakralfortsätze des Rückens stehen in einfachen radialen Längsreihen und in grossen Zwischenräumen.

Verbreitung. Früher ist die Art im Indischen Archipel südwärts bis Kap York gefunden. Dazu erwähnt LAMPERT (1885) auch Kosseir am Roten Meere.

Fam. **Synaptidae** BURMEISTER.**Chondrocloea recta** (SEMPER).

1 Ex. 45 Seemeilen WSW von Cap Jaubert in 22 m Tiefe am 1. Juni erbeutet. Die Farbe des in Alkohol aufbewahrten Tieres ist weisslich mit einem Stich

ins Violette. Nach Dr. Mjöberg war das lebende Tier blass fleischfarbig mit tiefbraunen Zeichnungen. Die Rumpflänge (mit Ausschluss der Fühler) ist 55 mm. Die Zahl der Fühler ist 13.

Verbreitung: von der ostafrikanischen Somaliküste bis zu den Philippinen und Neu-Guinea. Auch früher wurde die Art von Australien erwähnt (ERWE: Westaustralien bei Onslow und in Sharks Bay).

Literaturverzeichnis.

1911. AUGUSTIN, E. Über japanische Seewalzen. In: DOFLEIN, Beiträge zur Naturgeschichte Ostasiens. — Abhandl. Akad. Wiss. München. Suppl. 1911.
1898. BEDFORD, F. P. Report on the Holothurians collected by Mr. J. Stanley Gardiner at Funafuti and Rotuma. — Proc. Zool. Soc. London 1898.
1884. BELL, F. J. Report on the Zoological Collections made in the Indo-Pacific Ocean during the Voyage of H. M. S. Alert 1831—82. London 1884. Echinodermata.
1835. BRANDT, J. F. Prodrömus descriptionis animalium ab H. Mertensio observatorum. — Rec. des actes de la séance publ. de l'Acad. Imp. des Sci. de St. Petersburg 1835.
1906. BRITTEN, M. Holothurien aus dem Japanischen und Ochotskischen Meere. — Bull. Acad. Imp. des Sci. de St. Petersburg. Sér. 5, T. 25. 1906.
1902. CLARK, H. L. Notes on some North-Pacific Holothurians. — Zool. Anzeiger 24.
1914. ——. The Echinoderms of the Western Australian Museum. — Records of West. Austral. Museum, Vol. 1.
1897. DENDY, A. Observations on the Holothurians of New Zealand. — Journ. Linn. Soc. Zool. 26.
1907. ——, & HINDLE. Some Additions to our Knowledge of the New Zealand Holothurians. — Journ. Linn. Soc. Zool. 30, 1907.
1913. ERWE, W. Holothuriodea. In: W. MICHAELSEN und R. HARTMEYER, Die Fauna Südwest-Australiens. Ergebn. d. Hamburger südwest-austral. Forschungsreise 1905. Bd 4. Lf. 9. Jena.
1888. HÉROUARD, E. Les Holothuries de Roseoff et de Banguls-sur-Mer. — C. R. de l'Assoc. Franç. pour l'avancement des Sci. 1887 (1888), Pt 2.
1872. HUTTON, F. W. Catalogue of the Echinodermata of New Zealand, with diagnoses of the Species. — Colonial Museum and Geological Survey Department, New Zealand, Wellington.
1833. JÆGER, G. F. De holothuriis. Dissert. inaug. Turici.
1914. JOSHUA, E. C. Victorian Holothuriodea, with descriptions of new species. — Proc. Roy. Soc. Victoria, 27 (N. S.), Part 1.
1885. LAMPERT, K. Die Seewalzen. In: SEMPER: Reisen im Archipel der Philippinen, Teil 2, Bd 4. Wiesbaden.
1889. ——. Die während der Expedition S. M. S 'Gazelle' 1874—1876 von Prof. Dr Th. Studer gesammelten Holothurien. — Zool. Jahrbücher, 4.
1830. LESSON, R. P. Centurie zoologique. Paris.
1875. LUDWIG, H. Beiträge zur Kenntnis der Holothurien. — Arb. Zool. Instit. Würzburg 2.
1886. ——. Die von G. Chierchia auf der Fahrt der Kgl. Ital. Corvette »Vettor Pisani« gesammelten Holothurien. — Zool. Jahrbücher, Abt. f. Syst. usw. 2.
1887. ——. Drei Mitteilungen über alte und neue Holothurienarten. — Sitz-ber. d. K. preuss. Akad. d. Wissensch. Berlin. 1887.
1888. ——. Die von Dr. J. Brock im Indischen Archipel gesammelten Holothurien. — Zool. Jahrbücher, Abt. f. Syst. usw., 3.
- 1889—92. ——, Echinodermen. I. Die Seewalzen. In: BRONN's Klassen und Ordnungen des Tierreichs, Bd. 2.
1898. ——. Holothurien, in: Ergebn. d. Hamburger Magelh. Sammelreise 1892—93, Bd. 1. 1898.
- 1898 a. ——. Die Holothurien der Sammlung Plate. In: Fauna chilensis 1. — Zoolog. Jahrbücher, Suppl. 4, 1898.
- 1898 b. ——. Brutpflege und Entwicklung von Phyllophorus urna Grube. — Zool. Anz. 1898.
1881. v. MARENZELLER, E. Neue Holothurien von Japan und China. — Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien, 1881.

1897. MITSUKURI, K. On Changes which are found with Advancing Age in the Calcareous Deposits of *Stichopus japonicus* Selenka. — *Annot. Zool. Japon.* 1.
1903. ——. Notes on the Habits and Life-History of *Stichopus Japonicus* Selenka. — *Annot. Zool. Japon.* V.
1912. ——. Studies on Actinopodous Holothurioidea. — *Journ. of the Coll. of Sci. Imp. University of Tokyo*, Vol. 29, Art. 2.
1912. OHSHIMA, H. On the system of Phyllophorinae with descriptions of the species found in Japan. — *Annot. Zool. Japon.* 8:1.
1915. ——. Report on the Holothurians collected by the United States fisheries steamer »Albatross» in the northwestern Pacific during the summer of 1906. — *Proc. U. S. National Museum*, Vol. 48.
1897. ÖSTERGREN, HJ. Über die Funktion der ankerförmigen Kalkkörper der Seewalzen. — *Zool. Anz.* 20.
1898. ——. Zur Anatomie der Dendrochiroten nebst Beschreibungen neuer Arten. — *Zool. Anz.* 21.
1898. ——. Über eine durchgreifende Umwandlung des Hautskelettes bei *Holothuria impatiens* (Forsk.). — *Zool. Anzeiger* 21.
1906. ——. Einige Bemerkungen über die westeuropäischen *Pseudocucumis*- und *Phyllophorus*-Arten. — *Arkiv för zoologi*, 3. Stockholm.
1903. PEARSON, J. Report on the Holothurioidea collected by Professor Herdman, at Ceylon, in 1902. — *Ceylon Pearl Oyster Fisheries 1903*, Supplem. Reports, No 5.
1910. ——. Littoral Marine Fauna: Kerimbo Archipelago, Portugese East Africa: Holothurioidea. — *Proc. Zool. Soc. London*, 1910, Febr. 1.
1905. PERRIER, J. Holothuries antarctiques du Muséum d'histoire naturelle de Paris. — *Ann. des Sci. Nat. Zool.* 1.
1857. SARS, M. Bidrag til Kundskaben om Middelhavets Littoral-Fauna. — *Nytt Mag. for Naturvid.*, Bd 9.
1867. SELENKA, E. Beiträge zur Anatomie und Systematik der Holothurien. — *Zeitschr. f. wiss. Zool*, Bd. 17.
1868. SEMPER, K. Reisen im Archipel der Philippinen. II:1. Holothurien. Leipzig.
1888. SLUITER, C. Ph. Evertbraten aus der Sammlung des K. Naturwissenschaftlichen Vereins in Niderländisch Indien in Batavia. — *Naturkundig Tijdschr. vor Nederlandsche Indie (Batavia)*, 47.
1901. ——. Die Holothurien der Siboga-Expedition. — *Siboga-Expeditie*, 44. Leiden.
1914. ——. Die von Dr. P. N. von Kampen, während seiner Fahrten mit dem Regierungsdampfer »Gier», 1906—1909, im Indischen Archipel gesammelten Holothurien. — *Contrib. à la Faune des Indes Néerlandaises*. Vol. 1, fasc. 1. Buitenzorg.
1886. THÉEL, HJ. Report on the Holothurioidea dredged by H. M. S. Challenger during the years 1873—76. — *Challenger Rep. Zoology*, No. 39, 1886.
1905. VANEY, C. Holothuries recueillies par M. Ch. Gravier sur la côte française des Somalis. — *Bull. Mus. d'hist. nat. Paris*, 11.

Erklärungen der Tafeln.

Die fehlende Konsequenz in der Nummerierung der Abbildungen, die Verf. wegen eines Missverständnisses nicht hat abhelfen können, wird hoffentlich das Auffinden der Abbildungen nicht erschweren.

Tafel 1.

Fig. 1 S. EKMAN del., Fig. 2—10 photographische Aufnahmen.

- Fig. 1—4. *Colochirus crassus* n. sp. Verschiedene Exemplare. Fig. 1 2×1 , Fig. 2—4 natürl. Grösse.
 » 5, 6. *Colochirus robustoides* n. sp. Natürl. Grösse.
 » 7—10. *Colochirus quadrangularis* (LESSON). Natürl. Grösse.

Tafel 2.

Photographische Aufnahmen.

- Fig. 1. *Colochirus axiologus* CLARK. $1,6 \times 1$.
 » 2, 3. *Colochirus doliolum* (PALLAS). Natürl. Grösse.
 » 4, 5. *Cucumaria areolata* n. sp. Bei Fig. 4 ist der Schlundkopf etwas beschädigt, bei Fig. 5 ist er mit dem Darm vom Rumpf losgerissen. Fig. 4 $1,5 \times 1$, Fig. 5 natürl. Grösse.
 » 6—8. *Thyone sacellus* (SELENKA). Fig. 6 und 7 $1,5 \times 1$, Fig. 8 natürl. Grösse.
 » 9—11. *Actinocucumis typicus* LUDWIG. Natürl. Grösse.
 » 12. *Phyllophorus holothurioides* LUDWIG. $1,5 \times 1$. Der Schlundkopf ist beschädigt.
 » 13. *Pseudocucumis intercedens* LAMPERT. Natürl. Grösse.

Tafel 3.

S. EKMAN del.

- Fig. 1. *Colochirus crassus* n. sp. Kalkkörperchen aus der Rumpfhaut ($a-h$) und aus den Füsschen ($i-n$). $a-c$ etwas schief gestellt, aus der äusseren Kalkkörperschicht; $d-e$ Schnallen aus der mittleren Kalkkörperschicht, $f-h$ aus der inneren Kalkkörperschicht; $i-m$ Stützstäbchen und Umbildungsformen derselben, n eine im Bereich des Füsschens entstandene Umbildungsform des Typus a oder b . Fig. $a-e$ und n 375×1 , $f-m$ 180×1 .
 » 2. *Colochirus crassus* n. sp. Die Umgebung der Analöffnung.
 » 3. *Colochirus crassus* n. sp. Kalkkörperchen aus dem Schlundkopf ($a-c$, 550×1) und den Fühlern ($d-k$; $d-f$ 160×1 , $g-k$ 60×1). Fig. e vom Rande gesehen.
 » 4. *Colochirus crassus* n. sp. Kalkkörperchen aus den Fühlerspitzen. 825×1 .
 » 5. *Colochirus crassus* n. sp. Kalkkörperchen aus der Wand eines Ovariumschlauches in natürlicher Lage. Die Körperchen der oberflächlichsten Schicht sind ganz schwarz gezeichnet. 300×1 .
 » 6. *Colochirus crassus* n. sp. Der Kalkring. Links das mittlere ventrale Radiale nebst den anliegenden Interradialia. $2,7 \times 1$.

- Fig. 7. *Colochirus crassus* n. sp. ♀, Körperlänge 58 mm. Darm und Mesenterium, von oben und rechts gesehen. Darm dunkelgrau, Mesenterium hellgrau, ventrales (antimesenteriales) Blutgefäss des Darmes schwarz, Radien schraffiert. Die gebrochene Linie zeigt den Ansatz des Mesenteriums an die Körperwand an. *rd* und *ld* rechter und linker dorsaler Radius, *lv*, *mv* und *rv* linker, mittlerer und rechter ventraler Radius. Halbschematisch.
- » 8. *Colochirus robustus* ÖSTERGREN. Kalkkörperchen aus der Rumpfhaut. 300 × 1.
- » 9. *Colochirus robustus* ÖSTERGREN. ♂, Körperlänge 102 mm. Darmverlauf, von rechts und oben gesehen. Die Mesenterien der Darmabschnitte *a* und *b* überqueren bezw. den linken dorsalen und den mittleren ventralen Radius, welche letzteren das Mesenterium des Abschnittes *c* wieder erreicht. Die dicken schwarzen Linien bezeichnen Teile des antimesenterialen Darmgefässes und dessen Querverbindungen.
- » 10. *Colochirus robustoides* n. sp. Kalkkörperchen aus der Rumpfhaut, *a* der äusseren, *b—e* der mittleren Schicht. Fig. *a—d* 465 × 1, Fig. *e* 375 × 1.
- » 11. *Colochirus robustoides* n. sp. ♂, Körperlänge 72 mm. Darmverlauf von oben und rechts gesehen. Von der Gegend um *a* gehen die Quergefässe aus, um sich an die nächstliegende Stelle des aufsteigenden Darmschenkels zu befestigen.
- » 12. *Colochirus robustoides* n. sp. ♂, Körperlänge 47 mm. Darmverlauf, von oben und rechts gesehen. Das Mesenterium des Abschnittes *b* überquert den mittleren ventralen Radius.
- » 13. *Colochirus quadrangularis* (LESSON). Zwei Entwicklungsstadien einer Hohlkugel. 375 × 1.
- » 14. *Colochirus quadrangularis* (LESSON). ♂, Körperlänge 54 mm. Darmverlauf. Das antimesenteriale Darmgefäss und seine Querverbindungen mit dicken schwarzen Linien bezeichnet (das Darmgefäss nur teilweise dargestellt), die Befestigung des Mesenteriums des dritten Darmschenkels durch die gebrochene Linie veranschaulicht. *mv* und *rv* = mittlerer und rechter ventraler Radius.
- » 15. *Colochirus quadrangularis* LESSON. ♀, Körperlänge 60 mm. Darmverlauf. Darmgefässe wie in Fig. 14 bezeichnet.
- » 16 und 17. *Colochirus axiologus* CLARK. Die beiden untersuchten Tiere. *a* Mund. Fig. 16 und Taf. 2. Fig. 1 dasselbe Exemplar. Natürl. Grösse.
- » 18. *Colochirus axiologus* CLARK. Kalkkörperchen aus der Rumpfhaut. *a* Körbchen, *b* und *c* Hohlkugeln, *d—f* Entwicklungsstadien der Schnallen. 415 × 1.
- » 19. *Colochirus axiologus* CLARK. ♀, geschlechtsreif. Darmverlauf. Bezeichnungen wie in Fig. 14.
- » 20. *Colochirus doliolum* (PALLAS). Umriss des Querschnittes durch die Mitte des Körpers zweier Individuen.
- » 21. *Colochirus doliolum* (PALLAS). Körbchen aus der Rumpfhaut. *a—b* frühe Entwicklungsstadien, *c* fertiges Körbchen von aussen, *d* von der kürzeren, *e* von der längeren Seite gesehen. 415 × 1.
- » 22. *Colochirus doliolum* (PALLAS). Kalkkörperchen aus den Gonadenwänden. 200 × 1.
- » 23. *Colochirus doliolum*. ♂, Rumpflänge 42 mm. Darmverlauf. *a* aufsteigende Schlinge des ersten Darmschenkels. Das Mesenterium des Darmabschnittes *b* überquert den linken dorsalen Radius. *mv* mittlerer ventraler Radius. Die gebrochene Linie deutet die Ansatzlinie des Mesenteriums an.
- » 24. *Colochirus doliolum* (PALLAS). ♂, Rumpflänge 57 mm. Darmverlauf. Fühler ausgestreckt, Darm daher wahrscheinlich nicht sehr zusammengezogen. Bezeichnungen wie in Fig. 23.
- » 25. *Colochirus dispar* LAMPERT, vom Rücken gesehen. 1,5 × 1.
- » 26 und 27. Siehe Tafel 4.
- » 28. *Cucumaria areolata* n. sp. Kalkkörperchen aus den Füsschen (*a—c*) und aus den Fühlern (*d—f*). *a* 74 × 1; *b* und *c* 200 × 1; *d—f* 415 × 1.

Tafel 4.

S. EKMAN del.

- Fig. 26. *Colochirus dispar* LAMPERT. Kalkkörperchen aus der äusseren Schicht der Rumpfhaut. 465 × 1.
- » 27. *Cucumaria areolata* n. sp. Kalkkörperchen aus der Rumpfhaut. *a* ohne Stiel, anscheinend die Ausgangsform der übrigen; *c* die Basalscheibe des Typus *b*, von unten gesehen; *i* und *j* dasselbe Körperchen. 200 × 1.
- » 28. Siehe Tafel 3.
- » 29. *Cucumaria areolata* n. sp. Rechtes dorsales Interradiale und rechtes ventrales Radiale des Kalkringes.
- » 30. *Cucumaria areolata* n. sp. Darmverlauf u. s. w. *lv* linker ventraler, *mv* mittlerer ventraler Radius; am letztgenannten ist die Basis des Retraktors eingezeichnet. Die gebrochene Linie deutet die Insertionsstelle des Mesenteriums des dritten Darmschenkels an. Das antimesenteriale Darmgefäss nur streckenweise gezeichnet.
- » 32. *Cucumaria japonica* SEMPER. Kalkkörper aus der Rumpfhaut, *a* nahe einem Füsschen, *b* und *c* an der Analöffnung. *a* 310 × 1, *b* und *c* 105 × 1.

- Fig. 33. *Cucumaria japonica* SEMPER. Kalkkörper aus den Fühlern. $a-d$ 310×1 , e und f 105×1 .
- » 34. *Cucumaria japonica* SEMPER. Darmverlauf u. s. w. Bezeichnungen wie in Taf. 3, Fig. 7.
- » 35. *Cucumaria* sp. juv. Kalkkörperchen aus der Rumpfhaut (k und l möglicherweise aus einem Füsschen). a ist der zahlreichste Typus, f und g wurden in der Nähe eines Füsschens gefunden. $\times 1$.
- » 36. *Thyone sacellus* (SELENKA). Kalkkörperchen aus der Rumpfhaut des mittleren dorsalen Interradius. Vgl. das Text. 375×1 .
- » 37. *Thyone sacellus* (SELENKA). Kalkkörperchen aus einem Fühlerstamm. 266×1 .
- » 38. *Thyone sacellus* (SELENKA). Darmverlauf. Bezeichnungen wie vorher (Taf. 3, Fig. 7 u. a.).
- » 39. *Thyone sacellus* (SELENKA). Die drei ventralen Radialia mit anliegenden Interradialia. Die Struktur ist nur teilweise eingezeichnet. Die Ansatzstellen der Retraktoren und die Vorderteile der körperwandständigen Längsmuskeln sind schwarz.
- » 40. *Actinocucumis typicus* LUDWIG. Hautprozess (ziemlich zusammengezogen) mit der durch die »Stühlchen« verursachten rohen Oberfläche. a Endscheibe. 13×1 . Mittels Kamera gezeichnet.
- » 41. *Actinocucumis typicus* LUDWIG. Kalkkörper aus dem Schlundkopf. a vier Körper in natürlichen gegenseitigen Abständen, von innen gesehen; b ein Körper in seitlicher Ansicht. 406×1 .
- » 42. *Actinocucumis typicus* LUDWIG. Kalkkörper aus einem Fühlerstamm. Der stark verzweigte stammt vermutlich aus einer Verzweigungsstelle des Fühlers. 105×1 .
- » 43. *Actinocucumis typicus* LUDWIG. Zwei Radialia und ein Interradiale des Kalkringes von innen gesehen. Beim lebenden Tier decken sich die Seitenteile der Radialia und der Interradialia vermutlich nicht; die Dicke der Randpartien ist nämlich beträchtlich, und das Übergreifen dürfte eine Kontraktionsfolge sein. Ambulakralgefäße grau.
- » 44. *Actinocucumis typicus* LUDWIG. Ein Radiale und zwei Interradialia von aussen gesehen, mit den Fühlerampullen (grau) und dem Muskel (gestreift) eingezeichnet.
- » 45. *Actinocucumis typicus*. ♂. Darmverlauf usw. Darm grau, Mesenterium hellgrau, Ansatzlinie des letztgenannten an die Körperwand mit gebrochener Linie, das antimesenteriale Darmgefäß und seine Querverbindungen mit dicken schwarzen Linien bezeichnet (das Hauptgefäß nur streckenweise ausgezeichnet). R = Retraktor, a = Vorderrand des Rumpfes, ld = linker dorsaler, rv = rechter ventraler Radius, usw. Zwecks der Übersichtlichkeit ist der zweite Darmschenkel von der Ansatzlinie seines Mesenteriums weiter entfernt, als er es in der Natur ist.

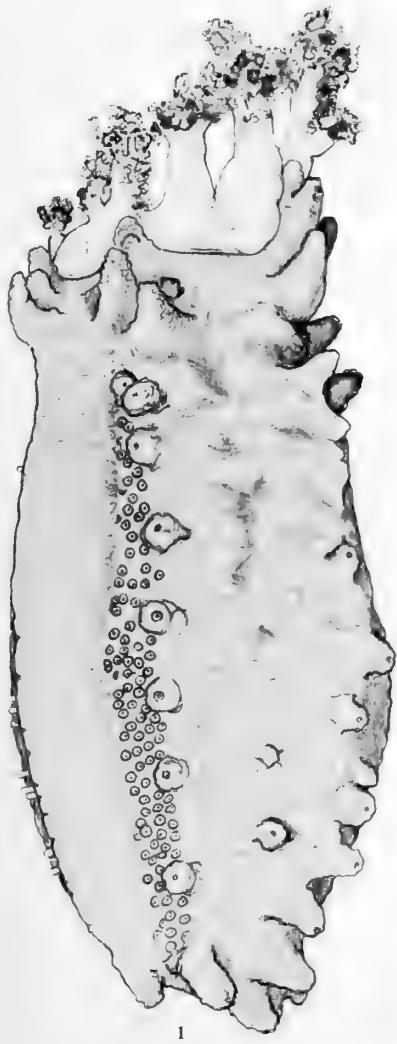
Tafel 5.

S. EKMAN del.

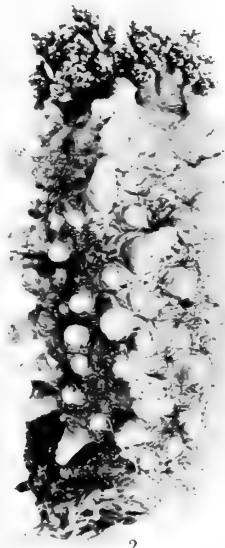
- Fig. 46. *Actinocucumis typicus* LUDWIG. Junges Tier, Körperlänge 14 mm. Kalkkörperchen aus der Rumpfhaut zwischen den Hautprozessen. a und b platte durchlöchernte Scheiben, c ein sog. Eichen. 266×1 .
- » 47. *Phyllophorus holothurioides* LUDWIG. Grösse und Anordnung der Fühler, von vorn gesehen. rd = rechter dorsaler, mv = mittlerer ventraler Radius usw. Die Gefäße der mit \times bezeichneten Fühler treten, wie diejenigen der kleinen Fühler, über dem vorderen Rand der Radialia heraus (vgl. Fig. 48).
- » 48. *Phyllophorus holothurioides* LUDWIG. Teil des Kalkringes, von innen gesehen. lv = linker ventraler, mv = mittlerer ventraler Radius. Bei \times treten die Gefäße der möglicherweise mittelgrossen Fühler hinaus. Die Ambulakralgefäße sind im Bereich der Radialia grau eingezeichnet. 7×1 .
- » 49. *Phyllophorus holothurioides* LUDWIG. $a-c$ verschiedene Entwicklungsstadien der Stühlchen, e eine Stützscheibe aus dem Endteil eines Füsschens.
- » 50. *Phyllophorus holothurioides* LUDWIG. Verlauf des Mesenteriums (gebrochene Linie). ld , lv und mv linker dorsaler, linker ventraler und mittlerer ventraler Radius. a Vorderrand des Rumpfes, $b-c$ Ausbreitung der »Genitalbasis«, d Befestigungshöhe der vordersten Darmdilatoren. Bei \times spalten sich die Retraktoren ab.
- » 51. *Phyllophorus holothurioides* LUDWIG. ♀. Die Geschlechtsschläuche in ihrer Umgebung. a Aussenseite der Haut, b Längsschnitt der dorsalen Körperwand. c Ovidukt, d Darmmesenterium, e Darm.
- » 52. *Phyllophorus hamatus* SLUITER. Das Mundfeld mit dem Tentakelkranz von vorn gesehen. mv mittlerer ventraler, rd rechter dorsaler Radius usw.
- » 53. *Phyllophorus hamatus* SLUITER. Stühlchen aus der Rumpfhaut. a noch nicht fertiggebildet, b fertiggebildet, $c-f$ Basalscheiben der Stühlchen (c und d schief von unten, e von unten gesehen; f die Basalscheibe eines Stühlchens vom Typus a von oben); g einige Stühlchenenden von oben gesehen, in natürlicher gegenseitiger Lage in der Haut. $a-f$ 616×1 , g 310×1 .
- » 54. *Phyllophorus hamatus* SLUITER. Kalkkörperchen aus der Haut des Rüssels. $a-c$ gewöhnliche Stühlchen, c von unten gesehen. d eine mit Stiel versehene hirseplättchenähnliche Scheibe; e durchlöchernte Scheibe ohne Stiel; $f-g$ Hirseplättchen in verschiedenen Entwicklungsstadien. 616×1 .

- Fig. 55. *Phyllophorus hamatus* SHEITER. Das Radiale des rechten ventralen Radius nebst den anliegenden Interradialia, von aussen gesehen. Die schraffierte Stelle ist die Ansatzstelle des Retraktors. Die unsicheren Konturen sind punktiert. Etwa 10×1 .
- » 56. *Pseudocucumis intercedens* LAMPERT. Anordnung der Fühler, von vorn gesehen. Die Radien sind durch Pfeile angedeutet, *mv* mittlerer ventraler Radius.
- » 57. *Pseudocucumis intercedens* LAMPERT. Kalkkörper der Rumpfhaut. *a* ohne Stiel, *b* von der Untenseite, *c* schief von der Oberseite gesehen, *d* ein kräftig ausgebildeter Stiel, *e* ein Körperchen von der Seite. 266×1 .
- » 58. *Pseudocucumis intercedens* LAMPERT. Ein Radiale und zwei Interradialia des Kalkringes von innen gesehen. Die Ambulakralgefässe grau. *a* Gefäss eines grossen, *b* eines mittelgrossen, *c* eines kleinen Fühlers.
- » 59. *Pseudocucumis intercedens* LAMPERT. Wie Fig. 58, aber von aussen gesehen. Der Befestigungsteil des Muskels gesteuft; nach oben setzt er in den wandständigen Längsmuskel, nach unten in den Retraktor fort.
- » 60. *Pseudocucumis intercedens* LAMPERT, juv. Kalkkörper in natürlichen gegenseitigen Abständen, von aussen gesehen. 86×1 .
- » 61. *Pseudocucumis intercedens* LAMPERT, juv. Innere Organisation. Die rechte Seite der Körperwand ist weggenommen, die beiden an der Innenseite zu sehenden Radien sind der linke dorsale und der linke ventrale. Von der rechten Wasserlunge ist nur der Basalteil gezeichnet. 4×1 .
- » 62. *Holothuria vagabunda* SELENKA. *a—d* Schnallen, *a* der weitaus häufigste Typus; *e* hohlkugelartiger Körper; *f—h* verschiedene Entwicklungsstadien der Stühlchen; *i* Stützkörper aus einem Füsschen. Alle aus dem rechten dorsalen Interradius. 414×1 .

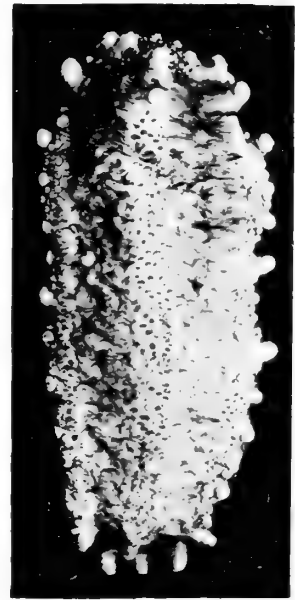
Tryckt den 4 november 1918.



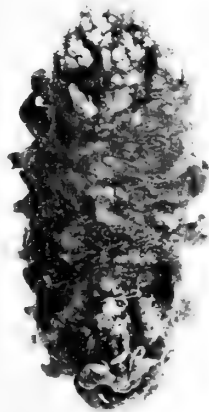
1



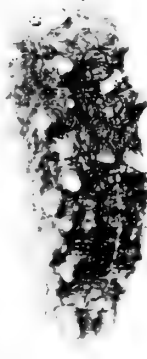
2



3



4



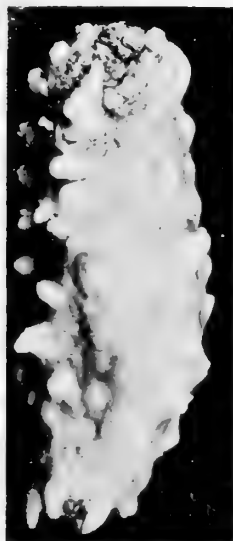
5



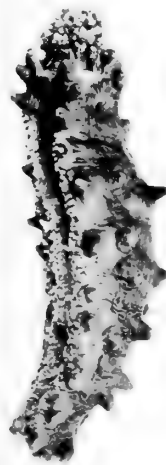
6



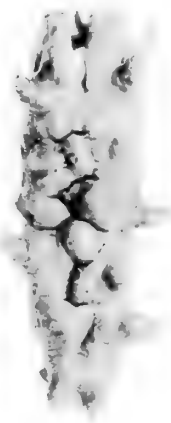
7



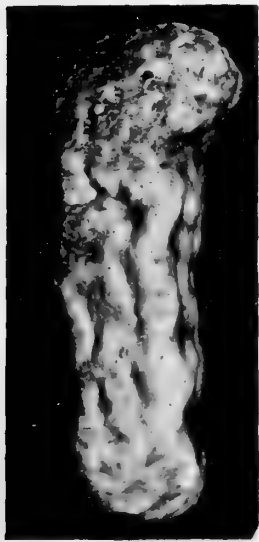
8



9



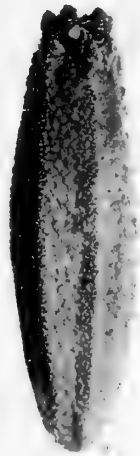
10



1



2



3



4



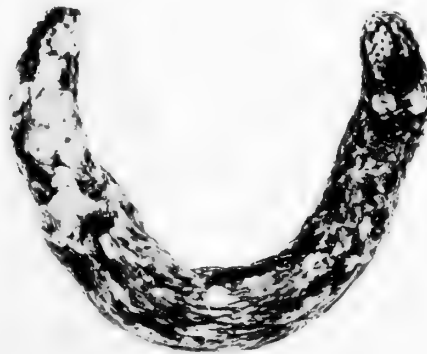
5



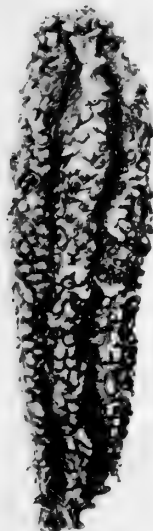
6



7



8



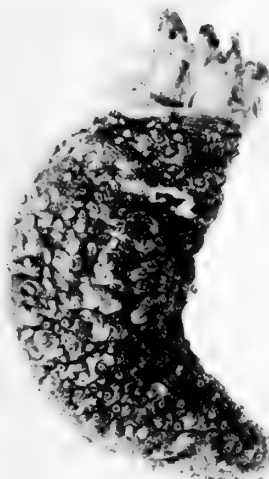
9



10



11



12



13

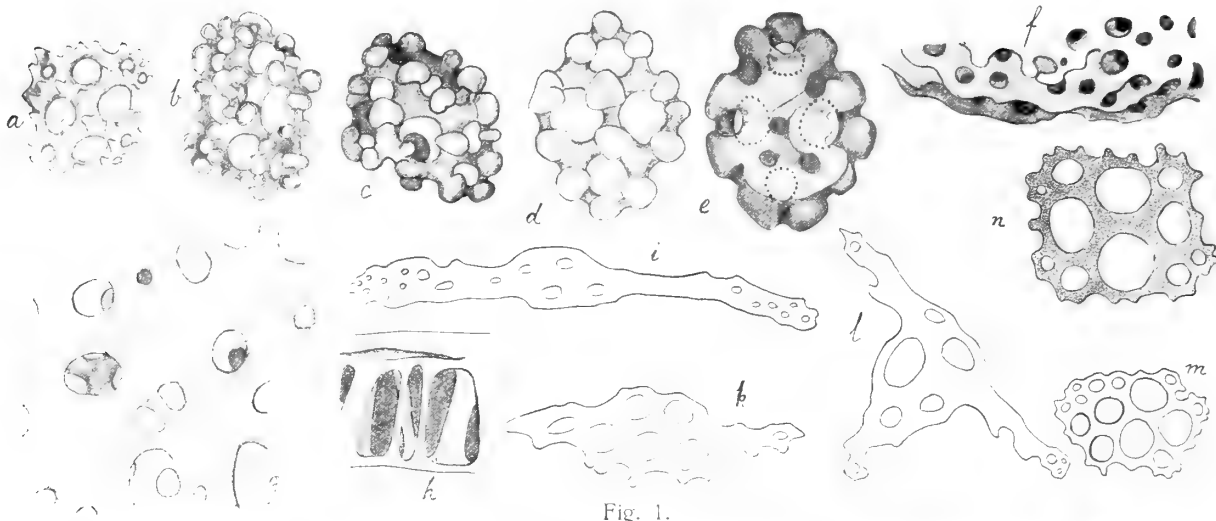


Fig. 1.

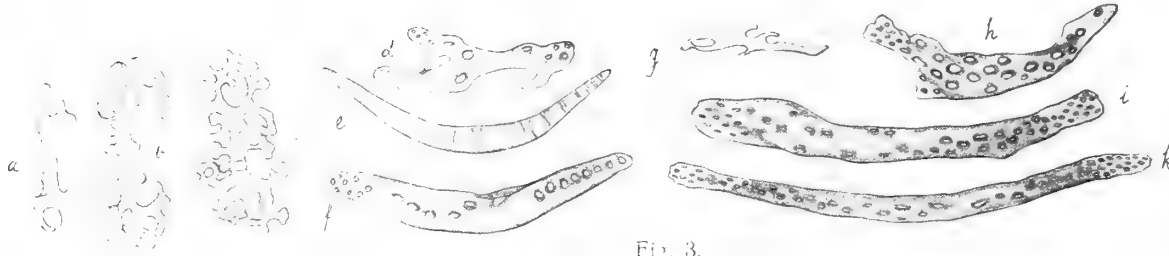


Fig. 3.

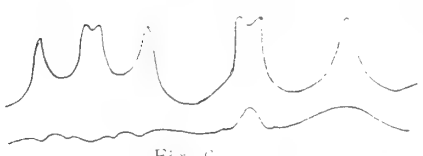


Fig. 6.

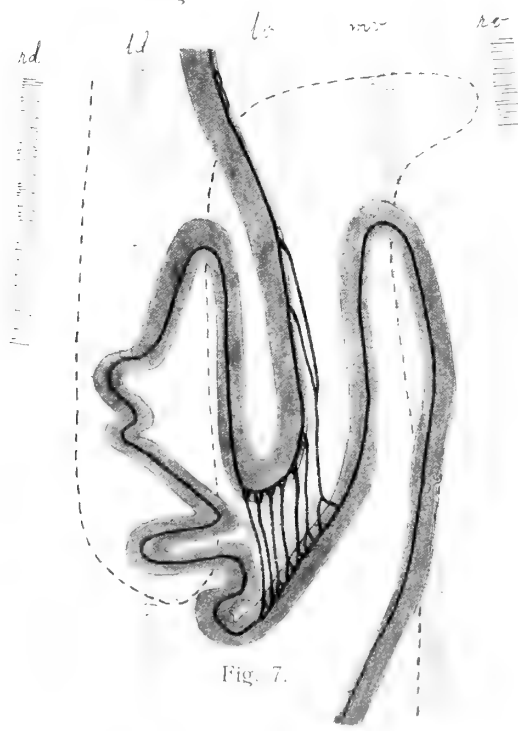


Fig. 7.

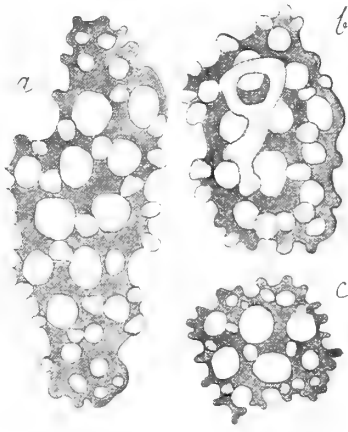


Fig. 8.



Fig. 5.

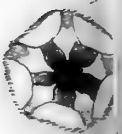


Fig. 2.

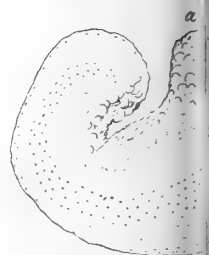


Fig. 17.



Fig. 4.

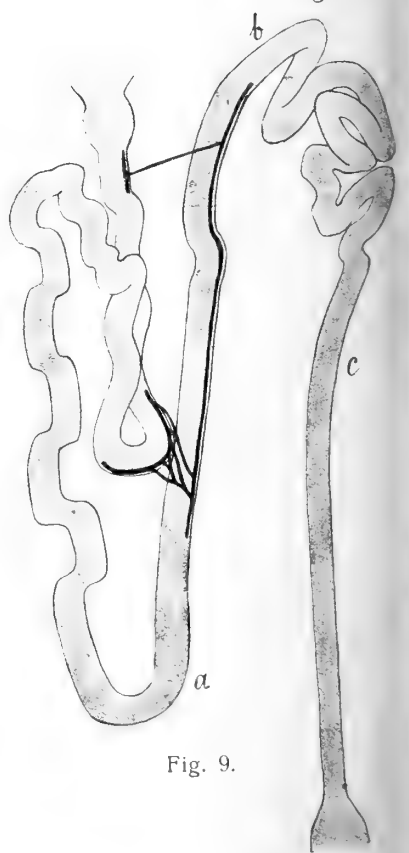


Fig. 9.

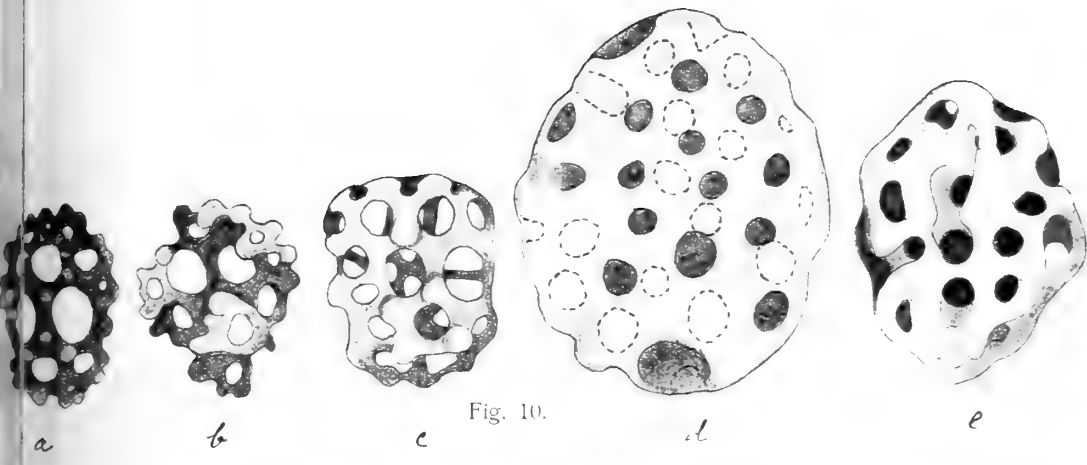


Fig. 10.

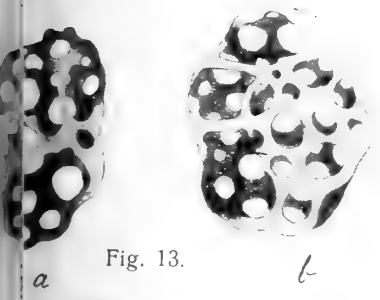


Fig. 13.

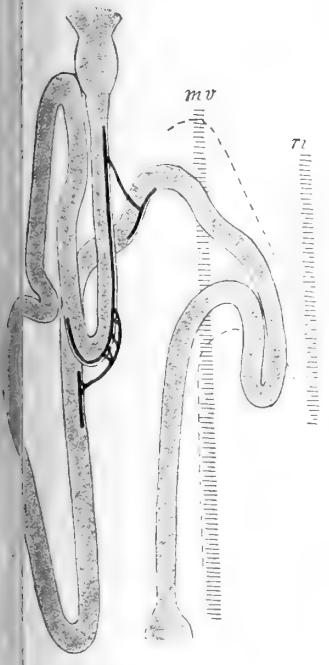


Fig. 14.



Fig. 16.

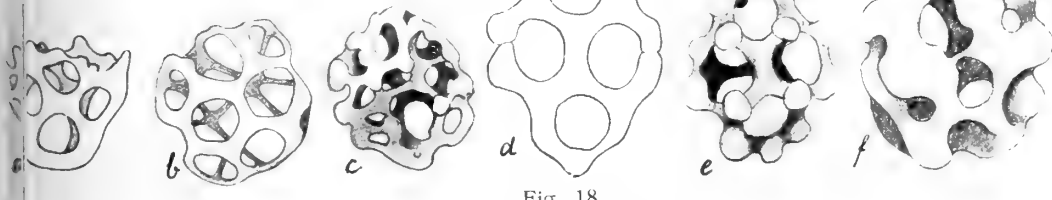


Fig. 18.



Fig. 15.

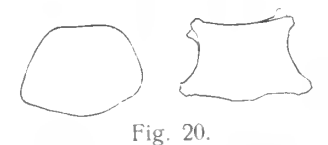


Fig. 20.



Fig. 19.

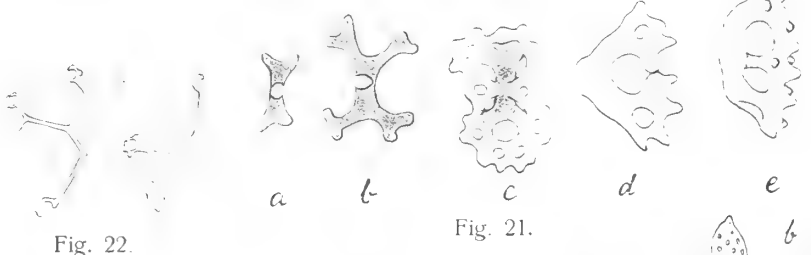


Fig. 21.



Fig. 22.

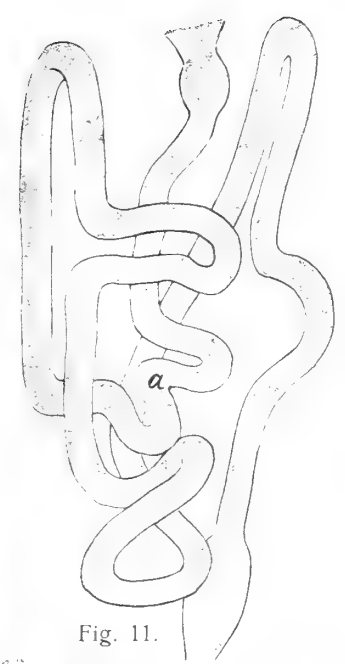


Fig. 11.

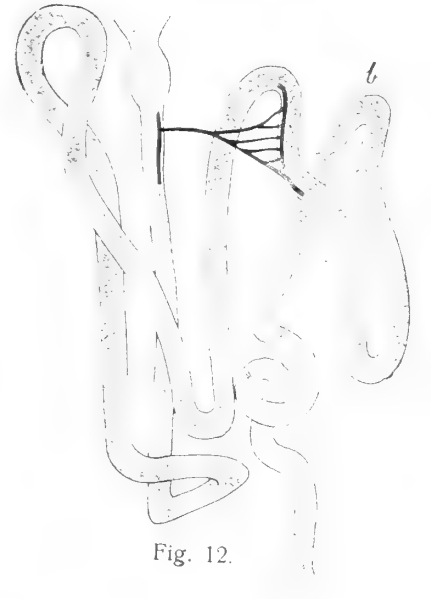


Fig. 12.



Fig. 28.

Fig. 25.



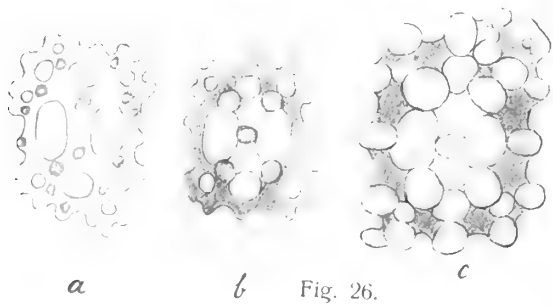


Fig. 26.

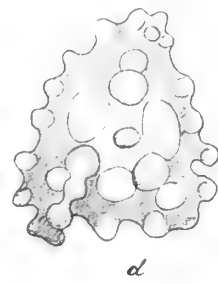


Fig. 29.

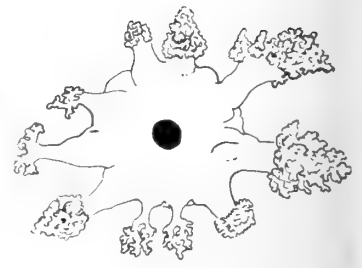


Fig. 31.

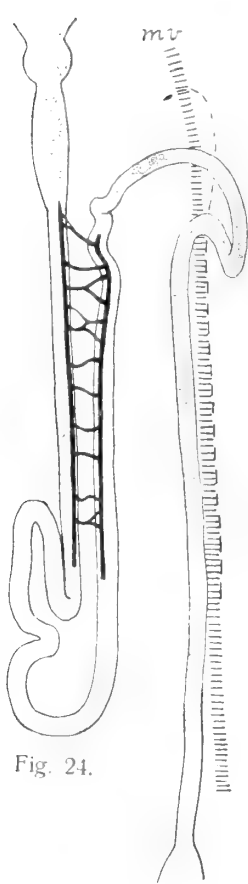


Fig. 24.



Fig. 23.

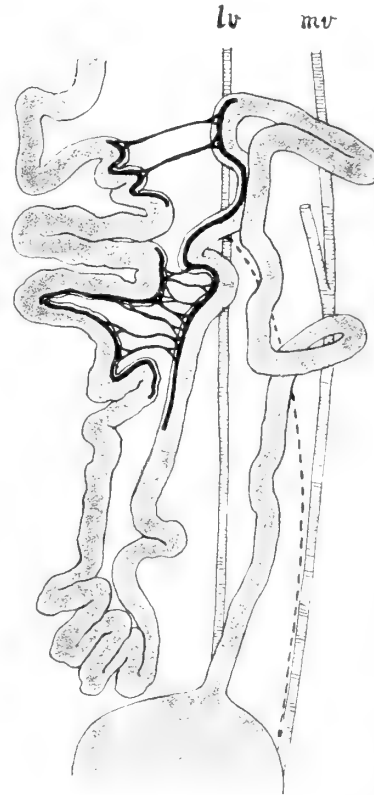


Fig. 30.

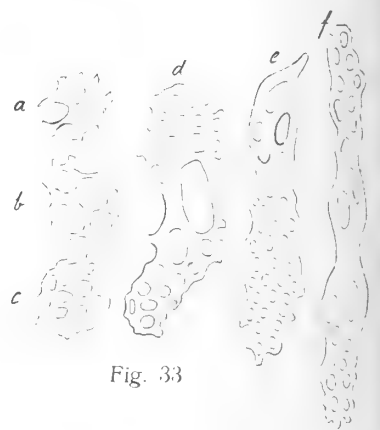


Fig. 33.



Fig. 32.

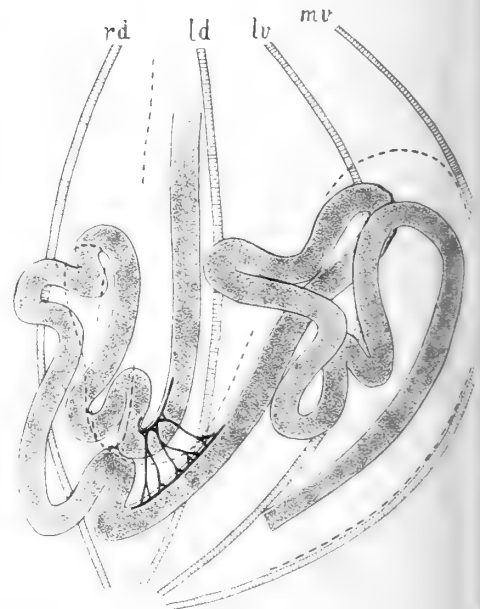


Fig. 34.

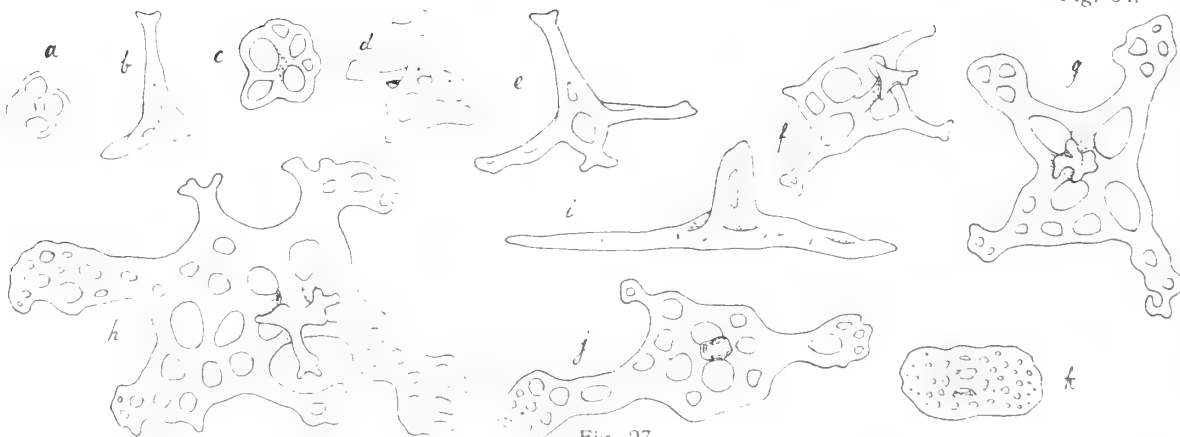


Fig. 27.

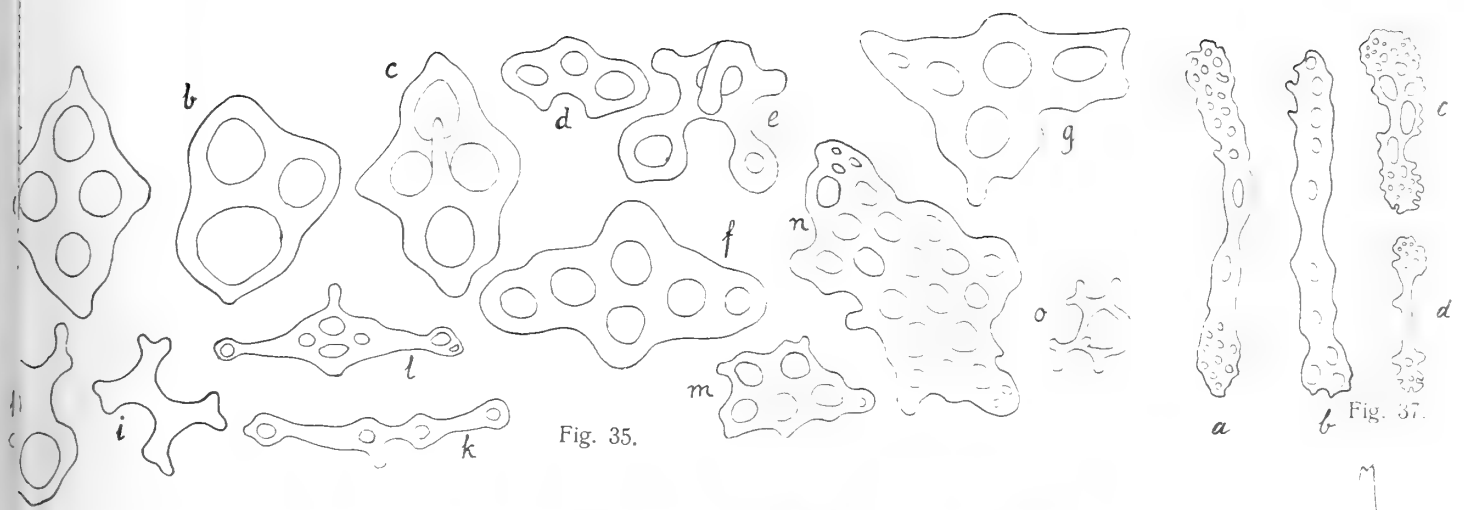


Fig. 35.

Fig. 37.

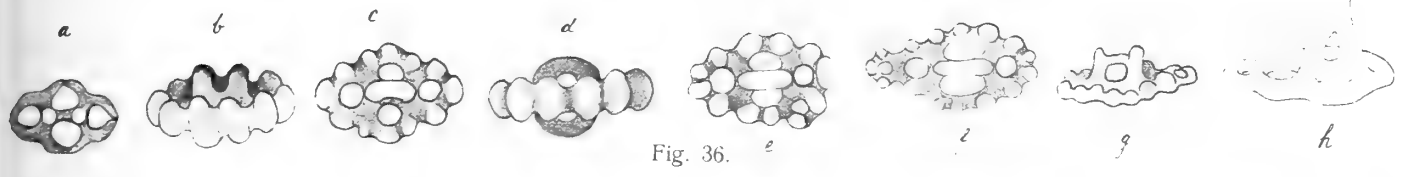


Fig. 36.

Fig. 43.

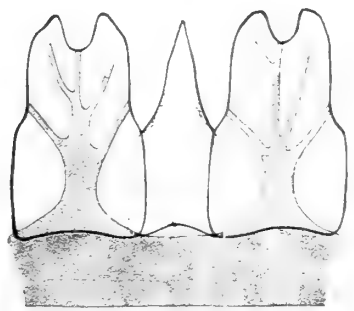


Fig. 39.

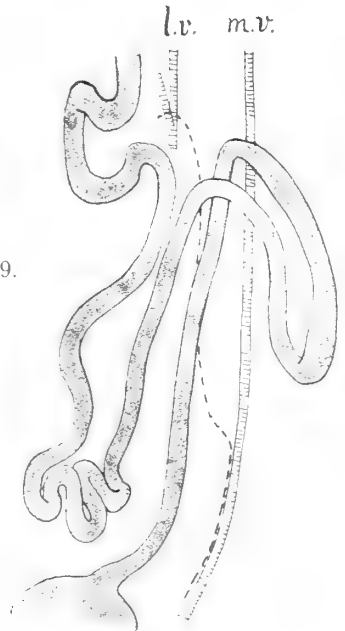
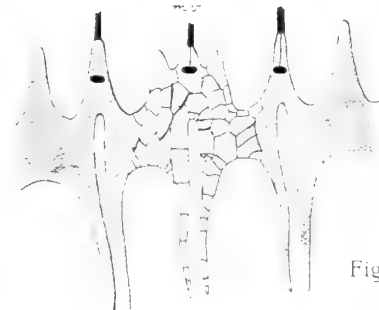


Fig. 38.

Fig. 40.

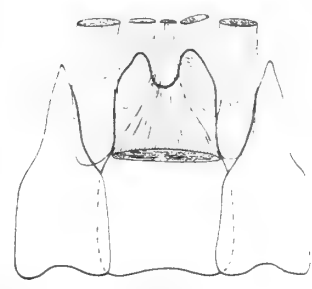


Fig. 44.

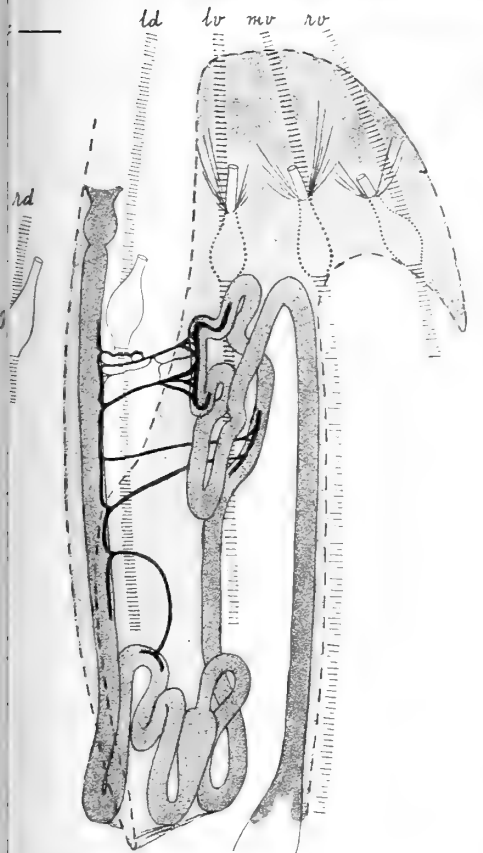


Fig. 45.

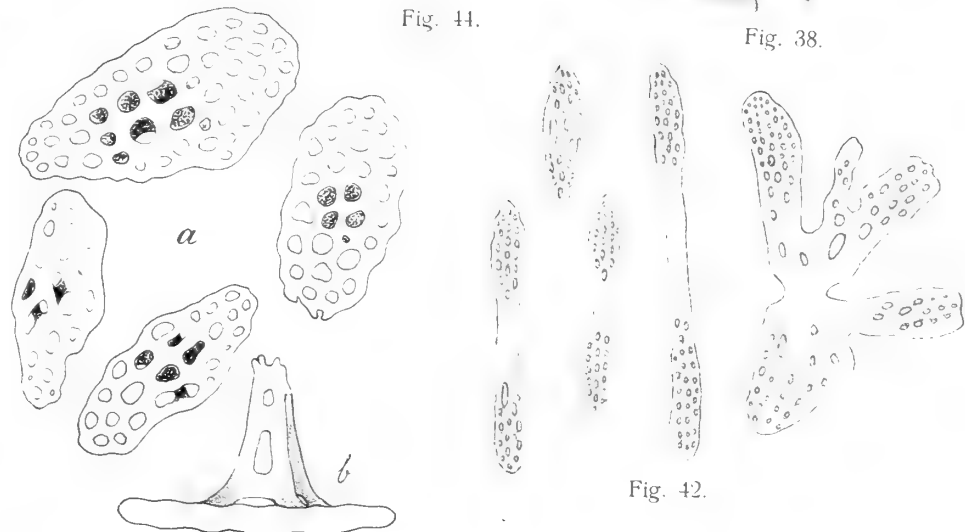
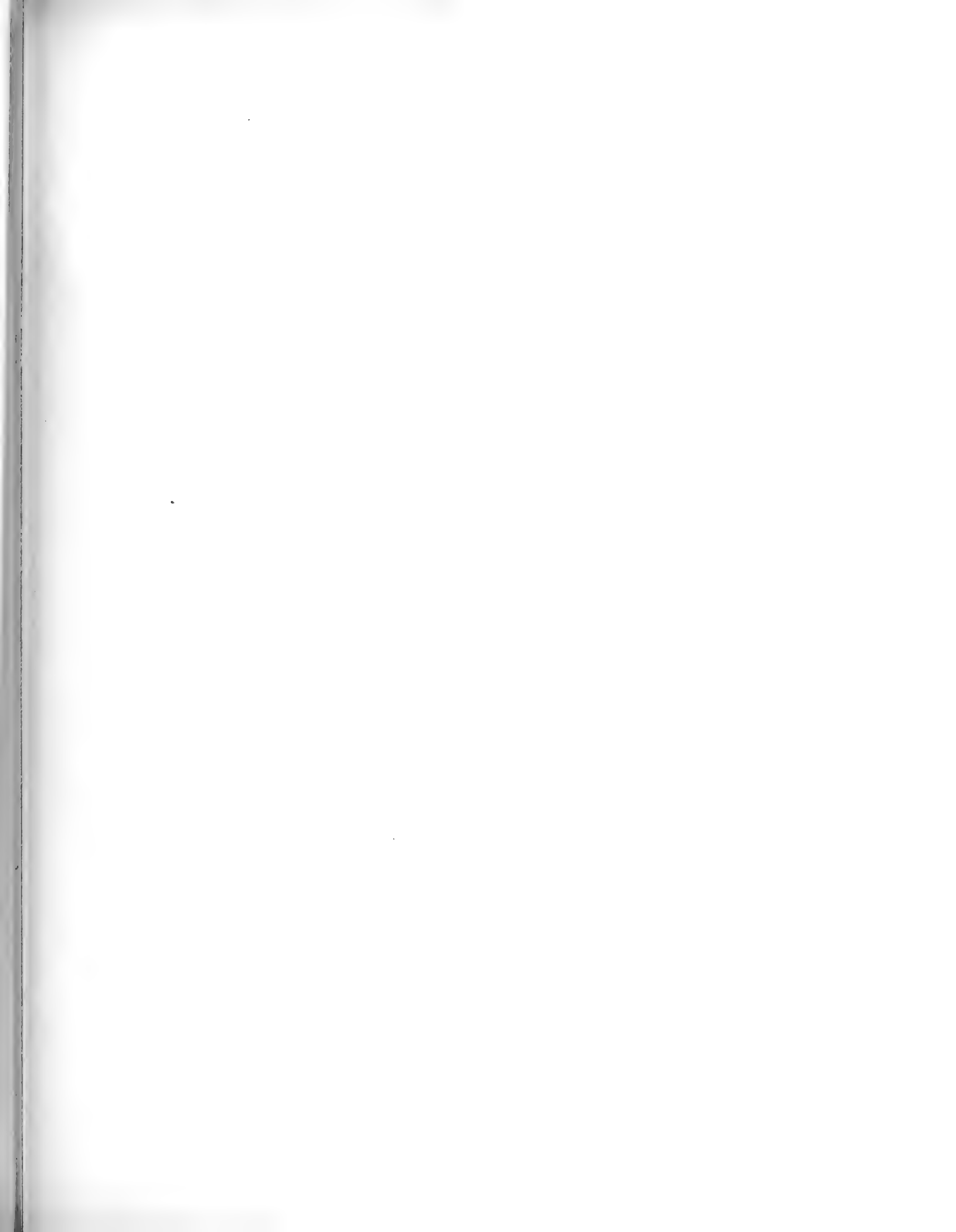


Fig. 41.

Fig. 42.





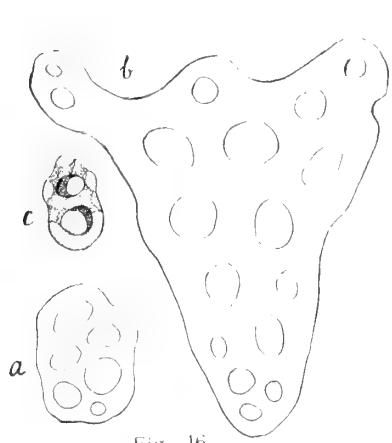


Fig. 46

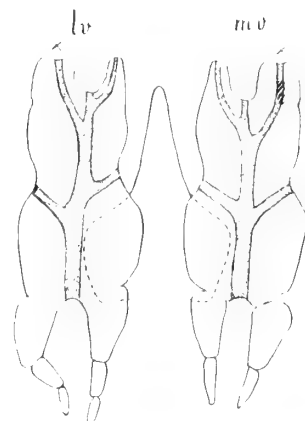


Fig. 48.

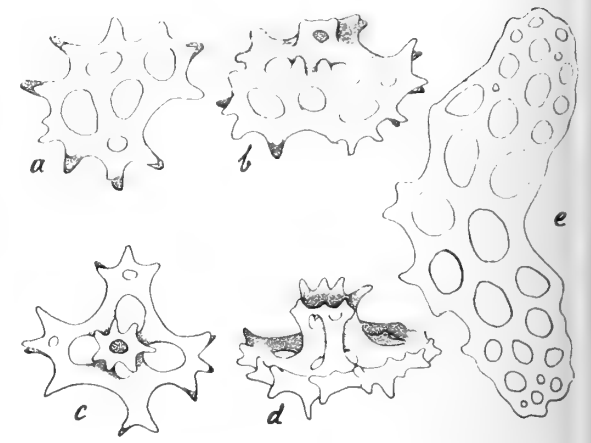


Fig. 49.

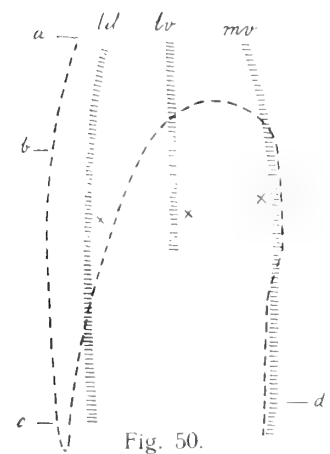


Fig. 50.



Fig. 53.

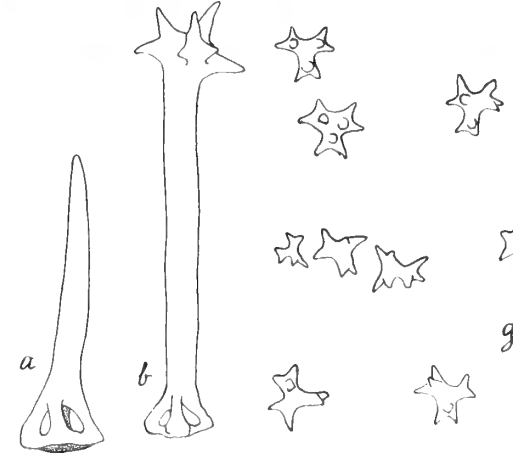


Fig. 51.

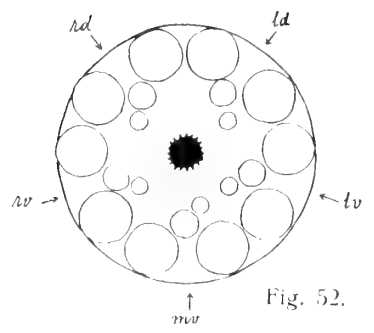


Fig. 52.

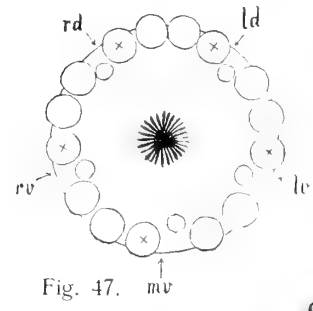


Fig. 47.

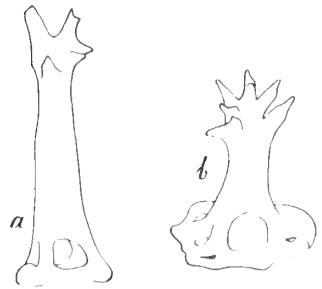
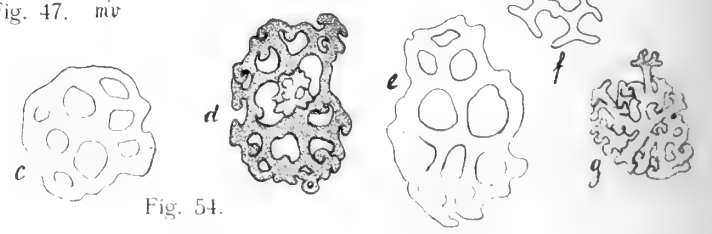


Fig. 54.



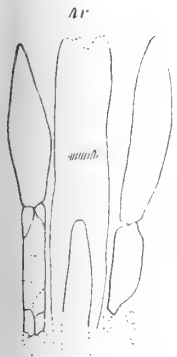


Fig. 55.

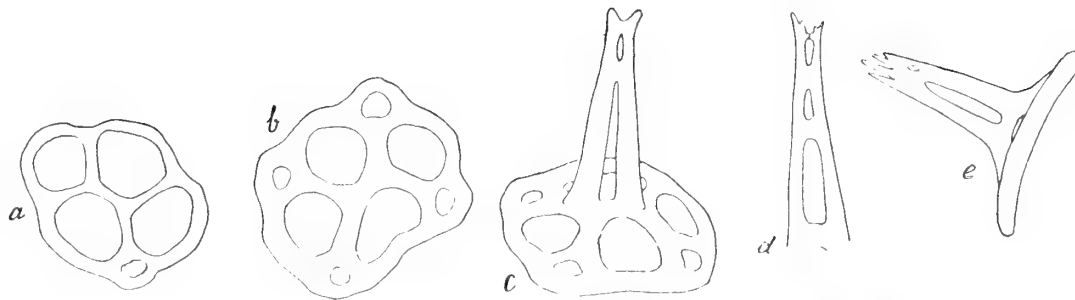


Fig. 57.

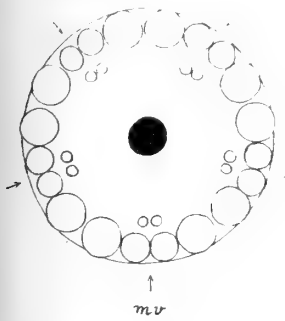


Fig. 56.

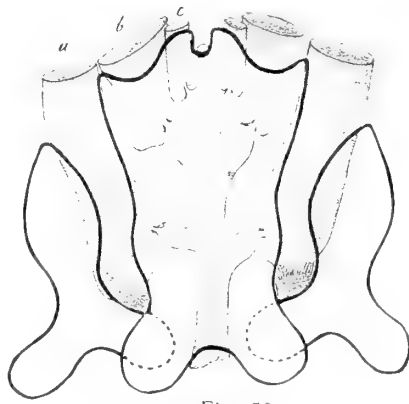


Fig. 58.

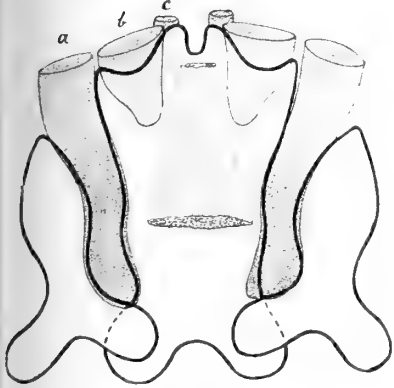


Fig. 59.



Fig. 60.



Fig 61.

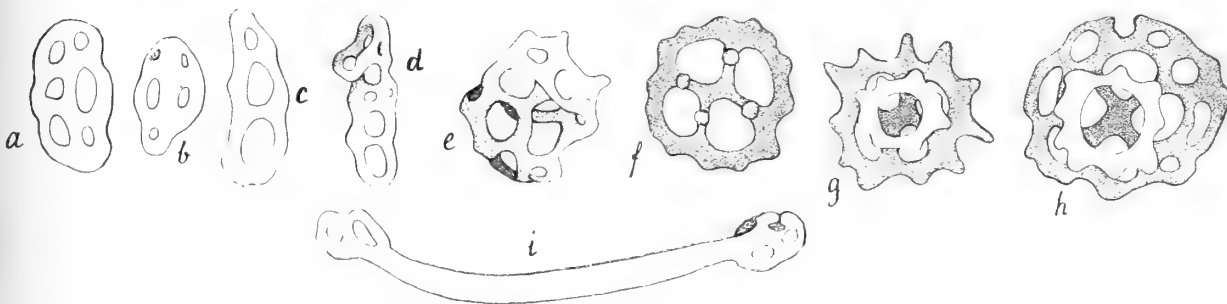


Fig. 62.



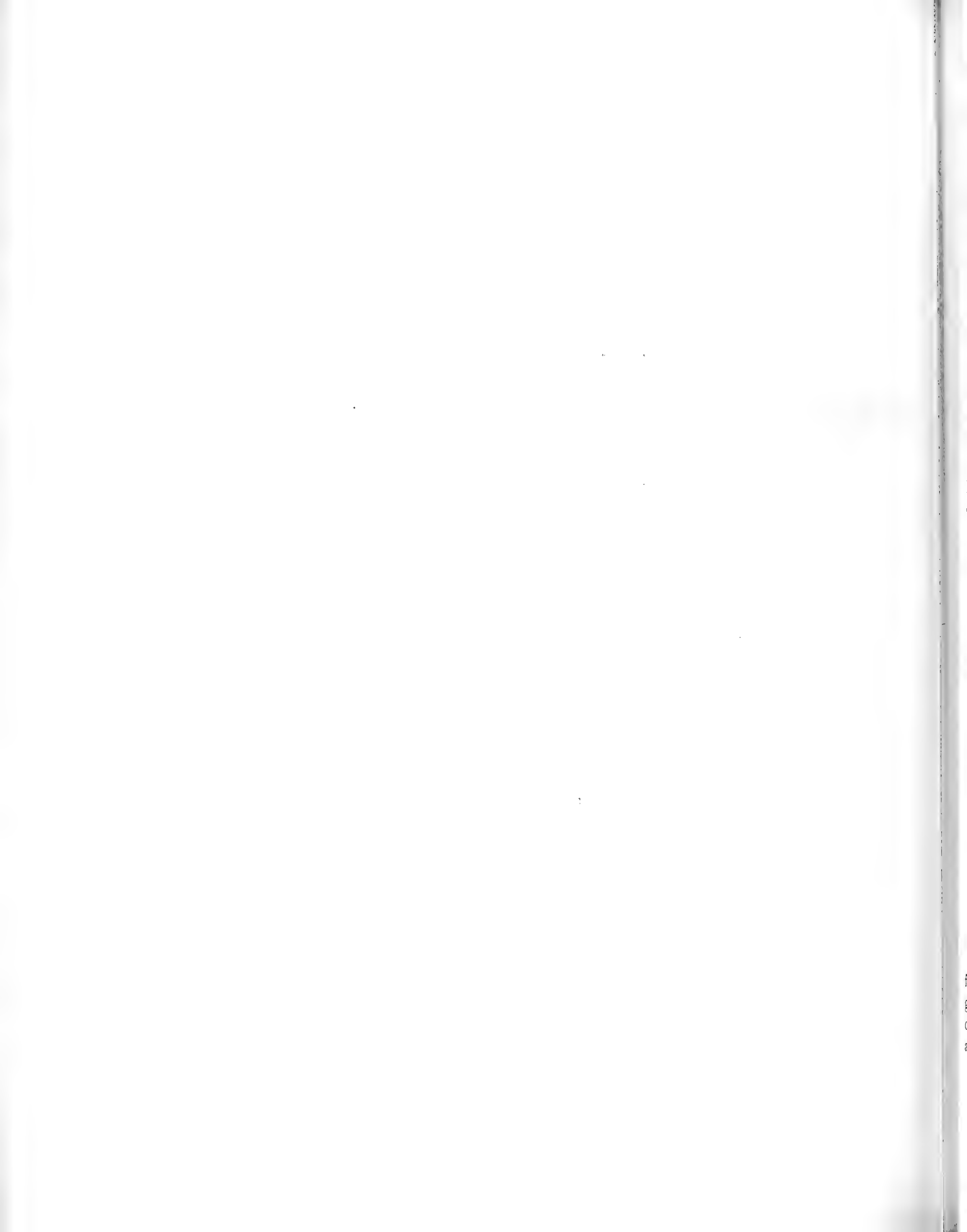
KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 58. N:o 7.

RESULTS
OF
DR. E. MJÖBERGS
SWEDISH SCIENTIFIC EXPEDITIONS
TO
AUSTRALIA 1910—1913
XX.
SERPULIMORPHE ANNELIDEN

VON
K. E. JOHANSSON
(UPPSALA)

—
MIT 2 ABBILDUNGEN IM TEXTE

STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1918



Das vorliegende Material ist von Dr. MJÖBERG ausserhalb Cap Jaubert, Nordwest Australien, im Jahre 1911 zusammengebracht. Die Sammlung umfasst nur 4 Arten, von diesen aber eine in vielen Exemplaren. Sämtliche Arten sind bereits der Wissenschaft bekannt.

Ich will hier auch Dr. NILS ODHNER, Nat. Reichsmuseum, Stockholm, für seine Freundlichkeit, mir die Bearbeitung des fraglichen Materials zu überlassen, hier meinen ehrerbietigen Dank aussprechen.

Fam. **Sabellidae** MLGRN.

Sabellastarte SAINT-JOSEPH.

Sabellastarte indica (SAV.).

- ? *Tubularia magnifica* SHAW 1800.
- Sabella indica* SAVIGNY, 1817, EHLERS 1897.
- ? *Sabella melania* SCHMARDA 1861.
- ? *Sabella magnifica* GRUBE 1870, TREADWELL 1902.
- Sabella spectabilis* GRUBE 1878, MALAQUIN & DEHORNE 1907.
- Sabella notata* GRUBE 1878, WILLEY 1905.
- ? *Spirographis australiensis* HASWELL 1884.
- Laonome japonica* MARENZELLER 1885.
- Sabellastarte indica* SAINT-JOSEPH 1894, WILLEY 1905.
- Paralaonome japonica* BUSH 1904.
- Eurato Sancti-Josephi* GRAVIER 1908.
- Sabellastarte indica* AUGENER 1914.

Kiemenstrahlen 45—70, von einander ganz frei; ihre terminalen Teile spiralförmig gedreht. Sie sind hell mit mehr oder minder dichten violetten Querbinden—ganz violett. Augenflecke fehlen. Das ganz violette Basalblatt ist gut entwickelt, die Höhe desselben $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ der Länge der Kiemenstrahlen gleichkommend. Mundanhänge 2, ausgezogen dreieckig, ungefähr halb so lang als die Kiemenstrahlen.

Der Kragen ist ungefähr $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ so hoch wie das Kiemenbasalblatt. Die Ränder stossen auf der Dorsalseite nahe an einander (Fig. 1 B). Dorsal von dem ersten Borstenbündel bildet er eine scharfe Falte(-Einschnitt), worauf er ohne Einschnitte auf die Ventralseite hinunter fortsetzt. Dort bildet er zwei schwach entwickelte, dicht an einander stossende, stumpfe Lappen. (Fig. 1 A.)

Der Thorax besteht aus 8 kurzen, aber breiten borstentragenden Segmenten. Im ersten Segment fehlen wie gewöhnlich die Hakenborsten. Die Haarborsten sind teils lang fein gesäumt, teils kurz, breiter gesäumt. Die Haken sind einreihig und gross.

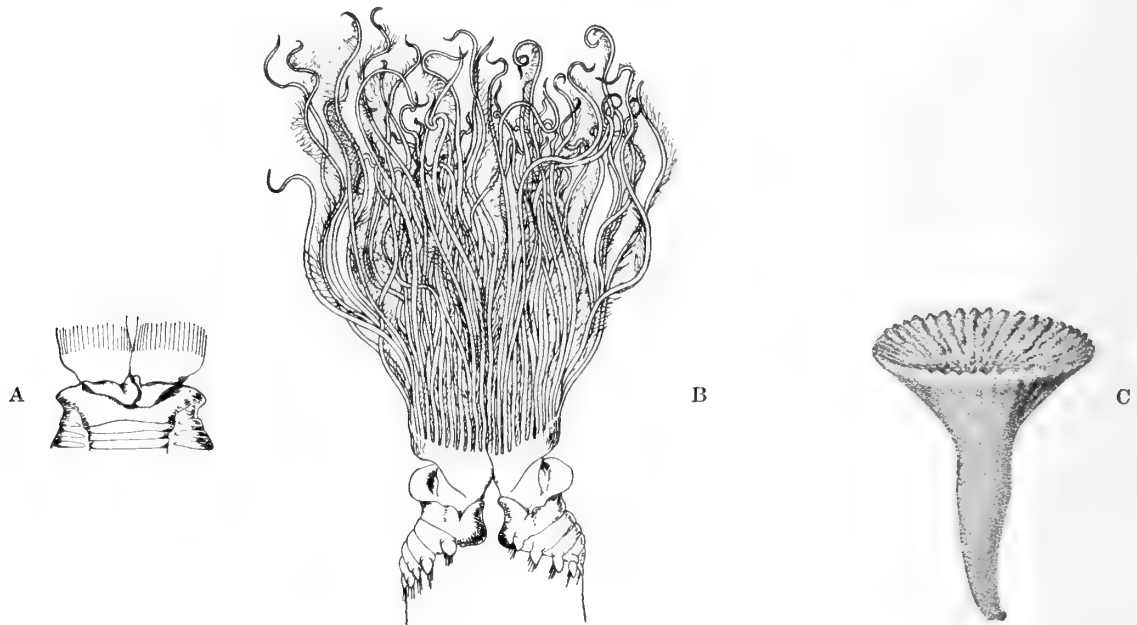


Fig. 1. A. *Sabellastarte indica*: Der Kragen von der Bauchseite gesehen 2 ×.
 B. *Sabellastarte indica*: Der Vorderteil des Tieres, von der Rückenseite gesehen 2 ×.
 C. *Serpula vermicularis* f. *granulosa*: Operculum 6 ×.

Die abdominalen Segmente sind ebenfalls kurz und breit. Die Haarborsten sind teils fein, teils breiter gesäumt. Die Hakenborsten sind von demselben Typus wie die thoracalen. Betreffs des detaillirten Aussehens sämtlicher Borsten verweise ich auf die MARENZELLER'schen Borstenfiguren von *Laonome japonica*, mit welchen sie völlig übereinstimmen.

Der Körper ist dunkler oder heller violett, bei konservierten Exemplaren bisweilen beinahe weiss. Bei den dunkleren Individuen sind die Bauchschilder dunkler als der übrige Körper, bei den helleren umgekehrt.

Von den vorliegenden Exemplaren sind nur zwei vollständig. Das grössere von diesen mass an Länge, die Kiemen einberechnet, 65 mm; die Kiemen allein 17 mm; die Breite bei dem 5:ten thorakalen Segmente 8 mm. Die Anzahl der Kiemenstrahlen 67.

Die Röhren sind fest, etwas lederartig, von Schlick grau.

Die fragliche Art wurde im Jahre 1809 unter dem Namen *Sabella indica* von SAVIGNY beschrieben. Er stellte sie in seine Gruppe *Sabellae astartae*, die sich dadurch auszeichnen sollte, dass sie doppelte Kreise von Kiemenstrahlen hätten. Diese Vorstellung von dem Vorhandensein von *Sabelliden* mit doppelten Kreisen Kiemenstrahlen hat seit dem bestanden und wurde definitiv erst 1914 von AUGENER abgefertigt, obgleich u. a. schon GRUBE (1870) auf diesen Irrtum hingewiesen hat. Tatsächlich hat diese Art wie alle anderen *Sabelliden* auf jeder Seite nur einen Kreis von Kiemenstrahlen, da aber (infolge Platzmangels?) jeder zweite sich etwas mehr als die übrigen nach innen einbiegt, so sieht es ganz so aus, als ob sie in zwei Kreisen ständen.

Die Art ist seitdem unter verschiedenen Namen beschrieben. GRUBE beschreibt aus den Philippinen seine *Sabella spectabilis*, die seiner Beschreibung nach zu urteilen mit *Sabella indica* identisch sein muss. Dieselbe Art hat er auch bei Salawatti (Gazelle-Expedition) wiedergefunden. Aus den Philippinen hat er auch *Sabella notata*. AUGENER hat das GRUBE'sche Original exemplar dieser Art untersucht und ist zu dem Resultate gekommen, dass diese Art nichts anderes ist als eine junge *Sabella indica* SAV. Aus Australien beschrieb HASWELL 1884 *Spirographis australiensis*, der möglicherweise diese Art ist; der unvollständigen Beschreibung und des Fehlens aller Figuren wegen ist es doch unmöglich, die Sache sicher zu bestimmen.

Die *Laonome japonica* MARENZELLER aus Japan steht nach MARENZELLER's eigener Aussage *Sabella indica* nahe. Betreffs seiner neuen Art schreibt er: »Körper des einzigen Exemplares 133 mm lang mit 181 Segmenten. . . . Die Kiemen 58 mm lang. . . . 144 Kiemenfäden jederseits, einen äusseren und einen inneren Kreis bildend«. Er fügt dann hinzu: »*Sabella indica* SAVIGNY hat ebenfalls Kiemen deren Fäden in 2 Kreisen stehen und ähnliche Dimensionen. SAVIGNY, QUATREFAGES, GRUBE machen hierüber folgende Angaben: Länge 119, 80, 135 mm; Breite 13, 10, 12 mm; Segmentzahl 227, 200, 196; Zahl der Kiemenfäden 84, 60, 66; Länge der Kiemen: Länger als die Hälfte des Körpers (SAVIGNY, GRUBE), fast so lang als dieselbe (QUATREFAGES). Da unsere Sammlung keine *Sabella* besitzt, auf welche diese makroskopischen Merkmale passen, an der ich sodann die Borsten hätte untersuchen können, beruht die Unterscheidung der *Laonome japonica* von *Sab. indica* SAR. vorläufig auf einer geringeren Zahl der Segmente, kürzere Kiemen und zahlreichere Kiemenfäden.»

Ich habe Gelegenheit gehabt ausser den in der MJÖBERG'schen Sammlung vorhandenen Individuen auch etwa zehn andere Exemplare zu untersuchen. Es war dabei ziemlich leicht festzustellen, welchen grossen Variationen diese von MARENZELLER als Artmerkmale aufgestellten Eigenschaften unterworfen sind. Man muss a priori annehmen, dass die Segmentanzahl mit dem Wachstum der Tiere zunimmt und somit nicht konstant sein kann. Bei den von mir untersuchten Exemplaren wechselte die Segmentanzahl zwischen 45 und 115. In derselben Weise wechselte auch die Anzahl der Kiemenstrahlen zwischen 21 und 115 jederseits. Je grösser die Segmentanzahl eines Tieres war, desto grösser war auch die Anzahl der Kiemenstrahlen. Das Verhältnis zwischen der Länge der Kiemen und der Körperlänge war auch nicht konstant, sondern wechselte zwischen 1:2 und 3:11. Diese grosse Variation ist leicht verständlich, wenn man daran denkt, dass die Kontraktion nach der Konservierung für

Spirobranchus semperi MÖRCH 1863, EHLERS 1897, WILLEY 1905, PIXELL 1913, AUGENER 1914.

Serpula tricornigera GRUBE 1878, MALAQUIN & DEHORNE 1907.

Serpula quadricornis GRUBE 1878.

Pomatoceros elaphus HASWELL 1884.

Spirobranchus tricornigerus WILLEY 1905.

Spirobranchus cervicornis WILLEY 1905.

Pomatoceroopsis Coutieri GRAVIER 1908.

Spirobranchus multicornis FAUVEL 1911.

Spirobranchus Coutieri PIXELL 1913.

Kiemenstrahlen jederseits 20, mit kurzen nackten Spitzen. Ihre unteren Teile durch eine dünne Haut vereinigt. Das Basalblatt ist niedrig.

Der Opercularstiel geht bei dem einzigen vorliegenden Exemplare von der linken Seite aus. Seine obere Hälfte ist jederseits mit einem deutlichen Hautsaum versehen, der unter dem Operculum in zwei unverzweigte Lappen ausläuft (Fig. 2: 1). Das Operculum ist scheibenförmig und sitzt exzentrisch auf dem Stiel befestigt. Von der Oberseite der Scheibe gehen ein mittelständiges minderes und fünf seitenständige, grössere kitineuse Hörner aus. Jedes ist mehr oder minder deutlich verzweigt (Fig. 2: 2).

Der Kragen ist ringsum niedrig; nur auf der Ventralseite verläuft er als ein kleiner Lappen. Die Thorakalmembrane hängt mit dem Kragen zusammen. Sie ist in dem vorderen Teile hoch, nimmt aber auf der Grenze zwischen dem 5:ten und 6:ten thorakalen Segmente an Höhe bedeutend ab und setzt als ein schmaler Saum fort, der sich über die Bauchseite mit dem entsprechenden Saum der anderen Seite verbindet.

Der Thorax besteht aus 7 borstentragenden Segmenten. (Als eine Anomalie fehlt bei dem vorliegenden Exemplare auf der rechten Seite im 7. Segmente die Dorsalborste.) In dem ersten sind teils Bajonettenborste, teils Kapillärborste vorhanden. Die basalen Zähne der Bajonettenborste sind in einer Menge kleiner und feiner Stachel aufgelöst (Fig. 2: 3). In den anderen thorakalen Segmenten sind die meisten Haarborsten breit gesäumt (Fig. 2: 4). Die Hakenborsten haben 14—15 Zähne; der unterste von diesen ist als eine (von vorne gesehen) dreieckige, etwas ausgehöhlte Scheibe ausgebildet (Fig. 2: 6).

In den abdominalen Segmenten sind die Haarborsten als »soies en cornet« ausgebildet, ungefähr 7 in jedem Segmente (Fig. 2: 5). Die Hakenborsten gleichen den thorakalen, haben aber im Durchschnitt nur 12 Zähne (Fig. 2: 7).

In den MJÖBERG'schen Sammlung lag nur ein einziges Individuum dieser Art vor. Es mass, das Operculum einberechnet, 21 mm. Die Breite war bei dem dritten thorakalen Segmente 3,5 mm. Das Rohr war ziemlich dünnwandig, nur ungefähr 0,5 mm dick. Es war nur streckenweise auf der Unterlage befestigt. Es hatte nur einen scharf markierten Längskamm; hier und da war eine undeutliche Ringelung vorhanden.

Von der Gattung *Spirabanchus* sind eine grosse Menge von Arten beschrieben. Dabei ist als Hauptmerkmal die verschiedene Anzahl und das Aussehen der Opercular-

hörner benutzt. Diese Bildungen sind doch sicherlich sehr variabel und es ist deshalb wahrscheinlich, dass viele, ich möchte gern sagen die meisten beschriebenen Arten, synonym sind. Da indes besonders die älteren Beschreibungen oft sehr kurz und die Original Exemplare oft ganz unzugänglich sind, so muss das Synonymisieren in den meisten Fällen unsicher werden.

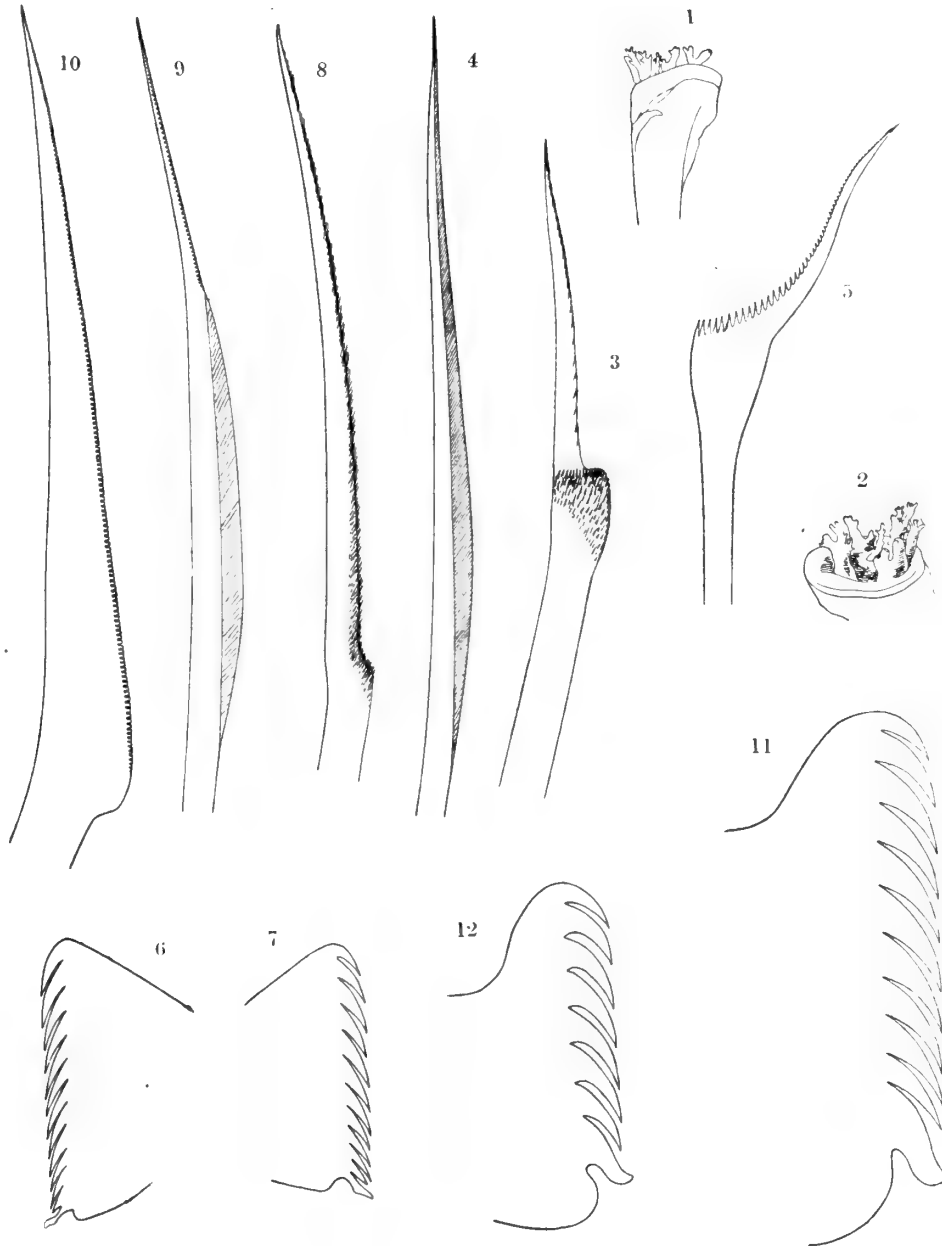


Fig. 2. *Spirobranchus tetraceros*: 1 Operculum von der ventrolateralen Seite; 6 X. 2 Operculum schräg von oben gesehen; 7 X. 3 Borste des 1:sten thor. Segmentes; 350 X. 4 Thorakale Haarborste; 350 X. 5 Abdominale Ventralborste; 825 X. 6 Thorakale Hakenborste; 550 X. 7 Abdominale Hakenborste; 825 X. *Pomatostepus stellatus*: 8 Borste des 1:sten Segmentes; 350 X. 9 »Apomatus«-borste; 350 X. 10 Abdominale Ventralborste; 825 X. 11 Thorakale Hakenborste; 825 X. 12 Abdominale Hakenborste; 825 X.

Spirobranchus tetraceros (SCHMARDA) wurde ursprünglich nach einem Exemplare aus New South Wales beschrieben. Das Originalexemplar wurde seitdem von AUGENER (1914) untersucht, der auch die Beschreibung etwas ergänzt hat. Aus Australien hat auch HASWELL eine andere Art *Pomatoceros elaphus* beschrieben, die sicherlich mit *Sp. tetraceros* (SCHMARDA) synonym ist. Die kleinen vorhandenen Unähnlichkeiten sind wohl kaum etwas anderes als individuelle Variationen. Die aus den Philippinen von GRUBE beschriebenen *Serpula tricornigera* und *Serpula quadricornis* sind, so weit ich aus den ziemlich ausführlichen Beschreibungen ersehen kann, auch nur Variationen von *tetraceros*. Dasselbe gilt möglicherweise auch für *Pomatoceros multicornis* GRUBE. Die GRUBE'sche Beschreibung ist doch so kurz, dass dies nicht mit Sicherheit entschieden werden kann. FAUVEL hat seitdem die GRUBE'sche Beschreibung nach dem Exemplare aus demselben Lokal wie das GRUBE'sche vervollständigt und sein Exemplar gehört sicher zu dieser Art.

FAUVEL hat auch gezeigt, dass *Pomatoceroopsis Cautieri* GRAVIER dieselbe Art ist. Dasselbe gilt auch von *Sp. cervicornis* WILLEY. *Sp. Semperi* MÖRCH ist auch nach AUGENER nur eine Varietät von *Sp. tetraceros*; er meint, es sei die Hauptform. Welche Stellung *Sp. Gardnieri* PIXELL einnimmt, muss ich unentschieden lassen.

In Atlantischen Ozean ist diese Art durch *Spirabanchus giganteus* (PALLAS) vertreten. GRAVIER und Miss PIXELL meinen diese Art in dem Roten Meere gefunden zu haben. Ich kann keinen anderen Unterschied zwischen den beiden Arten als die Grösse finden. Da ich indessen keine Gelegenheit gehabt habe, Exemplare der Atlantischen Art zu untersuchen, will ich es dahingestellt sein lassen, ob *giganteus* nur eine grössere Varietät von *tetraceros* oder eine eigene Art ist.

Fundort: Australien, Cap Jaubert, 45 Meile W. S. W. Tiefe: 70 Fuss. $\frac{1}{6}$ 1911.

Verbreitung: Die tropischen Teile des Indischen Meeres; die Australischen Meere.

Pomatostegus SCHMARDA.

Pomatostegus stellatus (ABILDGAARD).

Terebella stellata ABILDGAARD 1789.

? *Pomatostegus actinoceros* MÖRCH 1863.

? *Pomatostegus Kröyeri* MÖRCH 1863.

? *Pomatostegus sanguinea* Grube 1869.

? *Pomatostegus actinoceros* GRUBE 1878, COLLIN 1902, AUGENER 1914.

? *Pomatostegus stellatus* BENEDICT 1886, TREADWELL 1902.

Pomatostegus stellatus EHLERS 1887, GRAVIER 1908, PIXELL 1913.

Pomatostegus actinoceros WILLEY 1905.

Kiemenstrahlen jederseits 45—50, in konserviertem Zustand spiralförmig gedreht. Ihre terminalen, pinnulae entbehrenden Teile sind sehr kurz. Die unteren Teile sind durch eine dünne Haut vereinigt und gehen allmählich in das Basalblatt über.

Das Basalblatt ist auf der Dorsalseite niedrig, wird aber auf der Ventralseite höher und erreicht dort eine Höhe, die der halben Länge der Kiemen entspricht.

Der Opercularstiel geht bald von der rechten, bald von der linken Seite aus. Es scheint mir doch, als ob bei den von mir untersuchten Exemplaren das erstere das gewöhnlichste sei. An der Basis ist er so breit wie 4 Kiemenstrahlen, nimmt dann aber erheblich zu und entspricht in seinem oberen Teil der Breite des Thorax. Er ist jederseits mit einem dünnen häutigen Saum versehen, der unter dem Operculum in zwei unverästelte Lappen hinausläuft. Das Operculum besteht aus 3—6 kitineusen Scheiben, die exzentrisch von einer Columella ausgehen. Unter jeder Scheibe sitzt ein Kreis von 8—10 Dornen; diese treten unter den obersten Scheiben, die bedeutend weniger als die unteren ausgewachsen sind, am deutlichsten hervor.

Der Kragen ist die direkte Fortsetzung der Thorakalmembrane, die bis an das dritte borstentragende Segment reicht. Beide sind von bedeutender Höhe. Der Kragen reicht auf der Dorsalseite bis an oder über den halben Opercularstiel. Lateral nimmt er ein wenig an Höhe ab, ist aber auf der Ventralseite als grosser dreieckiger Lappen ausgebildet, der dieselbe erreicht wie auf der Dorsalseite.

Der Thorax besteht aus 7 borstentragenden Segmenten. In dem ersten Segmente sind nur Haarborsten vorhanden, teils Bajonettenborste, an welchen aber deutliche Bajonettenzähne fehlen, die von kleinen borstenförmigen Stacheln ersetzt sind (Fig. 2: 8), teils ungesäumte, kapilläre Haarborsten. In den übrigen Segmenten gibt es auch Haarborsten, teils s. g. Apomatusborsten (Fig. 2: 9), teils gewöhnliche Haarborsten. Die Hakenborsten haben 11—13 Zähne; der unterste Zahn ist etwas stärker als die übrigen und hat eine auswärts gebogene Spitze (Fig. 2: 11).

Im Abdomen sind die Haarborsten durch s. g. Salmacinenborsten ersetzt, 8—10 in jedem Segmente (Fig. 2: 10). Die Hakenborsten haben nur 7—8 Zähne, sind übrigens von demselben Typus wie die thorakalen (Fig. 2: 12).

Die Röhren sind dick und kräftig und haben 3—5 Längskämme. Sie sind ihrer ganzen Länge nach an die Unterlage gedrückt. Die Mündung entbehrt Stacheln.

Das grösste von mir untersuchte Exemplar mass, das Operculum mitgerechnet, 51 mm. Seine Breite bei dem 3:ten Thorakalsegmente betrug 7,5 mm.

Die Synonymie dieser Art ist auch ziemlich verwickelt. Dies hängt vor allem davon ab, dass es, wie es scheint, in den ostasiatischen Meeren zwei Arten *Pomatostegus* gibt, die betreffs der Körperform einander ganz ähnlich sind, deren abdominale Haarborsten aber so grosse Differenzen darbieten, dass man, wenn man der alten systematischen Einteilung nach dem Aussehen der Borsten folgt, sie geradezu zu verschiedenen Gattungen rechnen muss. Die eine Art ist *Pomatostegus latiscapus* MARENZELLER (1884) aus Japan, die andere ist die hier beschriebene *Pomatostegus stellatus* (ABILDGAARD). Die vorige hat, wie die MARENZELLER'schen Abbildungen zeigen, in den abdominalen Segmenten soies en faucille (SAINT JOSEPH), die letztere dagegen deutliche s. g. Salmacinenborsten. Da ich aus der MARENZELLER'schen Beschreibung keinen anderen Unterschied zwischen diesen zwei Arten sehen kann, so ist es dort, wo die Verfasser nicht ausdrücklich das Aussehen der abdominalen Haarborsten erwähnen, ganz unmöglich sicher zu entscheiden, welche Art der resp. Ver-

fasser vor sich gehabt hat. AUGENER (1914) hat die zwei Arten als identisch gesetzt, was ich aber als unrichtig bezeichnen muss.

Die Art wurde 1789 aus St Croix unter dem Namen *Terebella stellata* von ABILDGAARD beschrieben. Die Beschreibung ist aber, wie man erwarten kann, den jetzigen Ansprüchen gemäss, sehr mangelhaft. Sie ist aber seitdem von EHLERS (1887) ergänzt worden, auch nach Exemplaren aus Westindien. Seitdem haben WILLEY, GRAVIER und Miss PIXELL detaillierte Beschreibungen nach Exemplaren aus dem Indischen und Roten Meere gegeben. Von ihnen erwähnen nur GRAVIER und Miss PIXELL die Apomatusborsten. Dies ist wohl so zu erklären, dass die anderen Verfasser diese übersehen haben, da ihr Apomatus-Merkmal oft nur schwach ausgebildet ist und darum leicht übersehen wird. Dieselbe Art würde also in den tropischen Teilen der Atlantischen und Indischen Ozeane und in den Australischen Meeren vorkommen. Die Art dürfte demnach aus guten Gründen wie *Sabellastarte indica* (SAR.) als zirkumtropisch bezeichnet werden können.

Aus dem Indischen Ozean und anderen Meeren sind ausserdem mehrere Arten beschrieben, von denen man aus guten Gründen annehmen kann, dass sie mit der vorliegenden Art identisch sind. GRUBE's *Pomatostegus sanguinea* aus dem Roten Meere ist wahrscheinlich GRAVIER's *P. stellatus* aus demselben Lokale. *P. actinoceros* MÖRCH aus den Philippinen, *P. Kröyeri* MÖRCH aus der Westküste Zentralamerikas und *P. actinoceros* GRUBE aus den Philippinen können alle *P. stellatus* (ABILDG.) sein aber ebensogut *P. latiscapus* MARENZELLER. Dasselbe gilt wohl auch von dem von COLLIN erwähnten *P. actinoceros* aus Thursday Island.

P. latiscapus ist nur einmal wiedergefunden und zwar von MOORE (1904). Die von ihm untersuchten Exemplare stammten aus Japan. Er schreibt »Setae and operculum agree perfectly».

Fundorte: Australien, Cap Jaubert: Tiefe 42 Fuss $2\frac{4}{5}$ 1911. Cap Jaubert, 45 Meile W. S. W. Tiefe 48—90 Fuss $3\frac{0}{5}$ — $1\frac{6}{7}$ 1911.

Verbreitung: Westindien, Indisches Meer, Australien.

Nachschrift.

Seitdem das obenstehende geschrieben war, hat BENHAM (1916) *Pomatostegus latiscapus* MARENZ. wiedergefunden (»Off Babel Island, Bass Strait, 50—80 fathoms»). Die abdominalen Borsten sind, wie er sagt, »trumpet shaped». Deswegen führt er diese Art zu der Gattung *Spirobranchus* und betrachtet also wie EHLERS (1887) die Form der abdominalen Borsten als Gattungscharacter, womit die Gattung *Pomatostegus* von der Gattung *Spirobranchus* sich sondert.

Litteratur.

1789. ABILDGAARD, P. C. Beschreibung zween Arten des Steinbohres (*Terebella* LINN.). Schriften der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin. Bd. 9. Berlin.
1914. AUGENER, H. Polychaeta II: Sedentaria. Die Fauna Südwestaustraliens, herausg. von W. Michaelsen & R. Hartmeyer. Bd. 5: 1. Jena.
1887. BENEDICT, J. E. Descriptions of ten species and one new genus of Annelids from the dredgings of the U. S. Fish Commission Steamer Albatross. Proc. U. S. Nat. Museum v. 9. Washington.
1818. BLAINVILLE, H. DE. Memoire sur la classe des *Sétipodes*. Bulletin des sciences par la Société philomatique de Paris. Année 1818. Paris.
1904. BUSH, K. J. Tubicolous Annelids of the tribes *Sabellides* and *Serpulides* from the Pacific Ocean. Harriman Alaska Expedition v. 12. New-York.
1902. COLLIN, A. Verzeichnis der von Professor R. Semon bei Amboina und Thursday Island gesammelten Polychaeten. Denkschr. der med.-nat. Ges. Bd. 8. Jena.
1887. EHLERS, E. Florida-Anneliden. Memoirs Mus. comp. Zool. Harvard College v. 15. Cambridge.
1897. EHLERS, E. Zur Kenntnis der ostafrikanischen Borstenwürmer. Nachrichten Königl. Ges. der Wissenschaften. Mat.-phys. Klasse. Göttingen.
1911. FAUVEL, P. Annelides polychètes du Golfe Persique. Arch. zool. exp. gen. Sér. 5. T. 6. Paris.
1908. GRAVIER, CH. Contribution à l'étude des Annelides polychètes de la Mer Rouge. Famille des *Serpulians*. Nouv. Arch. Mus. d'Hist. Nat. Sér. 4. T. 10. Paris.
1862. GRUBE, E. Mittheilungen über die *Serpulen*. Jahresber. Schles. Ges. vaterl. Cultur für 1861. Breslau.
1868. GRUBE, E. Beschreibungen einiger . . . Anneliden und Gephyréen des Roten Meeres. Verh. Kais.-Königl. Zool.-bot. Ges. in Wien. Bd. 18. Wien.
- 1870: 1. GRUBE, E. Beschreibungen neuer oder wenig bekannter von Hrn. Ehrenberg gesammelter Anneliden des Rothen Meeres. Monatsber. königl. preuss. Akademie der Wiss. Jahrg. 1869. Berlin.
- 1870: 2. GRUBE, E. Bemerkungen über Anneliden des Pariser Museums. Arch. f. Naturg. Jahrg. 36. Berlin.
- 1878: 1. GRUBE, E. Anneliden Ausbeute der »Gazelle«. Monatsber. königl. preuss. Akademie der Wiss. Jahrg. 1877. Berlin.
- 1878: 2. GRUBE, E. Annulata Semperiana. Mem. l'Ak. St. Pétersbourg. Sér. 7. T. 25. St Pétersbourg.
1884. HASWELL, W. A. The marine Annelids of the Order *Serpulea*, some Observations on their anatomy with the Characteristics of the Australian Species. Proc. Linn. Soc. New South Wales. T. 9. Sydney.
1758. LINNAEUS, C. Systema Naturae. Editio Decima Holmiae.
1885. MARENZELLER, E. VON. Südjapanische Anneliden. II. *Ampharetea*, *Terebellacea*, *Sabellacea*, *Serpulacea*. Denkschr. Kais. Akad. der Wiss. Mat. Nat. Cl. Bd. 49. Wien.
1867. MALMGREN, A. J. Annulata polychaeta Spetsbergiae, Groenlandiae, Islandiae et Scandinaviae. Helsingfors.
1904. MOORE, J. P. *Sabellidae* und *Serpulidae* from Japan. Proc. Acad. Nat. Hist. T. 56. Philadelphia.
1863. MÖRCH, O. A. L. Revisio critica *Serpulidarum*. Naturhist. Tidskr. Tredie Raekke. Bd. 1. Kjöbenhavn.
1913. PIXELL, H. L. M. Polychaeta of the Indian Ocean together with some species from the Cape Verde Islands: The *Serpulidae* Trans. Linn. Soc. London. Ser. 2. Zoology. T. 16. London.
1865. QUATREFAGES, A. DE, Histoire naturelle des Annelés. T. 2. Paris.

14 JOHANSSON, DR. E. MJÖBERGS EXPEDITIONS TO AUSTRALIA. XX. SERPHULIMORPHE ANNELIDEN.

1817. SAVIGNY, J. C. Système des Annelides. Description de l'Égypt. Histoire naturelle. T. 1. Paris.
1800. SHAW, G. Descriptions of the *Mus bursarius* and *Tubularia magnifica*; from Drawings communicated by Major-General Th. Davies. Trans. Linn. Soc. v. 5. London.
1861. SCHMARDA, L. K. Neue wirbellose Tiere. Bd. I: 2. Leipzig.
1902. TREADWELL, A. L. The Polychaetous Annelids of Porto Rico. Bulletin of the U. S. Fish Commission for 1900. Washington.
1905. WILLEY, A. Report on the Polychaeta coll. by Prof. Herdman, at Ceylon, in 1902. Report to the Government of Ceylon on the Pearl Oyster Fisheries. London.
1916. BENHAM, W. B. Report on the Polychaeta. Part II. Biological Results of the Fishing Experiments carried on by the F. I. S. »Endeavour» 1909—14 v. 4. Sydney.

Tryckt den 31 oktober 1918.

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 58. N:o 8.

STÄRKE DER SONNENSTRAHLUNG IM MITTELSCHWEDISCHEN OSTSEEGBIET

IM JAHRE 1912

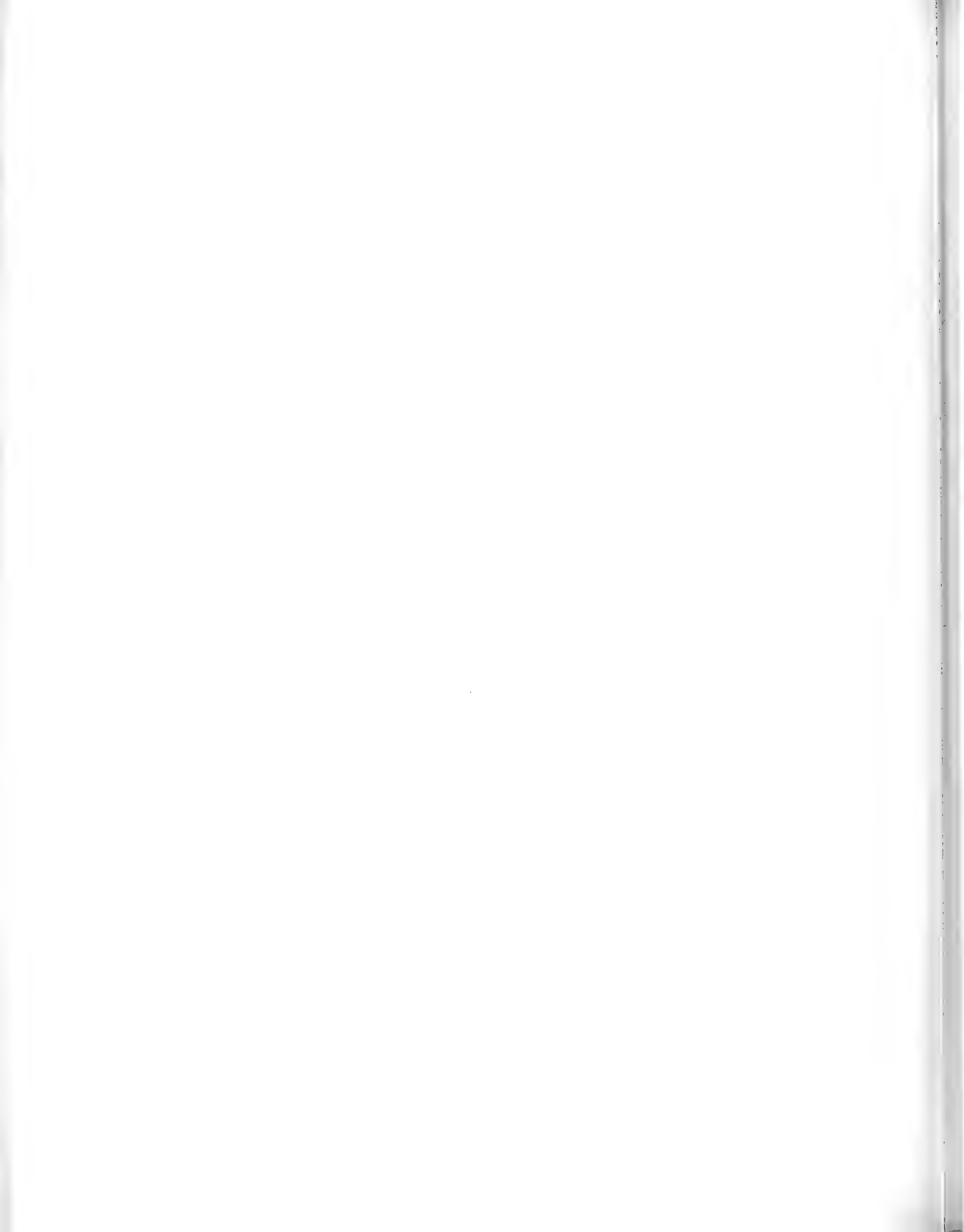
VON

J. WESTMAN

MITGETEILT AM 8. MAI 1918 DURCH H. E. HAMBERG UND N. EKHOLM



STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1918



1. Einleitung.

Die Messungen der Stärke der Sonnenstrahlung, die hier mitgeteilt werden, sind in Nyköping während der Monate Januar bis Juni und September bis Dezember 1912 und in Kullbo in der Zeit Juli bis August 1912 mit einem ÄNGSTRÖM'schen elektrischen Kompensationspyrheliometer gemacht worden. Die Stärke des kompensierenden elektrischen Stromes wurde mit einem Präzisionsampermeter von Siemens & Halske gemessen. Für die Bestimmung der Temperatur und der Feuchtigkeit der Luft habe ich von Mitte April ab ein Assmanns Psychrometer von Fuess benutzt.

Die Konstanten der Beobachtungsorte sind folgende:

Beobachtungsort	Nyköping	Kullbo
Nördliche Breite	58° 45'.4	58° 44'.6
Ostliche Länge von Greenwich	17° 1'.3	17° 27'.3
Meereshöhe	11 m	6 m
Entfernung vom nächsten offenen Meeresufer . . .	7 km	2 km
Entfernung von der äusseren Grenzlinie der Schären	30 km	12 km.

Beide Stationen liegen also im mittelschwedischen Küstenland an der Ostsee und zwar 25 km von einander entfernt. Freilich dürfte der Gehalt der Luft an festen Staubpartikeln über der Schärenstation Kullbo geringer sein als auf dem Festland über der Stadt Nyköping und wahrscheinlich auch die Verteilung des Wasserdampfes über beide Stationen etwas verschieden sein, aber der hierdurch verursachte Unterschied in der Absorption der Strahlungsenergie dürfte von sekundärer Bedeutung sein, so dass beide Stationen hinsichtlich der Stärke der totalen Sonnenstrahlung an der Erdoberfläche der Hauptsache nach als gleichwertig angesehen werden können.

Die Lage des Beobachtungsplatzes in Nyköping war insoweit ungünstig, als Messungen nicht vor 10 Uhr vormittags unternommen werden konnten und nachmittags bei niedrigem Sonnenstand teilweise durch umstehende Bäume verhindert wurden. Auch war ich oft durch meine amtliche Tätigkeit verhindert, die für Sonnenstrahlungsmessungen geeigneten Tage so vollständig auszunutzen, wie zu wünschen gewesen wäre. Die Serie der Messungen in der Tabelle 1 des Anhangs würde deswegen unter günstigeren Umständen etwas vollständiger und auf verschiedene Stundenwinkel der Sonne gleichförmiger verteilt gewesen sein.

Die Anschaffung der oben genannten Messinstrumente wurde dadurch ermöglicht, dass mir von der Königlichen Schwedischen Akademie der Wissenschaften in den Jahren 1912 und 1913 aus der WALLMARK'schen Stiftung Mittel für Messungen der Sonnenscheindauer und der Stärke der Sonnenstrahlung zugeteilt wurden, wie ich dies schon früher in ehrerbietigster Dankbarkeit erwähnt habe.¹

2. Die Konstanten und die Korrekturen der Messinstrumente.

Sämtliche hier mitgeteilte Messungen wurden mit dem ÅNGSTRÖM'schen Kompensationspyrheliometer Nr. 152 gemacht worden. Als Kontrollinstrument diente das Kompensationspyrheliometer Nr. 153. Beide Instrumente wurden von der Instrumentenfirma G. ROSE, Uppsala, im Januar 1912 geliefert. Betreffs der Theorie für das elektrische Kompensationspyrheliometer mag auf ÅNGSTRÖM'S Darstellung² verwiesen werden. Das Instrument ist nachher wiederholt in Berichten über Messungen der Sonnenstrahlung beschrieben worden. Die instrumentellen Anordnungen bei den hier vorliegenden Messungen sind in der Hauptsache dieselben gewesen wie bei meinen früheren Messungen der Stärke der Sonnenstrahlung in Treurenberg 1899—1900³ und in Uppsala 1901.⁴

Laut Prüfungsschein vom 11. Januar 1912 von Dr. F. LINDHOLM, dem damaligen Assistenten für Untersuchungen über Sonnenstrahlung am physikalischen Institut an der Universität Uppsala, beträgt die Breite der Pyrheliometerstreifen $b = 0.2058$ cm. Der elektrische Widerstand pro cm Länge der Streifen wurde $r = 0.2040$ Ohm für Nr. 152 und $r = 0.2066$ Ohm für Nr. 153 gefunden und für das Absorptionsvermögen a der Streifen wurde der Wert 98 Prozent der einfallenden Sonnenenergie angenommen. Wenn die Stärke der Strahlung mit Q und die Stärke in Amp. des kompensierenden Stromes mit i bezeichnet werden, hat man, unabhängig von der Temperatur der Pyrheliometerstreifen,

$$(1) \quad Q = k \cdot i^2 \frac{\text{Gramm-Kalorien}}{\text{Minute} \times \text{cm}^2}$$

wo somit $k = \frac{60 \cdot r}{4.19 \cdot ab}$ den Wert 14.49 für Nr. 152 und 14.67 für Nr. 153 annimmt.

Während der Messungen sind sechs Vergleichen zwischen den Angaben beider Instrumente angestellt worden. Mit Anwendung eben angegebener Konstantenwerte habe ich folgendes Resultat bekommen (Gramm-Kalorien pro Minute und cm^2).

¹ WESTMAN, J.: Sonnenscheindauer im mittelschwedischen Ostseegebiet 1911—1916 (K. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 57. N:o 9, 1917).

² ÅNGSTRÖM, K.: Über absolute Bestimmungen der Wärmestrahlung mit dem elektrischen Kompensationspyrheliometer (Ann. der Phys. und Chemie, Bd. 67, 1899).

³ WESTMAN, J.: Mesures de l'intensité de la radiation solaire faites en 1899 et en 1900 à la baie de Treurenberg, Spitzberg (Miss. Sc. pour la mesure d'un arc de méridien au Spitzberg, Stockholm 1903).

⁴ WESTMAN, J.: Mesures de l'intensité de la radiation solaire faites à Uppsala en 1901 (K. Sv. Vet. Akad. Handl., Bd. 42, N:o 4; comm. Déc. 1906).

Tag	1912				1913		Mittel
	April 3	April 14	Juni 7	Sept. 9	März 3	Juni 21	
Nr. 152	1.298	1.328	1.164	0.737	1.151	1.155	1.176
Nr. 153	1.322	1.337	1.182	0.772	1.156	1.172	1.192

Am 9. September war die Strahlung etwas variabel, weshalb die Werte von diesem Tag mit nur halbem Gewicht in dem Mittel enthalten sind. Man findet, dass Nr. 153 durchgehend höhere Werte liefert als Nr. 152. Der Mittelwert der Angaben beider Instrumente wird als der wahrscheinlichste angesehen, was $k = 14.59$ für Nr. 152 gibt. Dieser Wert der Konstante k ist bei der Reduktion meiner sämtlichen Messungen der Stärke der Sonnenstrahlung im Jahre 1912 angewandt worden.¹

Das Präcisionsampermeter Nr. 402857 von Siemens & Halske hat laut Prüfungsschein vom 31. Mai 1911 einen Gesamtwiderstand von 2 Ohm. Die Empfindlichkeit ist 0.0005 Amp. pro Skalenteil. Bei den Strahlungsmessungen wurde immer ein Nebenschluss von 1 Ohm Widerstand benutzt. Die Angaben des Instrumentes werden auch bei Verwendung des Nebenschlusses durch Temperaturänderungen nicht beeinflusst.

Am 18. September 1912 wurde das Ampermeter Nr. 402857 mit einem ähnlichen Nr. 197495 von Siemens & Halske verglichen. Wenn die Instrumente in demselben Stromkreis ohne Nebenschluss nach einander geschaltet waren, ergaben sich folgende gleichzeitige Ablesungen. Die Korrekturen der Prüfungsscheine sind angebracht worden.

Präc. Ampermeter Nr. 402857:	20.2	40.3	60.3	80.2	100.2
Nr. 197495:	20.0	40.0	60.0	80.0	100.0

Etwa den 1. Juli 1913 habe ich gelegentlich im physikalischen Institut in Uppsala das Ampermeter Nr. 402857 mit dazugehörendem Nebenschluss mit dem dort für die Sonnenstrahlungsmessungen benutzten Präcisionsampermeter verglichen und gute Übereinstimmung zwischen den Instrumenten gefunden.

Auf Grund dieser Vergleichen habe ich für Nr. 402857 die in dem Prüfungsschein angegebenen Korrekturen, die höchstens 0.2 Skalenteil betragen, benutzt.

Das Galvanometer nach d'ARSONVAL wurde ebenfalls von G. ROSE, Uppsala, geliefert.

3. Die Messungen der Stärke der Sonnenstrahlung.

Sämtliche Messungen der Stärke der Sonnenstrahlung in Nyköping und Kullbo während des Jahres 1912 sind in Tabelle I des Anhangs zusammengefasst. Die scheinbare Sonnenhöhe h ist berechnet worden. Meiner Meinung nach würde es ein erheblicher Vorteil sein, wenn ÅNGSTRÖMS Kompensationspyrheliometer mit Höhenkreis behufs direkter Ablesung der Sonnenhöhe versehen würde. Wo kein Chronometer

¹ Nachdem dies geschrieben war, hat Dr. F. LINDHOLM folgende komparative Messung in Uppsala zwischen Nr. 152 und dem Normalkompensationspyrheliometer Nr. 70 mir gütigst mitgeteilt. 1912, Januar 8: $Q = 0.8693$ nach Nr. 70 und $Q = 0.8627$ nach Nr. 152. Hieraus bekommt man $k = 14.60$, was mit meinem obigen Wert fast identisch ist.

vorhanden ist, würden dadurch die Fehler in den Zeitbestimmungen geringere Bedeutung haben, und es könnte ausserdem die mühsame Berechnung der Sonnenhöhen vermieden werden. Der Weg m der Sonnenstrahlung durch die Atmosphäre ist nach dem Ausdruck $m = \frac{H}{760} \cdot \epsilon$ berechnet, wo ϵ den Tabellen BEMFORADS entnommen ist, und H der Luftdruck, auf Normalschwere, Meereshöhe des Pyrheliometers und 0° reduziert, am Beobachtungsorte ist.¹ In meinen früheren Berichten über die

Tabelle 1. — Art der Beschreibung des Aussehens des Himmels bei den Sonnenstrahlungsmessungen in Nyköping und Kullbo im Jahre 1912 nebst Erklärung der Bedeutung der Ziffern in der Kolumne 8 der Tabelle I des Anhangs.

Ziffer	Erste Stelle (links)	Zweite Stelle	Dritte Stelle (rechts)
	Farbe des Himmels in der Nähe der Sonne	Farbe des Himmels im übrigen, wo niedere Wolken fehlen	Wolken in der Nähe der Sonne oder vor der Sonne
0	Notiz fehlt	Notiz fehlt	Wolkenfrei.
1	Tief blau. (Der Himmel aussergewöhnlich klar)	Tief blau. (Der Himmel aussergewöhnlich klar)	Ci in der Nähe der Sonne
2	Blau. (Der Himmel klar)	Blau. (Der Himmel klar)	Ci—S in der Nähe der Sonne
3	Spuren weisser Farbe	Spuren von Beschleierung des Himmels	Niedere Wolken in der Nähe der Sonne
4	Deutlich weisse Farbe	Der Himmel deutlich beschleiert	Die Strahlung scheint Ci passiert zu haben
5	Sehr weisse Farbe	Der Himmel beschleiert	Die Strahlung scheint Ci—S passiert zu haben
6	Milchweisse Farbe. (Atmosphärische Korona)		Unter Sonne beschleiert
7	Dichte atmosphärische Korona		Um die Sonne beschleiert

Messungen der Sonnenstrahlung in Treurenberg und Uppsala ist m nach ZENKERS Darstellung berechnet worden.² Der Betrag der Differenzen von m nach ZENKER und nach BEMFORAD bei verschiedener Sonnenhöhe geht aus folgender Zusammenstellung hervor:

Scheinbare Sonnenhöhe h	3°	5°	10°	20°	40°	60°	
Luftweg m nach ZENKER.	15.36	10.39	5.600	2.904	1.553	1.154	Atm.
» » » BEMFORAD	16.52	10.81	5.666	2.911	1.554	1.155	»

In der Tabelle 2, wo die Stärke Q_0 der Sonnenstrahlung als Funktion von m angegeben ist, sind die Q_0 -Werte für Uppsala 1901 auf m -Werte nach BEMFORAD reduziert worden.

Eine vollständige Messung der Sonnenstrahlung erfordert eine Zeit von 2 bis 3 Minuten. Unter günstigen Umständen kann eine Serie von fünf Messungen in zehn Minuten gemacht werden. In der Tabelle I des Anhangs sind in der Regel 2, 3, 4

¹ BEMFORAD, A.: Zur Theorie der Extinction des Lichtes in der Erdatmosphäre (Mitt. der Grossherz. Sternwarte zu Heidelberg, 1904).

² ZENKER, W.: Die Verteilung der Wärme auf der Erdoberfläche. Berlin 1888.

oder 5 aufeinanderfolgende Messungen zu einem Mittelwert Q zusammengeführt worden, wie aus den Kolonnen 5 und 7 der Tabelle zu ersehen ist. In der Kolonne 6 ist die Stärke Q_0 der Sonnenstrahlung auf mittlere Entfernung zwischen Erde und Sonne reduziert. In den Kolonnen 9—13 werden verschiedene meteorologische Elemente am Beobachtungsort zur Zeit jeder Messungsserie angegeben. Die Bewölkung, die Lufttemperatur, ebenso wie in der Regel die Richtung und Stärke des Windes sind von mir beobachtet worden. Der Luftdruck, auf Normalschwere, Meereshöhe des Pyrheliometers und 0° reduziert, wie auch vor dem 17. April 1912 die Feuchtigkeit der Luft sind dem Jahrbuch der Meteorologischen Zentralanstalt (Meteorologiska iakttagelser i Sverige 1912) entnommen worden. In Fällen, wo diese Beobachtungen für Nyköping fehlten, habe ich ihre Werte mit Hülfe der Beobachtungen in Stockholm und Wästervik geschätzt. Vom 17. April 1912 ab habe ich die Temperatur und die Feuchtigkeit der Luft mit ASSMANN'S Psychrometer gemessen.

Das Aussehen des Himmels wurde bei den Messungen beachtet und am Schluss jeder Serie beschrieben. Diese Beobachtungen sind in der Kolonne 8 der Tabelle I des Anhangs angegeben, wo die Ziffern die Bedeutung haben, die aus der Tabelle I hervorgeht. Die erste Ziffer gibt die Farbe des Himmels in der Nähe der Sonne an, die zweite Ziffer die Farbe des Himmels im übrigen, wo der Himmel wolkenfrei gewesen ist, und die dritte Ziffer das Vorkommen von Wolken in der Nähe oder vor der Sonnenscheibe. Die Stärke der Sonnenstrahlung an der Erdoberfläche steht in engem Zusammenhang mit der Farbe des Himmels, und zwar in der Weise, dass die Stärke der Strahlung geringer ist, je heller der Himmel ist. Mangels einer objektiven Messmethode habe ich mittels der genannten Schätzungen das Aussehen des Himmels festzustellen versucht.

4. Die Fehler der Messungen.

Die Konstante k in obiger Formel (1) wie auch die Angaben des Amperimeters sind von der Temperatur unabhängig. Der Indexfehler des Amperimeters war immer null. Die zufälligen Fehler in einem einzelnen Q -Wert ebenso wie in den Mittelwerten von Q in der Tabelle I des Anhangs sind daher auf Ablesungsfehler bei der Bestimmung der Stärke i des kompensierenden elektrischen Stromes zurückzuführen. Wo Störungen nicht vorhanden waren, müssen somit die zufälligen Fehler der Q -Werte der Tabelle I des Anhangs ganz unbeträchtlich sein.

Die systematischen Fehler in Q hängen von denjenigen der Grössen k und i ab. Von ihrer Grösse bekommt man daraus eine Vorstellung, dass die Differenz in den oben angegebenen Vergleichen zwischen den Pyrheliometern Nr. 152 und Nr. 153 etwa 1 Prozent des Mittelwertes beträgt. Die Unsicherheit des Wertes $a = 0.98$ des Absorptionskoeffizienten der Pyrheliometerstreifen dürfte dabei eine gewisse Bedeutung haben.

Aus einer Untersuchung über die Fehlerquellen der Pyrheliometermessungen in meinem Bericht über die Messungen der Stärke der Sonnenstrahlung in Uppsala 1901

Tabelle 2. — Die Stärke Q_0 der Sonnenstrahlung als Funktion vom durchlaufenen Luftweg m und vom atmosphärischen Wasserdampfdruck e am Beobachtungsorte.Gramm-Kalorien pro Minute und cm^2 .

Station	N y k ö p i n g						U p p s a l a			
	11 m						40 m			
	1912, Januar—Mai						1901 Winter	1901 Sommer		
Meereshöhe										
Periode										
e mm	2	3	4	6	9	12	3	6	9	12
m Atm.										
1.4 . . .	—	1.358	1.344	1.350	1.298	1.217	—	1.350	1.298	1.219
1.5 . . .	—	1.350	1.321	1.326	1.263	1.188	—	1.336	1.273	1.198
1.6 . . .	—	1.342	1.310	1.306	1.231	1.159	1.333	1.322	1.248	1.176
1.7 . . .	1.355	1.323	1.291	1.282	1.205	1.142	1.311	1.294	1.220	1.157
1.8 . . .	1.344	1.307	1.271	1.260	1.181	1.126	1.290	1.267	1.193	1.138
1.9 . . .	1.328	1.287	1.247	1.241	1.162	1.121	1.268	1.245	1.170	1.129
2.0 . . .	1.309	1.268	1.227	1.222	1.143	1.101	1.247	1.222	1.152	1.111
2.5 . . .	1.215	1.186	1.157	1.126	1.033	1.008	1.160	1.152	1.063	1.038
3.0 . . .	1.137	1.120	1.103	1.060	0.933	0.880	1.100	1.099	0.979	0.928
3.5 . . .	1.078	1.058	1.049	1.017	0.911	—	1.055	1.043	0.947	—
4.0 . . .	1.037	0.994	0.953	0.974	0.908	—	1.020	0.981	0.923	—
4.5 . . .	0.983	0.951	0.897	0.906	0.824	—	0.960	0.943	0.870	—
5.0 . . .	0.949	0.915	0.840	0.853	—	—	0.954	0.893	—	—
5.5 . . .	0.880	0.840	0.790	0.770	—	—	0.892	0.818	—	—
6.0 . . .	—	0.809	0.756	0.734	—	—	0.868	0.736	—	—
6.5 . . .	—	0.755	0.720	0.681	—	—	0.819	0.673	—	—
7.0 . . .	—	0.723	0.689	—	—	—	0.779	0.663	—	—
7.5 . . .	—	0.695	0.661	—	—	—	0.733	0.671	—	—
8.0 . . .	—	0.674	0.636	—	—	—	0.702	—	—	—
8.5 . . .	—	0.648	0.610	—	—	—	0.698	—	—	—
9.0 . . .	—	0.626	0.586	—	—	—	0.646	—	—	—
9.5 . . .	—	0.609	0.564	—	—	—	0.640	—	—	—
10.0 . . .	—	0.590	0.549	—	—	—	0.618	—	—	—
11.0 . . .	—	—	0.522	—	—	—	—	—	—	—
12.0 . . .	—	—	0.474	—	—	—	—	—	—	—
13.0 . . .	—	—	0.426	—	—	—	—	—	—	—
14.0 . . .	—	—	0.384	—	—	—	—	—	—	—

Luftweg m nach den Tabellen von Dr. A. BEMPORAD. Gruppe I: Februar 2, 3. Gruppe II: Januar 31 und April 2, 3, 14. Gruppe III: Februar 5, 16, April 29 und Mai 6, 18. Gruppe IV: März 28, 30, 31, April 22, 30 und Mai 8. Gruppe V: April 18, 19, 28, Mai 3, 16.

ging als obere Grenze des totalen Fehlers 1.5 Prozent hervor. Es ist kein Grund zu der Annahme vorhanden, dass der totale Fehler der Q -Werte der Tabelle I des Anhangs diese Grenze übersteigt. Eine theoretische Untersuchung von A. K. ÅNGSTRÖM¹

¹ ÅNGSTRÖM, A. K.: Das Ångström'sche Kompensationspyrheliometer und die pyrheliometrische Skala (Met. Zeitschr. 1914). Man vergleiche auch die komparativen Messungen von Marten (Ergebnisse der Beob. in Potsdam 1912, Berlin 1913).

hat ergeben, dass die Messungen mit dem ÅNGSTRÖM'schen Kompensationspyrheliometer 1.3 Prozent zu niedrig sind.

Bei windigem Wetter entstehen oft Störungen in den Messungen der Stärke der Sonnenstrahlung. Die Temperatur des Pyrheliometerrohres ändert sich ungleichförmig, oder es bilden sich Luftströmungen um die Pyrheliometerstreifen. Es besteht dann keine vollständige Temperatursymmetrie um die Streifen, wie bei der Herleitung der Formel (1) vorausgesetzt worden ist, was Fehler in den gemessenen Werten verursacht. Auch infolge vom Rauch der Stadt hat sich die Strahlung mitunter variabel gezeigt.

Die Zeitangaben sind mit einer guten Taschenuhr bestimmt worden. Die Korrekturen sind den wöchentlichen Zeitsignalen des Telegraphenamts entnommen. Nach Reduktion auf wahre Ortszeit ist die obere Grenze des Fehlers 1 Minute für die Messungen in Nyköping und 2 Minuten für diejenigen in Kullbo. In den meisten Fällen ist der Fehler viel geringer.

5. Ergebnisse.

1. Die Funktion $Q_0 = Q_0(m, e)$ und der Wert von $\frac{\partial Q_0}{\partial e}$ in der Zeit Januar—Mai 1912.

Die Messungen während der klarsten Tage der Monate Januar—Mai 1912 (Tabelle I des Anhangs) sind auf mittlere Entfernung zwischen Erde und Sonne reduziert und nach dem Wasserdampfdruck e in fünf Gruppen verteilt. Durch lineare Interpolation zwischen den Mittelwerten dieser Gruppen sind die Q_0 -Werte der Tabelle 2 hergeleitet. Des Vergleichs wegen werden auch die entsprechenden Werte aus Uppsala 1901 in der Tabelle 2 angegeben. Die Zusammensetzung der genannten Gruppen ist der Tabelle zugefügt.

Es ergibt sich, dass die Stärke der Sonnenstrahlung in Nyköping während der Monate Januar—Mai 1912 annähernd dieselbe war wie in Uppsala im Jahre 1901. Da indessen die Strahlung im Frühling im allgemeinen am stärksten ist, dürfte hieraus hervorgehen, dass die Strahlung während klarer Tage in Nyköping im Frühling 1912 im Durchschnitt etwas geringer war als in derselben Zeit 1901 in Uppsala.

Es geht weiter hervor, dass Q_0 ziemlich regelmässig abnimmt, wenn der atmosphärische Wasserdampfdruck e am Beobachtungsorte wächst. Nach einiger Ausgleichung der Q_0 -Werte in Tabelle 2 erhält man für $\frac{\partial Q_0}{\partial e}$ folgende Beträge in Gramm-Kalorien pro Minute, cm^2 und mm.

Luftweg m Atm.	Wasserdampfdruck e				
	3 mm	6 mm	9 mm	12 mm	Mittel
1.5	-0.018	-0.020	-0.023	-0.027	-0.022
2.0	-0.022	-0.022	-0.022	-0.022	-0.022
3.0	-0.018	-0.027	-0.029	-0.023	-0.024
4.0	-0.022	-0.022	-0.022	—	-0.022
Mittel	-0.020	-0.023	-0.024	-0.024	-0.023

Zwar ist die obige Variation von $\frac{\partial Q_0}{\partial e}$ unregelmässig, es ergibt sich jedoch, dass die Stärke der Sonnenstrahlung im Intervalle $1.5 \leq m \leq 4.0$ Atm. und $3 \leq e \leq 12$ mm für einen Zuwachs von 1 mm in e mit 0.023 Gramm-Kalorien pro Minute und cm^2 durchschnittlich abnimmt. Der entsprechende Betrag für Uppsala im Sommer 1901 var 0.025 (l. c., S. 26). GORCZYNSKY¹ hat für Warschau 0.016 (1901) und 0.026 (1902—1905) gefunden und hat aus meinen Messungen in Treurenberg 0.026 (September 1899) und 0.024 (1900) hergeleitet.

Der Wasserdampfdruck e am Beobachtungsorte bildet in jedem einzelnen Falle ein wahrscheinlich sehr ungenaues Mass für die Wasserdampfmenge, welche die Strahlung in der Erdatmosphäre zu durchlaufen hat. Es ergibt sich indessen eine gute Übereinstimmung zwischen den Beträgen von $\frac{\partial Q_0}{\partial e}$ für die Mittelwerte der Strahlung und des Dampfdrucks. Als Durchschnitt für die genannten vier Beobachtungsorte hat man $\frac{\partial Q_0}{\partial e} = -0.024$.

Für Uppsala haben sich annähernd $\frac{\partial^2 Q_0}{\partial e \partial m} = -0.002$ und $\frac{\partial^2 Q_0}{\partial e^2} = 0.001$ im Durchschnitt 1901 ergeben (l. c., S. 26). Aus den Messungen in Nyköping während der Monate Januar—Mai 1912 ergibt sich, dass diese Grössen ein paar Einheiten in der dritten Dezimalstelle nicht übersteigen können. Die Serie dieser Messungen ist indessen nicht hinreichend, um eine nähere Bestimmung der Beträge der zweiten Differentialquotienten daraus zu erlauben. Von anderen Orten liegt keine Bestimmung dieser Grössen vor.

Die empirische Formel

$$(2) \quad Q_0 = 1.65 \times 10^{-0.06688 m + 0.00152 m^2 - 0.023 (e - 6)} \frac{\text{Gramm-Kalorien}}{\text{Minute} \times \text{cm}^2}$$

widergibt annähernd die Stärke der Sonnenstrahlung, auf mittlere Entfernung zwischen Erde und Sonne reduziert, an heiteren Tagen in den Monaten Januar—Mai 1912 in Nyköping (Tabelle 2). Die Differenzen zwischen den gemessenen und den nach (2) berechneten Werten der Strahlung betragen kaum 2 Prozent der gemessenen Strahlung, was als eine überraschend gute Übereinstimmung zu betrachten ist. Man bemerke, dass die Tabelle 2 aus den Mittelwerten durch lineare Interpolation ohne jede Ausgleichung hervorgegangen ist. Die fraglichen Differenzen sind folgende:

¹ GORCZYNSKI, L.: Sur la marche annuelle de l'intensité du rayonnement solaire à Varsovie, pg. 116—119 (Ed. Bureau Mét., Varsovie 1906).

Luftweg <i>m</i> Atm.	Wasserdampfdruck <i>e</i>				
	3 mm	6 mm	9 mm	12 mm	Δ
1.5	-0.039	+0.006	+0.012	+0.006	0.016
2	-0.031	-0.008	-0.018	+0.019	0.019
3	-0.022	-0.013	-0.071	-0.055	0.040
4	-0.018	+0.031	+0.034	—	0.028
5	+0.012	+0.029	—	—	0.020
6	-0.003	-0.009	—	—	0.006
Δ	0.019	0.016	0.034	0.021	0.021

Die mittlere Abweichung Δ in den angegebenen Grenzen von *m* und *e* beträgt 0.021.

2. Zeit und Art des Hervortretens der anomalen Schwächung der Sonnenstrahlung im mittelschwedischen Ostseegebiet im Jahre 1912.

In der Tabelle II des Anhangs ist die gemessene Stärke *Q* der Sonnenstrahlung als Funktion von *m* und *e* für jeden Tag gegeben. Messungen von den Tagen, wo grössere zufällige Störungen, z. B. durch Bildung von Wolkenschleiern, vorgekommen sind, wurden in dieser Tabelle nicht aufgenommen. Der besseren Übersicht halber wurden die Messungen mit Hülfe der Tabelle 2 auf ganze Millimeter des Wasserdampfdruckes *e* reduziert. Durch diese im allgemeinen unbedeutenden Korrekturen sind keine nennenswerten Fehler in die Tabelle II des Anhangs eingeführt worden. Die Tabelle ist übrigens der Hauptsache nach durch lineare Interpolation aus der Tabelle I des Anhangs hergeleitet.

Es geht aus der Tabelle II hervor, dass eine deutliche Schwächung der Sonnenstrahlung am 4. Juli 1912 eingetreten war, dass diese Schwächung dann vertieft wurde und bis ans Ende des Jahres fortdauerte. In der Tat war die Stärke der Strahlung schon am 31. Mai und 7. und 10. Juni vermindert, aber die Schwächung war nicht grösser als oft in Folge zufälliger Absorption an heiteren Tagen der Fall sein kann.¹ Leider war ich verhindert, die klaren Tage zwischen dem 10. Juni und dem 4. Juli 1912 für Sonnenstrahlungsmessungen auszunutzen. Der Tag des Eintritts der anomalen Schwächung der Sonnenstrahlung im mittelschwedischen Ostseegebiet kann daher aus meinen Messungen der Stärke der Sonnenstrahlung nicht bestimmt werden. Am Potsdamer Observatorium ist die fragliche Verminderung der Strahlung zum erstenmal am 27. Juni bemerkt worden und die Registrierung der Sonnenscheindauer lässt erkennen, dass eine atmosphärische Trübung am Morgen des 24. Juni noch nicht vorhanden war.²

Eine schleierähnliche Bildung, die als ein heller Bezirk um die Sonne hervortrat, war die scheinbare Ursache der erwähnten Verminderung der Sonnenstrahlung. Die Ausdehnung dieses hellen Feldes wurde in einigen Fällen geschätzt, wie dies aus der Tabelle 3 hervorgeht. Für Davos hat DORNO eine etwas grössere Ausdehnung des

¹ MAURER, J., und DORNO, C.: Über den Verlauf und die geographische Verbreitung der atmosphärisch-optischen Störung 1912—1913 (Met. Zeitschr., 1914; man vergleiche meine Angaben für Härringe, S. 57).

² MARTEN, W.: Schwächung von Sonnenstrahlung und Sonnenscheindauer durch eine atmosphärische Trübung im Sommer 1912 (Met. Zeitschr., November 1912; man vergl. BILLVILLER, M. Z. 1913, S. 193, und SCHEDLER, M. Z. 1913, S. 108).

hellen Feldes angegeben.¹ In Tabelle 3 werden auch einige Angaben aus meinem Messungsprotokoll wiedergegeben, um die Art der Erscheinung zu beleuchten.

Das helle Feld wurde anfangs als ein Schleier von Ci—S aufgefasst, war aber nach aussen gut abgegrenzt und schien sehr homogen zu sein, weshalb die Erscheinung am 8. Juli als eine atmosphärische Korona bezeichnet wurde. Es schien aber eigen-

Tabelle 3. — Geschätzte Ausdehnung der atmosphärischen Korona im Jahre 1912.

Tag	Wahre Ortszeit	Horizontaler Radius		Vertikaler Radius	
		Links von der Sonne	Rechts von der Sonne	Oberhalb der Sonne	Von der Sonne bis zum Horizont
1912					
Sept. 2	2 ^h 0 ^m p.	35°	25°	10°	34°
3	2 55 p.	30	25	10	29
	4 31 p.	30	25	10	18
17	1 34 p.	25	30	8	31
Okt. 9	2 37 p.	5	5	5	18
<i>Notizen aus dem Messungsprotokoll über die atmosphärische Korona.</i>					
Juli 4	1 ^h 50 ^m p.	Die Sonne leuchtet durch dichte Ci—S.			
8	9 10 a.	Helle Korona um die Sonne.			
30	0 37 p.	Gestern Regen, heute klares Wetter. Steckt ein Fehler in den Messungen?			
Aug. 18	4 53 p.	Man kann einige Sekunden in die Sonne hineinschauen.			
	5 18 p.	» » 30	» » » »	»	»
	6 0 p.	» » unbehindert	» » » »	»	»
	6 39 p.	Noch volles Tageslicht bei sehr geringer Wärmestrahlung.			
Sept. 1	5 12 p.	Himmel innerhalb eines 20°-Feldes elfenbeinweiss.			
3	5 8 p.	Man bemerke die regelmässige tägliche Variation der Strahlung; dies deutet darauf hin, dass die Schwächung der Stärke der Sonnenstrahlung von Staub, aber nicht von Wasserdampf herrührt.			
17	2 25 p.	Die Sonne leuchtet durch den gewöhnlichen Staubschleier.			
19	4 36 p.	Die Sonne leuchtet durch den Schleier, der nicht von Wasserdampf herrühren kann, da die Strahlung eine so regelmässige Variation aufweist.			
Okt. 9	2 37 p.	Die Korona erscheint jetzt weniger dicht als im September und in den Sommermonaten. Ob das vom andauernden Regen kommt?			
Nov. 4	0 46 p.	Deutliche Korona dauert fort und erscheint sogar ganz dicht.			
6	1 14 p.	Helle Korona um die Sonne.			
16	0 30 p.	Ziemlich dichte Korona.			
29	0 28 p.	Korona um die Sonne wie gewöhnlich.			

tümlich, dass diese schleierähnliche Bildung eine so bedeutende, ausserdem allmählich zunehmende Schwächung der Sonnenstrahlung bewirken könnte, wie die im Juli der Fall war, was (30. Juli) zur Vermutung Anlass gab, dass die beobachtete Schwächung auf die Rechnung eines unbekanntem instrumentellen Fehlers zu schreiben wäre. Ein charakteristischer Zug der verminderten Sonnenstrahlung war ihre regelmässige täg-

¹ DORNO, C.: Ringerscheinungen um die Sonne während der Jahre 1912 bis 1917 und ihre Beziehung zur Sonnentätigkeit (Met. Zeitschr. 1917).

liche Variation an heiteren Tagen. Es konnte daher nicht angenommen werden, dass die Schwächung von Wasserdampf oder gewöhnlichen Wolkenbildungen verursacht wäre.¹ Ihre Variation von einem heiteren Tag zum andern erwies sich dagegen grösser als während der Monate Januar—Mai 1912 in Nyköping oder während meiner früheren Messungen (l. c.) in Treurenberg und Uppsala. Es lag dann nahe anzunehmen (3. September), dass die Schwächung der Sonnenstrahlung von Staub in der Erdatmosphäre verursacht wäre. Sie scheint zum erstenmal von JENSSEN² mit der Verunreinigung der Erdatmosphäre durch Asche von dem Ausbruch des Katmai-Vulkans in den Aleuten, Alaska, am 6. Juni 1912 in Zusammenhang gebracht worden zu sein.

3. Die Grösse der anomalen Schwächung der Sonnenstrahlung im mittelschwedischen Ostseegebiet im Jahre 1912.

Die in Tabelle II des Anhangs als Funktion von m und e angegebenen Werte der Stärke Q der Sonnenstrahlung sind auch von dem Erdbahnradius ρ abhängig. Um den Einfluss der Änderungen in e und ρ zu eliminieren, sind die Q -Werte auf $e = 6$ mm und auf Mittelentfernung ρ_0 reduziert und in Tabelle 4 zusammengestellt.

Beim Übergang von der Tabelle II des Anhangs zur Tabelle 4 ist Q zuerst auf Q_0 und dann mit Benutzung des Absorptionskoeffizienten $\frac{\partial Q_0}{\partial e} = -0.023$ für alle vorkommenden Kombinationen von m und e auf $e = 6$ mm reduziert worden. Für die Monate Januar—Mai ist diese Annahme der Hauptsache nach richtig, wenigstens für $m \leq 6$ Atm., wie oben (S. 9) dargelegt wurde, und für $m > 6$ Atm. dürfte jedenfalls der durch diese Reduktion eingeführte systematische Fehler hinreichend gering sein, um völlig vergleichbare Q -Werte für jedes m zu geben. Auch für die Monate Juli—Dezember 1912, wo die Atmosphäre mit einem neuen, die Sonnenstrahlung absorbierenden Element vermennt war, ist unabhängig vom m und e derselbe Wert des Absorptionskoeffizienten für die Reduktion auf $e = 6$ mm benutzt worden. Vorausgesetzt wird somit, dass die anomale Absorption unabhängig von der Absorption des Wasserdampfes sowie von der übrigen normalen atmosphärischen Absorption verläuft, was mangels Anhaltspunkte für eine nähere Klarstellung dieser Frage als eine erste Annäherung angenommen werden mag. In einigen wenigen Fällen ist Q_0 von einem m -Wert auf einen anderen reduziert worden. Zu diesem Zweck hat man nach (2) für $e = 6$ mm

$$(3) \quad \frac{\partial Q_0}{\partial m} = -Q_0(0.154 - 0.0070 m).$$

Die Normalwerte in der Tabelle 4 sind nach (2) berechnet.

Es ergibt sich aus der Tabelle 4, dass die Variation in Q_0 an einem und demselben klaren Tage auch in den Monaten Juli—Dezember 1912 gewöhnlich regelmässig

¹ HILDEBRANDSSON, H. H.: Atmosphärische Trübung in Schweden (Met. Zeitschr., September 1912).

² JENSSEN, CHR.: Über die grosse atmosphärisch-optische Störung von 1912 (Mitt. der Vereinigung von Freunden der Astr. und kosm. Physik, Dezember 1912; M. Z. 1913).

Tabelle 4. — Die Stärke Q_0 der Sonnenstrahlung auf mittlere Entfernung ρ_0 zwischen Erde und Sonne und auf den Wasserdampfdruck $e = 6$ mm reduziert.Gramm-Kalorien pro Minute und cm^2 .

Tag 1912		Durchlaufener Luftweg m nach BEMPORAD.												
		1.5	1.6	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	8.0	10.0
Normalwerte		1.320	1.301	1.265	1.230	1.148	1.073	1.005	0.943	0.886	0.834	0.743	0.602	0.502
Januar	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.839	—	—	—
Februar	2	—	—	—	—	—	—	—	0.932	—	—	—	—	—
	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5	—	—	—	—	—	—	—	0.912	0.873	0.835	0.757	0.628	0.528
	15	—	—	—	—	—	—	—	0.902	—	—	—	—	—
	16	—	—	—	—	—	1.022	0.947	0.872	—	—	—	—	—
März	1	—	—	—	—	1.056	0.871	—	—	—	—	—	—	—
	13	—	—	—	1.175	1.072	—	—	—	—	—	—	—	—
	14	—	—	—	1.053	0.907	0.853	0.789	0.723	0.681	0.621	0.555	0.438	0.303
	25	—	—	—	1.188	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	28	—	—	—	—	1.166	1.111	1.056	—	—	—	—	—	—
	30	—	—	1.206	1.189	1.092	1.020	0.959	—	—	—	—	—	—
	31	—	—	1.243	1.211	1.135	1.064	0.93	0.925	0.857	0.785	—	—	—
April	2	—	—	1.275	1.243	1.160	1.083	1.021	0.970	0.917	0.876	—	—	—
	3	—	—	1.213	1.173	1.085	1.008	0.954	0.924	0.861	0.810	—	—	—
	12	—	1.284	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13	—	—	1.198	1.168	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	14	—	1.283	1.252	1.210	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	16	—	1.258	1.148	—	—	—	0.822	—	—	—	—	—	—
	18	1.243	1.223	1.183	1.143	1.056	1.007	0.942	—	—	—	—	—	—
	19	1.318	1.291	1.237	1.200	1.098	1.004	0.909	—	—	—	—	—	—
	21	—	1.231	1.186	1.162	1.062	0.980	0.882	—	—	—	—	—	—
	22	—	—	—	1.229	1.148	1.067	1.004	—	—	—	—	—	—
	24	—	—	—	—	—	—	0.930	—	—	—	—	—	—
	28	—	—	—	1.217	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.688	0.584	0.491
	30	1.307	1.290	1.244	1.189	1.105	1.040	0.944	0.884	0.825	0.759	0.697	0.576	—
Mai	3	—	—	—	—	—	—	1.018	—	—	—	—	—	—
	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.784	0.700	0.574	0.516
	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.456
	8	1.274	1.253	1.201	1.149	1.054	0.964	0.872	—	—	—	—	—	—
	16	1.358	1.345	1.310	1.273	1.188	1.117	1.053	1.003	0.951	0.904	0.811	—	—
	18	1.321	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	31	—	—	—	—	1.089	0.983	0.911	—	—	—	—	—	—
Juni	5	1.178	1.163	1.124	1.104	0.947	0.796	0.683	0.598	0.539	0.494	—	—	—
	7	1.240	1.197	1.120	1.065	0.930	—	—	—	—	—	—	—	—
	10	1.288	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Juli	4	1.063	1.037	0.982	0.921	0.762	—	—	—	—	—	—	—	—
	5	1.147	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	6	1.129	1.126	1.057	1.010	0.861	0.781	0.690	0.634	0.579	0.524	0.441	0.357	—
	7	1.117	1.094	1.037	0.979	—	—	—	—	—	—	—	0.372	0.328

Tag 1912		Durchlaufener Luftweg <i>m</i> nach BEMPORAD												
		1.5	1.6	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	8.0	10.0
Normalwerte		1.320	1.301	1.265	1.230	1.148	1.073	1.005	0.943	0.886	0.834	0.743	0.602	0.502
Juli	8	1.145	1.069	1.025	0.966	0.829	0.730	0.653	0.580	0.518	0.481	0.406	0.275	0.247
	12	0.836	0.798	0.723	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13	—	—	—	—	—	0.557	—	—	—	—	—	—	—
	19	0.749	0.724	0.671	0.624	0.548	0.473	—	—	—	—	—	—	—
	20	0.774	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	21	0.645	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	22	0.800	0.760	0.678	0.598	0.487	0.385	—	—	—	—	—	—	—
	23	0.730	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	28	0.889	0.864	0.815	0.766	0.642	—	—	—	—	—	—	—	—
August	5	0.682	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	18	—	—	0.796	0.720	0.587	0.510	0.436	0.396	0.357	0.318	0.257	0.191	0.172
September	1	—	—	—	—	—	0.523	0.438	0.356	—	—	—	—	—
	2	—	—	0.627	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3	—	0.753	0.697	0.610	0.498	0.417	0.344	0.278	—	—	—	—	—
	7	—	—	—	—	—	—	0.287	—	—	—	—	—	—
	11	—	—	—	—	0.568	0.510	0.452	—	—	—	—	—	—
	12	—	—	—	—	—	—	—	0.404	0.313	0.222	—	—	—
	15	—	—	—	—	0.446	0.367	0.277	0.252	0.221	0.186	—	—	—
	17	—	—	—	0.605	0.448	—	—	—	—	—	—	—	—
	19	—	—	—	—	—	—	—	—	0.190	—	—	—	—
	20	—	—	—	0.891	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	21	—	—	—	0.867	0.764	0.661	0.559	—	—	—	—	—	—
	24	—	—	—	—	0.511	0.449	0.387	0.339	0.294	0.249	—	—	—
	25	—	—	—	0.744	0.647	0.551	—	—	—	—	—	—	—
	26	—	—	—	0.783	0.635	—	—	—	—	—	—	—	—
	27	—	—	—	—	—	—	—	0.441	0.319	—	—	—	—
28	—	—	—	—	0.748	0.641	0.551	0.488	0.425	0.362	0.289	0.186	0.111	
29	—	—	—	—	—	0.646	0.557	0.505	0.453	0.401	0.323	—	—	
Oktober	3	—	—	—	—	0.344	—	—	—	—	—	—	—	—
	9	—	—	—	—	—	—	0.599	0.544	0.493	0.453	0.373	—	—
	12	—	—	—	—	—	0.612	0.570	0.496	—	—	—	—	—
November	1	—	—	—	—	—	—	0.435	0.400	0.371	0.340	0.280	0.158	—
	4	—	—	—	—	—	—	—	0.350	0.269	0.194	—	—	—
	5	—	—	—	—	—	—	—	—	0.325	0.263	0.194	0.114	0.051
	6	—	—	—	—	—	—	—	—	0.537	0.502	0.433	0.296	0.179
	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.506	0.446	0.320	0.194
	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.326	0.245	—
	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.327	—	—
	Dezember	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.273	—

war, dass aber die Variation in Q_0 von einem klaren Tage zum anderen im späteren Halbjahre 1912 beträchtlich grösser als im früheren war, wie dies bei den Messungen direkt wahrgenommen wurde.

Die Schwächung der Strahlung ist aus der Tabelle 5 ersichtlich. Es ergibt sich, dass die anomale Absorption von Anfang Juli ab zuerst sehr rasch, dann langsamer zunahm, und dass ihr Maximum auf die erste Hälfte vom September 1912 zu fallen scheint, wo die Stärke der Strahlung für $m \leq 4$ Atm. auf rund (58—4.5 m) Prozent der normalen herabgesetzt war. An einzelnen Tagen nach dieser Zeit wurde die Strahlung erheblich stärker gefunden, aber im Durchschnitt blieb der Zuwachs der Stärke der Sonnenstrahlung bis Ende Dezember 1912 ziemlich gering.

Für Warschau hat GORCZYNSKY eine geringere Absorption gefunden.¹ Ihr Maximum fiel ebenso wie in Nyköping auf September 1912, wo die Sonnenstrahlung 67 Prozent der normalen betrug. DORNO gibt an, dass die Stärke der Sonnenstrahlung in Davos Mitte September 1912 auf die Hälfte der normalen herabgedrückt war.²

Tabelle 5. — Die Schwächung der Sonnenstrahlung im Jahre 1912. Die Strahlung ist auf mittlere Entfernung zwischen Erde und Sonne und auf 6 mm Wasserdampfdruck reduziert.

Gramm-Kalorien pro Minute und cm^2 .

Periode	Durchlaufener Luftweg m				
	1.5	2	3	4	5
Normalwerte Januar—Mai . . .	1.320	1.230	1.073	0.943	0.834
Juli 6, 7, 8	1.130	0.985	0.755	0.607	0.502
Juli 19, 22, 28	0.813	0.663	0.473	—	—
August 18	—	0.720	0.510	0.396	0.318
September 3, 11, 12	—	0.610	0.463	0.381	0.222
September 28, 29	—	—	0.644	0.497	0.382
Oktober 9, 12	—	—	0.612	0.520	—
November 6, 16	—	—	—	—	0.504
Dezember 23	—	—	—	—	(0.444)

4. Maxima der Stärke der Sonnenstrahlung im Tieflande.

Die Sonnenstrahlung war in Nyköping besonders stark am 2. April und am 16. Mai 1912, wo im Maximum 1.391 bzw. 1.344 Gramm-Kalorien pro Minute und cm^2 gemessen wurde. Jener Wert dürfte unter den allergrössten sämtlicher für das Tiefland bisher veröffentlichten Messungen mit ÅNGSTRÖM'S Kompensationspyrheliometer sein. Am erstgenannten Tag war der Himmel aussergewöhnlich klar und schleierfrei, der Wasserdampfdruck gering (Tabelle I des Anhangs) und der Boden schneebedeckt; ausserdem war die Atmosphäre während der beiden nächstvorangehenden Tage auf einem weiten Gebiet um Nyköping durch Niederschlag gereinigt. Auch der 16. Mai war ein ungewöhnlich klarer Tag.

¹ GORCZYNSKI, L.: Sur les dépressions en 1912 et 1903 dans les valeurs de l'intensité du rayonnement solaire (Comptes Rend. Soc. Sc. de Varsovie, 1914).

² DORNO, C.: Über den Einfluss der gegenwärtigen atmosphärischen Störung etc. (Met. Zeitschr., Oktober 1912).

In der Tabelle 6 werden jene Werte mit den Maxima der Sonnenstrahlung von verschiedenen Breiten zusammengestellt. Für Uppsala habe ich die von ÅNGSTRÖM angegebenen Werte für die besonders klaren Tage den 15. August 1896, den 5. März 1899 und den 24. März 1900 ebenso wie des Vergleichs wegen meine eigenen Werte

Tabelle 6. — Die Maxima der Stärke der Sonnenstrahlung an verschiedenen Orten nach den Messungen mit dem ÅNGSTRÖM'schen elektrischen Kompensationspyrheliometer.

Gramm-Kalorien pro Minute und cm².

Beobachtungsort	Nördliche Breite φ	Tag	Beobachtet			Reduziert auf		Note
			Luftweg	Wasserdampfdruck	Stärke der Strahlung	$m = 1.5$	$m = 1.5$ $e = 6.0$ $\rho = \rho_0$	
			m	e	Q	Q	Q_0	
			Atm.	mm				
Nyköping	58° 45'	1912, April 2	1.693	1.7	1.391	1.427	1.328	—
		» 2	1.832	1.5	1.381	1.442	1.337	—
		Mai 16	1.354	5.9	1.344	1.316	1.345	—
		» 16	1.619	5.4	1.313	1.339	1.352	—
Uppsala	59 51	1896, Aug. 13	1.454	6.7	1.321	1.312	1.363	¹
		1899, März 5	2.493	1.5	1.295	1.465	1.362	¹
		1900, » 24	1.917	3.3	1.320	1.398	1.327	²
		1901, April 19	1.531	3.4	1.355	1.360	1.314	³
		Juli 3	1.249	5.7	1.352	1.303	1.342	⁸
Washington	38° 54'	1907, April 2	1.500	2.5*	(1.370)	1.370	(1.290)	⁴
Modena	44 39	1902, Juli 26	1.102	8.8	1.370	1.294	1.378	⁵
Warschau	52 13	1902, Sept. 30	1.579	4.0	1.349	1.359	1.352	⁶
Nyköping	58 45	1912, April 2	1.693	1.7	1.391	1.427	1.328	—
Pawlowsk	59 41	1911 —	—	—	1.40	—	—	⁷
		1907, März 27	1.636**	3.6	1.38	1.405	1.345	⁷
Uppsala	59 51	1901, April 19	1.531	3.4	1.355	1.360	1.314	³
Treurenberg	79 55	1900, Juli 3	1.848	3.0	1.282	1.346	1.322	⁸

* Nach dem Report on the New York Met. Obs. und Washington Weather Map geschätzt.

** Etwas unsicher.

¹ ÅNGSTRÖM, K.: Intensité de la radiation solaire (Nova Acta Reg. Soc. Ups., Uppsala 1900, p. 29, 30).

² ÅNGSTRÖM, K.: Über die Bedeutung des Wasserdampfes und der Kohlensäure bei der Absorption der Erdatmosphäre (Ann. der Physik, IV, Bd. 3, 1900).

³ WESTMAN, J.: Mesures de l'intensité de la radiation solaire faites à Uppsala en 1901 (K. Sv. Vet. Akad. Handl., Bd. 42, N:o 4 [Comm. 1906], 1907).

⁴ KIMBALL, H.: Solar radiation (Bull. Mount Weather Observatory, 1910, p. 87).

⁵ CHISTONI, C.: Risultati pireliometrici (Rend. dei Lincei, 1910, p. 79).

⁶ GORCZYNSKI, L.: Sur la marche annuelle de l'intensité du rayonnement solaire à Varsovie (Bureau mét. de Varsovie, 1906, p. 116—119).

⁷ SAVINOW, S. J.: Die maximalen Werte der Sonnenstrahlung seit 1892 nach Beobachtungen in Pawlowsk. Die Verminderung der Intensität in der zweiten Hälfte von 1912 (Bull. Acad. Imp. des Sc. de St. Pétersbourg 1913. Vergl. Met. Zeitschr., 1913).

⁸ WESTMAN, J.: Mesures de l'intensité de la radiation solaire faites en 1899 et en 1900 à la baie de Treurenberg, Spitzberg (Miss. Sc. pour la mesure d'un arc de méridien au Spitzberg, Stockholm 1903).

von 1901 angeführt. Sämtliche gemessene Maxima der Stärke der Sonnenstrahlung in der Tabelle 6 sind mit Hülfe von (2) teils auf $m = 1.5$ Atm. und teils auf $m = 1.5$ Atm., $e = 6.0$ mm und auf mittlere Entfernung $\rho = \rho_0$ zwischen Erde und Sonne reduziert worden, wie aus der Tabelle 6 hervorgeht.

Man findet, dass die gemessenen Maxima für die angegebenen Beobachtungs-orte (ausser Washington) sich höchstens ± 4 Prozent von ihrem Mittelwert entfernen, während die Differenz vom Mittelwert der auf $m = 1.5$ Atm., $e = 6.0$ mm und $\rho = \rho_0$ reduzierten Maxima nur ± 2 Prozent beträgt. Dies muss als eine sehr befriedigende Übereinstimmung angesehen werden, besonders da die systematischen Fehler der benutzten Pyrheliometer nicht ganz ohne Bedeutung sein dürften, und ausserdem die angegebenen Werte des Wasserdampfdruckes e nicht nach einer einheitlichen, gut definierten Methode gemessen sind. Wäre dies der Fall gewesen, würde die Übereinstimmung zwischen den reduzierten Maxima der Stärke der Sonnenstrahlung in den genannten Breiten wahrscheinlich noch besser ausgefallen sein. Es mag hervorgehoben werden, dass es notwendig ist, den Messungen der Stärke der Sonnenstrahlung genaue Angaben der meteorologischen Elemente beizufügen. Die gemessene Stärke der Strahlung als Funktion vom durchlaufenen Luftweg m ohne Berücksichtigung des Wasserdampfdruckes e auszudrücken, ist nicht genügend.

Es ergibt sich ferner, dass die Formel (2), die aus den Messungen in Nyköping an klaren Tagen während der Monate Januar—Mai 1912 hergeleitet ist, eine gewissermassen allgemeine Gültigkeit, wenigstens für niedrige m -Werte in den Grenzen $44^\circ < \varphi < 80^\circ$, haben dürfte. Für die Stärke der Sonnenstrahlung an den allerklarsten Tagen, wo die Atmosphäre von Schleiern aus Wolken und Staub möglichst frei ist, erhält man nach (2) und der Tabelle 6

$$(4) \quad Q = \frac{5}{3} \cdot \left(\frac{\rho_0}{\rho}\right)^2 \times 10^{-0.06688 m + 0.00152 m^2 - 0.023 (e - 6)}$$

Gramm-Kalorien pro Minute und cm^2 innerhalb wahrscheinlich recht weiter Grenzen von φ , m und e . Die in Warschau, Nyköping, Uppsala und Treurenberg gefundenen Maxima werden sehr befriedigend von der empirischen Formel (4) wiedergegeben, die Maxima von Modena und Washington mit einem Fehler von 4 bzw. 3 Prozent.

ANHANG

TABELLEN I—III

Tabelle I. — Messungen der Stärke der Sonnenstrahlung in Nyköping und in Kullbo im Jahre 1912.

Nyköping: $\left\{ \begin{array}{l} \varphi = 58^{\circ} 45'.4 \text{ N}; \lambda = 17^{\circ} 1'.3 \text{ E von Greenwich} \\ \text{Januar—Juni, September—Dezember.} \end{array} \right.$
 Kullbo: $\left\{ \begin{array}{l} \varphi = 58^{\circ} 44'.6 \text{ N}; \lambda = 17^{\circ} 27'.3 \text{ E von Greenwich} \\ \text{Juli—August.} \end{array} \right.$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Tag	Wahre Ortszeit	Scheinbare Sonnenhöhe h	Durchlaufener Luftweg m nach BEMFORAD	Stärke Q der Sonnenstrahlung	Stärke Q_0 auf mittlere Entfernung reduziert	Anzahl der Messungen	Aussehen des Himmels	Bewölkung	Luftdruck	Lufttemperatur	Luftfeuchtigkeit	Wind Beaufort 0—6	
1912				Gramm.-Kal.	Gramm.-Kal.				mm	Cels.	mm %		
Januar 31	2 ^h 4 ^m p.	9° 54	5.703	0.886	0.861	2	000	S—Cu	3	740.8	— 7° 0	2.3 83	N 3
Februar 1	1 9 p.	12 .60	4.388	0.421	0.409	3	005	Ci—S	3	40.4	— 13 .4	1.2 72	N 4
	2 0 31 p.	13 .92	4.013	1.080	1.049	3	001	S—Cu, Ci	0	44.5	— 15 .6	0.9 68	N 5
	3 1 42 p.	11 .65	4.768	0.990	0.962	2	033	S—Cu	2	47.0	— 13 .5	1.0 69	N 3
	1 49 p.	11 .27	4.894	0.824	0.801	2	033	S—Cu	2	47.0	— 13 .5	1.0 69	N 3
	1 53 p.	11 .03	5.003	0.914	0.888	1	033	S—Cu	2	47.0	— 13 .5	1.0 69	N 3
	4 9 59 a.	10 .77	5.125	0.393	0.382	1	004	Ci—S, Ci	7	45.5	— 8 .0	1.9 85	W 1
	1 41 p.	11 .97	4.640	0.747	0.726	3	005	Ci—S	5	45.9	— 5 .0	2.8 91	NW 1
	2 17 p.	9 .76	5.621	0.428	0.416	3	005	Ci—S	5	45.9	— 5 .0	2.8 86	NW 1
	5 10 36 a.	13 .09	4.292	0.962	0.936	5	210	S—Cu	0	51.0	— 3 .0	3.3 92	W 2
	11 41 a.	14 .94	3.785	1.026	0.998	5	310	S—Cu	0	51.2	— 2 .0	3.4 93	W 2
	2 48 p.	7 .65	7.088	0.750	0.729	3	210	S—Cu	0	52.5	— 3 .0	3.7 93	W 2
	3 30 p.	3 .90	12.567	0.472	0.459	1	210	S—Cu	0	52.9	— 3 .0	3.6 92	W 2
	3 34 p.	3 .52	13.578	0.416	0.405	1	210	S—Cu	0	52.9	— 3 .0	3.6 92	W 2
	3 37 p.	3 .24	14.432	0.393	0.382	1	210	S—Cu	0	52.9	— 3 .0	3.6 92	W 2
	6 10 44 a.	13 .73	4.126	0.727	0.707	3	000	Ci	0	56.2	— 8 .0	1.9 78	<i>ESE 1</i>
	0 19 p.	15 .27	3.734	0.618	0.601	3	005	Ci—S	1	56.3	— 6 .0	2.3 83	<i>ESE 1</i>
	15 0 7 p.	18 .22	3.175	0.956	0.933	4	000	Ci—Cu, Ci	0	60.7	— 2 .0	3.5 85	<i>NNW 1</i>
	1 41 p.	15 .88	3.725	1.032	1.007	2	200	Ci—Cu	0	60.4	— 1 .0	4.2 89	<i>NNW 1</i>
	1 45 p.	15 .16	3.780	1.006	0.982	3	200	Ci—Cu	0	60.4	— 1 .0	4.2 89	<i>NNW 1</i>
	16 9 59 a.	14 .44	3.980	0.975	0.952	1	303	Ci, S	0	64.5	— 5 .0	2.8 86	<i>WNW 1</i>
	10 48 a.	17 .08	3.393	1.061	1.036	5	302	Ci—Cu, Ci—S	0	64.5	— 5 .0	2.9 87	<i>WNW 1</i>
	11 28 a.	18 .28	3.181	1.090	1.064	5	302	Ci—S, Ci	1	64.5	— 5 .0	3.0 88	<i>WNW 1</i>
	2 6 p.	14 .17	4.051	0.905	0.884	2	402	A—S, Ci—S	3	64.5	— 2 .2	5.0 93	W 1
März 1	11 12 a.	22 .94	2.536	1.037	1.019	2	300	Cu, A—Cu, Ci	1	54.6	— 7 .0	5.6 —	<i>SSE 1</i>
	11 17 a.	23 .08	2.523	1.078	1.059	2	300	Cu, Ci	1	54.6	— 7 .0	5.6 —	<i>SSE 1</i>
	11 22 a.	23 .20	2.511	1.102	1.083	2	300	Cu, Ci	1	54.6	— 7 .0	5.6 —	<i>SSE 1</i>
	1 57 p.	19 .65	2.934	0.954	0.937	3	406		0	54.8	— 8 .2	5.3 —	<i>SSE 1</i>
	2 15 p.	18 .38	3.124	0.826	0.812	3	406		0	54.8	— 8 .2	5.3 —	<i>SSE 1</i>
	13 0 48 p.	27 .57	2.177	1.227	1.213	5	200	Cu	2	68.4	— 1 .0	2.7 —	NW 1
	1 40 p.	25 .22	2.362	1.184	1.171	5	200		0	68.1	— 1 .0	2.7 —	NW 1
	2 25 p.	22 .01	2.681	1.140	1.127	3	400		*0	67.9	— 1 .0	2.7 —	NW 1
	14 0 2 p.	28 .70	2.095	1.098	1.086	3	540		*0	67.0	+ 3 .0	3.1 —	SE 1
	0 8 p.	28 .68	2.096	1.095	1.083	3	540		*0	67.0	+ 3 .0	3.1 —	SE 1
	1 41 p.	25 .54	2.332	1.004	0.993	3	540		*0	67.0	+ 3 .0	3.1 —	SE 1

Geschätzte Werte sind kursiv gedruckt.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
März	14	1 ⁴⁶ p.	25° 23	2.357	1.000	0.989	2	540		*0	767.0	+ 3° 0	3.1 —	SE	1	
		1 56 p.	24 57	2.417	0.991	0.981	1	540		*0	67.0	+ 3 0	3.1 —	SE	1	
		2 48 p.	20 36	2.881	0.950	0.940	3	540		*0	67.0	+ 2 5	3.0 —	SE	1	
		2 53 p.	19 90	2.945	0.935	0.925	2	540		*0	67.1	+ 2 5	3.0 —	SE	1	
		3 46 p.	14 45	3.990	0.795	0.787	3	430		*0	67.2	+ 2 0	3.1 —	SE	1	
		3 53 p.	13 67	4.201	0.775	0.766	2	430		*0	67.2	+ 2 0	3.1 —	SE	1	
		4 18 p.	10 79	5.261	0.664	0.657	3	430		*0	67.3	+ 1 7	3.1 —	SE	1	
		4 23 p.	10 19	5.551	0.649	0.642	3	430		*0	67.3	+ 1 7	3.1 —	SE	1	
		4 43 p.	7 78	7.123	0.569	0.563	2	430		*0	67.3	+ 1 0	3.2 —	SE	1	
		5 3 p.	5 34	9.923	0.377	0.373	3	430		*0	67.4	+ 1 0	3.2 —	SE	1	
		25	9 34 a.	25 84	2.284	1.203	1.198	2	220	Fr—Cu, Ci	0	58.9	+ 0 6	4.4 —	NW	1
			9 38 a.	26 64	2.220	1.215	1.210	3	220	Fr—Cu, Ci	0	58.9	+ 0 6	4.4 —	NW	1
		28	2 54 p.	24 89	2.310	1.253	1.249	2	400	Fr—Cu, Ci	7	42.2	+ 9 0	3.8 —	NW	4
			3 3 p.	24 00	2.389	1.223	1.220	1	400	Fr—Cu, Ci	7	42.2	+ 9 0	3.8 —	NW	4
			4 8 p.	16 79	3.348	1.126	1.123	1	400	Fr—Cu, Ci	7	42.3	+ 8 0	3.8 —	NW	4
		30	1 12 p.	33 26	1.776	1.292	1.290	2	210	Cu	8	41.7	+ 8 0	3.7 —	N	1
			1 19 p.	32 90	1.792	1.264	1.262	2	210	Cu	8	41.7	+ 8 0	3.7 —	N	1
			1 30 p.	32 30	1.821	1.295	1.293	2	210	Cu	8	41.7	+ 8 0	3.7 —	N	1
			1 59 p.	30 38	1.925	1.259	1.257	2	210	Cu	6	41.6	+ 8 0	3.6 —	N	1
			2 8 p.	29 70	1.964	1.260	1.258	2	210	Cu	6	41.6	+ 8 0	3.6 —	N	1
			3 34 p.	21 40	2.658	1.116	1.114	2	500	Cu, Ci	7	41.7	+ 7 5	3.7 —	N	1
			4 17 p.	16 40	3.421	1.021	1.019	3	500	Cu, Ci	4	41.8	+ 7 0	3.8 —	N	1
		31	9 52 a.	29 99	1.970	1.268	1.266	3	110	Cu	0	50.3	+ 5 0	3.8 —	NE	1
			10 6 a.	31 05	1.910	1.281	1.279	3	110	Cu	0	50.4	+ 5 0	3.8 —	NE	1
			10 46 a.	33 50	1.786	1.302	1.300	3	220	Cu	1	50.6	+ 5 0	3.8 —	NE	1
			10 59 a.	34 09	1.758	1.312	1.310	3	220	Cu	1	50.7	+ 5 0	3.8 —	NE	1
			11 51 a.	35 34	1.705	1.284	1.282	2	220	Cu	4	50.9	+ 6 0	3.8 —	ESE	1
			0 2 p.	35 37	1.704	1.312	1.310	2	220	Cu	4	51.0	+ 6 0	3.8 —	ESE	1
			2 53 p.	26 05	2.245	1.223	1.222	3	220	Cu	3	51.6	+ 4 0	3.9 —	ESE	1
			2 59 p.	25 46	2.291	1.213	1.212	2	220	Cu	3	51.6	+ 4 0	3.9 —	ESE	1
		3 13 p.	24 02	2.418	1.193	1.192	1	220	Cu	1	51.6	+ 2 0	3.9 —	ESE	1	
		3 28 p.	22 40	2.581	1.173	1.172	1	220	Cu	1	51.5	+ 2 0	3.9 —	ESE	1	
		4 25 p.	15 76	3.599	1.029	1.028	2	220	Cu	1	51.4	+ 2 0	3.9 —	ESE	1	
		4 37 p.	14 28	3.953	0.983	0.982	2	220	Cu	1	51.4	+ 2 0	3.9 —	ESE	1	
		4 59 p.	11 53	4.843	0.855	0.854	3	220	Cu	1	51.4	+ 2 0	4.0 —	ESE	1	
April	2	11 37 a.	35 96	1.700	1.377	1.377	2	110		*0	59.8	- 1 0	1.7 —	N	2	
		11 44 a.	36 06	1.696	1.378	1.378	3	110		*0	59.8	- 1 0	1.7 —	N	2	
		0 3 p.	36 14	1.692	1.389	1.389	3	110		*0	60.0	- 1 0	1.7 —	N	2	
		0 7 p.	36 13	1.693	1.393	1.393	2	110		*0	60.0	- 1 0	1.7 —	N	2	
		1 33 p.	33 25	1.821	1.380	1.380	3	110		*0	60.7	- 0 5	1.5 —	N	2	
		1 40 p.	32 81	1.843	1.382	1.382	2	110		*0	60.8	- 0 5	1.5 —	N	2	
		3 33 p.	22 54	2.601	1.242	1.242	3	110		*0	61.7	0 0	1.5 —	N	2	
		3 47 p.	20 94	2.786	1.206	1.206	3	110		*0	61.8	0 0	1.5 —	N	2	
		4 12 p.	18 00	3.219	1.157	1.157	2	110		*0	62.1	- 0 2	1.5 —	N	2	
		4 17 p.	17 41	3.325	1.144	1.144	3	110		*0	62.1	- 0 2	1.5 —	N	2	
		4 42 p.	14 32	3.999	1.078	1.078	2	110		*0	62.3	- 0 6	1.6 —	N	2	

Geschätzte Werte sind kursiv gedruckt.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
April	2	4 ^h 47 ^m p.	13°.70	4.172	1.061	1.061	3	110		*0	762.4	- 0°.6	1.6 —	N	2
		5 2 p.	11 .81	4.804	0.996	0.996	2	110		*0	62.5	- 0 .6	1.6 —	N	2
		5 6 p.	11 .30	5.008	0.981	0.981	2	110		*0	62.5	- 0 .6	1.6 —	N	2
		3 1 8 p.	34 .95	1.757	1.315	1.316	5	220		*0	66.6	+ 5 .2	2.0 —	W	2
		1 36 p.	33 .43	1.826	1.299	1.300	5	220		*0	66.5	+ 5 .2	2.0 —	W	2
		2 55 p.	26 .92	2.220	1.214	1.215	3	220		*0	66.5	+ 5 .5	2.2 —	W	2
		4 17 p.	17 .74	3.281	1.050	1.051	3	220		*0	66.5	+ 5 .0	2.4 —	W	2
		4 47 p.	14 .03	4.101	0.974	0.975	3	220		*0	66.5	+ 5 .0	2.5 —	W	2
		5 5 p.	11 .75	4.852	0.897	0.897	3	220		*0	66.5	+ 5 .0	2.6 —	W	2
		12 11 14 a.	39 .12	1.581	1.377	1.385	3	110	Cu	1	59.7	0 .0	1.7 —	NNW	1
		11 19 a.	39 .28	1.576	1.381	1.389	2	110	Cu	1	59.7	0 .0	1.7 —	NNW	1
		1 48 p.	35 .87	1.702	1.276	1.283	1	004	Cu, Ci	1	59.7	0 .0	1.7 —	NNW	1
		4 5 p.	22 .26	2.626	1.018	1.024	2	004	Cu, Ci	4	60.4	+ 0 .3	1.8 —	NNW	1
		13 9 21 p.	31 .84	1.899	1.310	1.318	4	001	Ci	0	63.1	+ 5 .0	3.2 —	NW	1
		9 29 p.	32 .62	1.857	1.277	1.285	3	001	Ci	0	63.0	+ 5 .0	3.3 —	NW	1
		1 44 p.	36 .50	1.681	1.259	1.267	3	300	Ci—S, Ci	1	61.5	+ 5 .0	3.7 —	N	1
		1 50 p.	36 .08	1.698	1.257	1.265	2	300	Ci—S, Ci	1	61.4	+ 5 .0	3.8 —	N	1
		2 47 p.	31 .12	1.930	1.223	1.231	3	300	Ci—S, Ci	4	61.1	+ 5 .0	3.7 —	N	1
	2 51 p.	30 .72	1.956	1.228	1.236	1	300	Ci—S, Ci	4	61.0	+ 5 .0	3.7 —	N	1	
	2 54 p.	30 .42	1.976	1.207	1.215	1	304	Ci—S, Ci	4	61.0	+ 5 .0	3.7 —	N	1	
	4 2 p.	22 .80	2.570	0.625	0.629	1	005	Ci—S	9	60.8	+ 5 .0	3.6 —	N	1	
	4 4 p.	22 .56	2.595	0.220	0.221	1	005	Ci—S	9	60.8	+ 5 .0	3.6 —	N	1	
	4 6 p.	22 .31	2.623	0.305	0.307	1	005	Ci—S	9	60.8	+ 5 .0	3.6 —	N	1	
	14 9 20 a.	32 .07	1.888	1.319	1.328	5	220	Ci	0	63.9	+ 3 .0	2.5 —	NNE	1	
	9 42 a.	34 .11	1.788	1.332	1.341	3	220	Ci	0	64.0	+ 3 .0	2.5 —	NNE	1	
	10 20 a.	37 .08	1.664	1.346	1.355	5	220	Ci	0	64.1	+ 3 .8	2.6 —	NNE	1	
	1 21 p.	38 .30	1.622	1.329	1.342	3	220	A—Cu, Ci—Cu, Ci	1	65.2	+ 6 .0	2.9 —	NNE	1	
	3 4 p.	29 .69	2.033	1.261	1.270	3	220	A—Cu, Ci	2	65.1	+ 6 .2	3.0 —	NNE	1	
	15 0 9 p.	40 .95	1.535	0.736	0.741	3	005	Ci—S, Ci	7	65.4	+10 .4	3.2 —	N	1	
	0 18 p.	40 .87	1.537	1.044	1.052	3	005	Ci—S, Ci	7	65.4	+10 .4	3.2 —	N	1	
	0 35 p.	40 .54	1.547	0.996	1.003	3	005	Ci—S, Ci	7	65.5	+10 .4	3.2 —	N	1	
	3 24 p.	27 .86	2.149	0.273	0.275	2	005	Ci—S, Ci	8	65.6	+10 .8	3.5 —	N	1	
	16 1 17 p.	39 .21	1.596	1.274	1.284	3	004	Ci	1	68.8	+13 .5	4.6 —	NW	1	
	1 39 p.	37 .87	1.644	1.252	1.262	3	220	Ci	1	68.8	+13 .5	4.5 —	NW	1	
	2 27 p.	34 .03	1.804	1.162	1.171	3	024	Ci	1	68.7	+14 .0	4.5 —	NW	1	
	4 56 p.	17 .00	3.426	0.842	0.849	3	025	Ci—Cu, Ci—S	3	68.6	+13 .8	4.8 —	NW	1	
	17 0 9 p.	41 .66	1.522	1.274	1.285	3	005	Ci—S, Ci	6	70.1	+ 9 .0	4.4 —	W	1	
	0 24 p.	40 .53	1.556	0.952	0.960	3	005	Ci—S, Ci	6	70.1	+ 9 .0	4.4 —	W	1	
	3 6 p.	30 .46	1.996	0.704	0.710	5	005	Ci—S, Ci	7	69.8	—	4.4 —	SW	1	
	3 22 p.	28 .72	2.102	0.656	0.662	2	005	Ci—S, Ci	8	69.7	—	4.4 —	SW	1	
	4 10 p.	23 .07	2.571	1.040	1.049	3	005	Ci—S, Ci	3	69.6	+12 .2	4.5 —	SW	1	
	5 3 p.	16 .40	3.550	0.908	0.916	3	220	Ci	0	69.6	+12 .0	4.7 —	SW	1	
	5 15 p.	14 .85	3.901	0.756	0.766	2	220	Ci	0	69.6	+11 .8	4.7 —	SW	1	
	18 0 9 p.	42 .00	1.511	1.233	1.244	3	220		*0	69.8	+15 .0	5.0 39	SE	1	
	0 23 p.	41 .85	1.516	1.250	1.261	3	220		*0	69.7	+15 .0	5.0 39	SE	1	
	0 41 p.	41 .43	1.528	1.268	1.280	3	220		*0	69.6	+15 .0	5.0 39	SE	1	

Geschätzte Werte sind kursiv gedruckt.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
April	18	3 ^h 28 ^m p.	28°.33	2.125	1.129	1.139	3	220		*0	769.2	+12°.8	4.9 44	SE	1
		3 51 p.	25.66	2.328	1.092	1.102	3	220		*0	69.1	12.5	5.0 46	SE	1
		4 14 p.	22.87	2.589	1.054	1.064	3	220		*0	69.1	12.0	5.1 48	SE	1
		4 47 p.	18.73	3.126	1.015	1.024	3	220		*0	69.0	11.3	5.2 52	SE	1
		4 58 p.	17.33	3.365	0.971	0.980	3	220		*0	69.0	11.2	5.2 53	SE	1
		5 9 p.	15.92	3.649	0.922	0.930	2	220		*0	69.0	10.8	5.2 54	SE	1
		5 13 p.	15.41	3.764	0.909	0.917	2	220		*0	69.0	10.8	5.2 54	SE	1
	19	0 16 p.	42.29	1.504	1.321	1.334	5	220	Ci—Cu	1	70.1	13.6	4.2 35	SE	1
		0 59 p.	41.11	1.539	1.324	1.337	3	220	Ci—Cu	1	70.1	13.9	4.5 38	SE	1
		1 39 p.	38.90	1.611	1.298	1.310	3	220	Ci—Cu	1	70.0	14.2	4.8 40	SE	1
		2 26 p.	35.10	1.759	1.250	1.262	3	220	Ci—Cu, Ci	1	70.0	14.2	5.6 44	SE	1
		2 51 p.	32.66	1.873	1.235	1.247	3	220	Ci—Cu, Ci	1	70.0	14.3	6.0 46	SE	1
		3 34 p.	27.97	2.153	1.176	1.187	3	220	Ci—Cu	0	70.0	14.0	5.7 45	SE	1
		4 12 p.	23.42	2.537	1.098	1.108	3	220	Ci—Cu	0	70.0	13.9	5.4 45	SE	1
		4 53 p.	18.27	3.206	0.975	0.984	3	220	Ci	0	70.0	14.1	5.1 44	—	0
		5 6 p.	16.60	3.511	0.921	0.930	3	220	Ci	0	70.1	13.4	5.0 44	—	0
		5 12 p.	15.83	3.673	0.903	0.912	3	220	Ci	0	70.1	13.4	5.0 44	—	0
	20	11 47 a.	42.68	1.498	1.202	1.213	3	005	Ci—S, Ci	4	73.1	14.0	6.7 62	SE	1
		2 49 p.	33.19	1.856	0.801	0.809	3	005	Ci—S	7	74.0	13.7	6.9 59	SE	1
		4 55 p.	18.30	3.219	0.476	0.481	5	020		—	74.4	13.0	6.7 62	SE	1
		5 15 p.	15.73	3.716	0.387	0.391	5	020		—	74.4	13.0	6.7 63	SE	1
		5 24 p.	14.58	3.994	0.422	0.426	2	020		—	74.5	13.0	6.6 64	SE	1
	21	1 46 p.	39.04	1.608	1.213	1.226	3	220	A—Cu	0	76.9	16.2	6.7 48	—	0
		2 42 p.	34.18	1.816	1.169	1.182	3	220		*0	76.9	15.5	6.7 51	—	0
		4 19 p.	23.14	2.588	1.033	1.044	3	220		*0	76.8	13.6	6.7 55	—	0
		5 1 p.	17.82	3.311	0.911	0.921	3	220		*0	76.7	13.3	6.6 56	—	0
		5 13 p.	16.28	3.608	0.856	0.865	3	220		*0	76.7	12.6	6.6 57	—	0
	22	3 46 p.	27.45	2.212	1.231	1.245	3	220		*0	77.6	11.4	3.9 39	WSW	1
		4 55 p.	18.88	3.137	1.080	1.092	3	220		*0	77.4	10.3	3.7 41	WSW	1
		5 2 p.	17.98	3.286	1.065	1.077	3	220		*0	77.4	10.3	3.7 41	WSW	1
		5 8 p.	17.21	3.426	1.052	1.064	3	220		*0	77.4	10.3	3.7 41	WSW	1
		5 14 p.	16.44	3.577	1.035	1.047	3	220		*0	77.4	10.3	3.7 41	WSW	1
	24	5 11 p.	17.38	3.354	0.942	0.954	3	320	Cu	0	68.4	10.0	5.2 57	SE	1
		5 15 p.	16.88	3.449	0.935	0.946	2	320	Cu	0	68.4	10.0	5.2 57	SE	1
		5 19 p.	16.36	3.573	0.924	0.935	2	320	Cu	0	68.4	10.0	5.2 57	SE	1
	25	2 31 p.	36.48	1.690	1.023	1.036	3	005	Cu, Ci—S	3	65.1	14.2	4.8 33	NNW	1
		5 5 p.	18.44	3.155	0.859	0.870	3	044		0	64.5	14.6	4.9 39	NNW	1
		5 10 p.	17.79	3.264	0.810	0.820	2	044		0	64.5	14.6	4.9 39	NNW	1
		5 14 p.	17.27	3.357	0.804	0.814	2	044		0	64.5	14.6	4.9 39	NNW	1
	26	2 47 p.	35.30	1.719	1.195	1.211	3	004	Ci—Cu, Ci	1	56.1	16.0	5.2 44	NW	1
	28	3 57 p.	27.82	2.128	1.201	1.216	3	203	Cu	6	56.9	4.4	4.9 78	E	1
	29	6 29 p.	8.77	6.360	0.735	0.746	2	200		0	64.1	2.0	2.9 54	NW	1
		6 47 p.	6.56	8.277	0.654	0.664	2	200		0	64.2	2.0	2.9 54	NW	1
		6 53 p.	5.84	9.167	0.605	0.614	2	200		0	64.2	2.0	2.9 54	NW	1
		6 58 p.	5.24	10.057	0.572	0.580	1	200		0	64.2	2.0	2.9 54	NW	1
	30	0 51 p.	44.99	1.424	1.317	1.337	3	320	A—Cu	1	64.9	+7.4	4.0 55	SE	1

Geschätzte Werte sind kursiv gedruckt.

24 WESTMAN, STÄRKE DER SONNENSTRAHLUNG IM MITTELSCHWED. OSTSEEGBIET IM JAHRE 1912.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
April	30	2 ^h 21 ^m p.	38°.88	1.600	1.306	1.326	5	320	A—Cu	0	764.6	+6°.6	3.8 51 SE 1
		3 52 p.	28 .97	2.070	1.176	1.194	5	220		*0	64.3	6 .5	4.1 56 SE 1
		4 37 p.	23 .36	2.524	1.113	1.130	5	220		*0	64.2	6 .8	4.3 59 SE 1
		5 9 p.	19 .26	3.027	1.043	1.059	3	221	Ci	0	64.2	6 .3	4.5 61 SE 1
		5 21 p.	16 .42	3.520	0.954	0.969	2	004	Ci	0	64.1	6 .1	4.6 62 SE 1
		6 13 p.	11 .04	5.130	0.761	0.773	3	004	Ci	0	64.0	5 .3	4.7 64 SE 1
		6 53 p.	6 .10	8.819	0.543	0.551	2	005	Ci—S, Ci	4	63.9	5 .0	4.9 66 SE 1
Mai	3	5 38 p.	16 .27	3.472	0.976	0.992	2	220	Cu	6	47.0	11 .0	7.1 84 WSW 1
	6	6 33 p.	10 .02	5.639	0.775	0.789	2	220		0	66.7	7 .0	3.1 41 NW 1
		6 51 p.	7 .88	7.041	0.678	0.690	1	220		0	66.7	6 .7	3.1 43 NW 1
		6 53 p.	7 .59	7.286	0.664	0.676	1	220		0	66.7	6 .7	3.1 43 NW 1
		6 55 p.	7 .40	7.454	0.651	0.663	1	220		0	66.7	6 .7	3.1 43 NW 1
		7 4 p.	6 .27	8.640	0.595	0.606	1	220		0	66.6	6 .7	3.2 44 NW 1
		7 8 p.	5 .81	9.237	0.590	0.601	1	220		0	66.6	6 .7	3.2 44 NW 1
	7	7 17 p.	5 .00	10.512	0.458	0.467	1	300	S—Cu	3	68.6	6 .4	4.4 60 NW 1
	8	1 26 p.	45 .35	1.426	1.318	1.344	3	220	A—Cu	0	71.4	7 .2	3.1 41 SE 1
		2 29 p.	40 .24	1.529	1.301	1.327	3	500	A—Cu	1	71.4	7 .0	3.3 46 SE 1
		4 10 p.	28 .70	2.107	1.157	1.179	3	220	A—Cu	0	71.2	6 .8	3.7 54 SE 1
		4 40 p.	24 .92	2.397	1.105	1.126	3	220	A—Cu, Ci	0	71.1	6 .1	3.8 56 SE 1
		5 39 p.	17 .33	3.375	0.922	0.940	1	021	A—Cu, Ci	1	71.0	5 .7	4.0 61 SE 1
	16	1 24 p.	47 .51	1.354	1.344	1.375	4	110	Cu	0	59.6	12 .2	5.9 55 ESE 1
		3 7 p.	38 .02	1.619	1.313	1.342	3	110		0	59.5	12 .1	5.4 52 ESE 1
		4 40 p.	26 .62	2.223	1.212	1.240	3	110		*0	59.5	11 .6	5.0 49 ESE 1
		5 21 p.	21 .33	2.731	1.140	1.166	3	110		*0	59.5	11 .5	5.2 51 ESE 1
		5 57 p.	16 .71	3.441	1.043	1.067	3	110		*0	59.5	11 .5	5.5 54 ESE 1
	6 30 p.	12 .56	4.513	0.929	0.950	3	110		*0	59.4	11 .5	5.7 56 ESE 1	
	7 4 p.	8 .45	6.542	0.751	0.768	3	210		*0	59.4	11 .4	5.8 57 ESE 1	
18	1 24 p.	47 .94	1.343	1.356	1.378	5	210	Cu, Ci	0	59.1	8 .0	4.5 56 WNW 1	
	2 14 p.	43 .93	1.438	1.328	1.359	3	210	Cu, Ci	0	59.1	8 .1	4.5 56 WNW 1	
31	5 8 p.	25 .35	2.311	1.090	1.121	5	300	Cu	1	54.8	12 .6	7.0 64 NE 1	
	5 40 p.	21 .22	2.729	0.978	1.006	2	000	Cu	2	54.8	12 .4	6.8 63 NE 1	
	6 20 p.	16 .17	3.530	0.872	0.897	3	300	Cu	2	54.8	12 .2	6.6 62 NE 1	
Juni	5	2 42 p.	43 .81	1.446	1.132	1.166	3	004	Ci	1	61.7	12 .1	6.8 64 SE 1
		4 38 p.	20 .74	2.016	1.048	1.079	3	500	Ci	0	61.9	12 .3	7.0 66 SE 1
		5 28 p.	23 .29	2.533	0.893	0.919	3	500	Ci	0	62.0	12 .3	7.2 68 SE 1
		6 3 p.	18 .52	3.132	0.754	0.776	3	500	A—Cu, Ci	1	62.0	12 .0	7.3 69 SE 1
		6 23 p.	16 .32	3.532	0.644	0.663	3	500	A—Cu, Ci—Cu	2	62.1	11 .9	7.3 70 SE 1
		6 43 p.	13 .87	4.117	0.546	0.562	3	500	A—Cu	2	62.2	11 .8	7.3 71 SE 1
		7 4 p.	11 .39	4.968	0.462	0.476	1	500	Ni, A—Cu	5	62.2	11 .4	7.3 72 SE 1
	7	1 39 p.	49 .93	1.312	1.184	1.220	3	004	Ci	1	63.8	16 .0	9.2 67 SE 1
		2 6 p.	47 .62	1.359	1.177	1.212	3	300	Ci	0	63.8	15 .8	9.0 68 SE 1
		2 33 p.	44 .96	1.421	1.169	1.204	3	300	Ci	0	63.8	15 .3	8.8 68 SE 1
		4 1 p.	34 .64	1.764	1.029	1.060	2	004	Ci	3	63.7	15 .3	8.8 68 SE 1
		5 40 p.	21 .92	2.676	0.791	0.815	3	005	Ci—S, Ci	5	63.6	15 .0	8.8 68 SE 1
10	3 9 p.	41 .18	1.514	1.200	1.235	3	300	Ci—S, Ci	2	58.7	17 .3	8.0 61 SSW 1	
Juli	4	1 50 p.	49 .18	1.308	0.982	1.015	3	600	Ci—S	5	63.6	+17 .8	9.8 64 — —

Geschätzte Werte sind kursiv gedruckt.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
Juli	4	2 ^h 38 ^m p.	44° 56	1.406	0.978	1.011	3	600	Ci-S	5	763.7	+17° 8	9.3 61	—	—
		4 24 p.	32 85	1.848	0.876	0.905	3	600	Ci-S	2	63.8	16 4	8.8 63	—	—
		5 7 p.	26 27	2.264	0.735	0.760	3	600		0	63.9	15 6	9.7 73	—	—
		5 10 39 a.	51 30	1.286	1.049	1.084	1	600		0	63.0	20 0	12.1 62	SW	2
		11 49 a.	54 03	1.239	1.078	1.114	3	600		0	62.8	21 6	12.1 62	SW	2
		0 13 p.	54 01	1.239	1.073	1.109	3	600	Ci	0	62.8	22 2	11.9 59	SW	2
		1 15 p.	51 67	1.277	0.985	1.018	1	603	A-Cu, Ci	1	62.7	22 3	12.4 61	SW	2
	6	9 13 a.	43 44	1.462	1.066	1.102	1	500		*0	64.7	18 4	6.4 40	NW	3
		9 29 a.	45 15	1.418	1.069	1.105	3	500		*0	64.6	18 4	6.4 40	NW	3
		10 39 a.	51 20	1.308	1.149	1.187	3	500		*0	64.4	20 2	7.3 41	NW	3
		11 51 a.	53 95	1.242	1.149	1.187	3	500		*0	64.0	21 4	7.0 36	NW	3
		0 38 p.	53 35	1.252	1.110	1.147	3	500	Ci	0	63.9	21 9	7.6 38	NW	3
		1 34 p.	50 37	1.303	1.111	1.148	3	500	Ci	0	63.9	22 1	8.1 41	NW	3
		3 3 p.	41 62	1.509	1.043	1.078	3	500	Ci	0	63.1	23 0	8.2 39	NW	2
		4 42 p.	29 35	2.041	0.900	0.930	3	500	Ci	0	62.7	24 4	9.1 40	NW	1
		5 6 p.	26 24	2.262	0.842	0.870	3	500	Ci	0	62.5	22 4	9.7 48	NE	1
		5 48 p.	20 83	2.802	0.719	0.743	3	500		0	62.3	21 8	9.7 50	SW	1
		6 19 p.	16 92	3.412	0.586	0.606	3	500		0	62.1	21 6	10.5 54	—	0
		7 18 p.	9 87	5.681	0.354	0.366	3	500		0	61.8	20 8	9.8 53	—	0
		7 29 p.	8 64	6.429	0.309	0.319	3	500		0	61.7	20 8	11.5 62	—	0
		7 43 p.	7 12	7.667	0.248	0.256	3	500		0	61.6	20 4	11.7 65	—	0
		7 54 p.	5 95	8.920	0.204	0.211	3	500		0	61.6	19 2	11.8 71	—	0
	7	11 59 a.	53 72	1.239	1.065	1.101	3	500		*0	59.9	24 9	12.1 51	W	1
		1 44 p.	49 41	1.315	1.031	1.065	3	500		*0	59.7	24 7	11.6 49	—	—
		2 33 p.	44 83	1.417	0.988	1.021	3	500		*0	59.6	24 6	11.0 47	WSW	3
		3 3 p.	41 53	1.505	0.968	1.000	3	500		*0	59.5	24 7	11.2 46	—	—
		4 35 p.	30 17	1.983	0.834	0.862	2	500		*0	59.3	24 8	11.5 45	—	—
		7 38 p.	7 56	7.237	0.296	0.306	2	500		*0	58.8	22 1	10.4 42	—	0
		7 44 p.	6 92	7.757	0.264	0.273	3	500		*0	58.8	22 1	10.4 42	—	0
		7 56 p.	5 66	9.351	0.228	0.236	3	500		*0	58.8	20 8	10.5 47	—	0
		8 5 p.	4 74	10.839	0.193	0.199	3	000		*0	58.7	20 8	10.6 52	—	0
		8 10 p.	4 25	11.843	0.160	0.165	2	000		*0	58.7	20 8	10.7 58	—	0
	8	9 10 a.	42 92	1.464	1.044	1.079	3	600		*0	59.0	21 2	10.1 53	WSW	1
		10 1 a.	48 05	1.343	1.080	1.116	3	600		*0	58.9	22 1	9.6 48	WSW	2
		11 45 a.	53 68	1.238	1.083	1.119	4	600		*0	58.6	24 0	9.8 44	NW	2
		0 21 p.	53 58	1.239	1.077	1.123	3	600		*0	58.5	24 2	7.9 35	NW	1
		3 1 p.	41 67	1.499	0.947	0.979	3	600		*0	58.2	23 9	11.0 50	SW	2
		4 5 p.	33 91	1.775	0.865	0.894	3	600	Cu	0	58.1	23 2	12.0 56	SW	1
		4 57 p.	27 23	2.172	0.756	0.781	3	600	Cu	1	58.1	21 6	11.7 60	W	3
		5 33 p.	22 57	2.585	0.651	0.673	3	600	Cu	1	58.0	20 9	11.6 62	W	3
		6 4 p.	18 62	3.099	0.564	0.583	3	600	Cu	1	57.9	20 9	11.5 62	SW	2
		6 49 p.	13 07	4.338	0.383	0.396	3	700	Cu	0	57.9	20 1	11.8 67	SW	2
		7 29 p.	8 46	6.523	0.219	0.226	3	700	Cu	0	57.9	19 6	12.1 70	SW	1
		7 45 p.	6 72	8.034	0.125	0.129	2	700		0	57.8	19 3	12.4 73	—	—
		7 53 p.	5 87	9.042	0.110	0.114	3	700		0	57.8	19 0	12.7 76	—	—
		8 1 p.	4 94	10.471	0.086	0.089	3	600	Cu	1	57.8	18 8	12.9 79	—	0

Geschätzte Werte sind kursiv gedruckt.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
Juli	8	8 ^h 8 ^m p.	4° 36	11.602	0.066	0.068	2	600	Cu	1	757.8	+18°.8	12.9 79	—	0
		8 11 p.	4 .05	12.278	0.052	0.054	2	600	Cu	1	57.8	18 .8	12.9 79	—	0
	12	0 23 p.	53 .04	1.265	0.810	0.837	3	600	Ci	1	68.8	22 .1	10.4 52	SSW	2
		1 49 p.	48 .42	1.351	0.763	0.788	3	600	Ci	1	68.7	21 .6	12.7 66	SSW	2
		2 42 p.	42 .95	1.456	0.679	0.701	3	600	Ci	1	68.7	22 .2	12.5 62	SSW	2
		4 16 p.	32 .09	1.900	0.555	0.573	3	600	Ci	1	68.7	20 .9	11.0 59	SSW	2
	13	5 38 p.	21 .39	2.759	0.519	0.536	2	600		0	69.4	21 .6	9.8 51	—	0
		5 44 p.	20 .62	2.844	0.487	0.503	3	600		0	69.4	21 .6	9.8 51	—	0
	19	3 0 p.	42 .89	1.468	0.563	0.581	3	605	Ci—S	2	60.3	21 .2	14.1 75	E	3
		4 19 p.	30 .77	1.951	0.443	0.457	3	605	Ci—S	2	60.3	21 .6	13.4 69	E	3
		5 53 p.	18 .65	3.104	0.270	0.279	3	605	Ci—S	2	60.3	21 .5	13.7 71	E	1
	20	10 9 a.	47 .02	1.366	0.623	0.643	3	604	Ci—S, Ci	3	59.9	23 .7	12.7 57	E	1
		10 38 a.	49 .17	1.320	0.619	0.639	3	605	Cu, Ci—S, Ci	4	59.8	23 .8	12.3 56	E	1
	21	11 42 a.	51 .65	1.271	0.685	0.707	3	005	Cu, Ci—S	5	58.7	24 .2	8.7 38	NE	2
		0 4 p.	51 .78	1.269	0.677	0.699	3	005	Cu, Ci—S	5	58.7	25 .0	9.3 39	NE	2
		1 53 p.	46 .69	1.371	0.572	0.590	3	005	Cu, Ci—S	7	58.6	25 .0	9.3 39	SE	2
		6 52 p.	11 .00	5.109	0.117	0.121	2	005	Cu, A—S	8	58.3	20 .4	8.8 49	—	—
	22	11 44 p.	51 .48	1.274	0.801	0.826	3	602	Ci—S	1	58.3	23 .6	7.8 36	E	2
		0 24 p.	51 .34	1.276	0.806	0.832	3	602	Ci—S	1	58.3	24 .4	8.3 36	E	2
		1 24 p.	48 .69	1.327	0.773	0.798	3	602	Ci—S	1	58.2	24 .1	9.1 40	SE	2
		2 52 p.	40 .75	1.526	0.664	0.685	3	602	Ci—S	1	58.4	22 .5	10.5 51	SE	3
		4 27 p.	29 .27	2.043	0.460	0.475	3	602	Ci—S	1	58.7	21 .5	10.9 57	SE	2
		5 50 p.	18 .55	3.114	0.260	0.268	3	005	Cu, Ci—S	2	59.0	20 .1	10.1 57	ENE	2
		7 10 p.	8 .71	6.358	0.065	0.067	1	005	Cu, Ci—S	3	59.2	19 .2	11.2 67	E	1
	23	0 34 p.	50 .92	1.287	0.680	0.703	1	600	Cu, Ci—S	1	61.8	23 .2	8.9 42	—	—
		1 7 p.	49 .52	1.314	0.667	0.688	1	600	Cu, Ci—S	1	61.9	23 .2	8.9 42	—	—
	28	0 53 p.	49 .14	1.317	0.779	0.803	2	600		0	57.3	23 .6	11.7 54	SSW	2
		1 18 p.	47 .83	1.343	0.796	0.820	2	600		0	57.3	23 .6	11.0 50	SSW	2
		5 17 p.	21 .73	2.672	0.416	0.429	2	600		0	56.5	22 .0	13.6 78	SSW	2
	30	0 37 p.	49 .26	1.308	0.654	0.674	3	600		—	53.7	—	—	—	—
August	5	4 13 p.	28 .26	2.101	0.502	0.516	2	700		0	58.6	20 .0	12.9 76	SW	1
	18	2 31 p.	36 .44	1.675	0.693	0.710	3	600	Cu	2	57.3	19 .3	12.4 76	SSW	2
		3 19 p.	31 .39	1.909	0.588	0.602	3	600	Cu	2	57.4	18 .8	12.2 77	SSW	2
		4 12 p.	25 .07	2.343	0.476	0.487	3	600	Cu	1	57.6	18 .2	12.2 77	SSW	2
		4 53 p.	19 .88	2.912	0.372	0.381	3	600	Cu	1	57.7	18 .0	12.2 79	SSW	2
		5 18 p.	16 .66	3.444	0.290	0.297	3	600		0	57.9	17 .9	12.3 80	SSW	2
		6 0 p.	11 .23	5.008	0.174	0.178	3	600		0	58.0	17 .5	12.1 80	SSW	2
		6 21 p.	8 .56	6.454	0.083	0.085	3	601	Ci	0	58.1	17 .2	12.4 84	SSW	2
		6 39 p.	6 .32	8.485	0.037	0.038	3	601	Ci	0	58.1	17 .0	12.2 84	SSW	2
		7 6 p.	3 .08	15.040	0.013	0.013	3	601	Ci	0	58.2	16 .9	11.8 82	SSW	2
Sept.	1	4 30 p.	18 .68	3.081	0.455	0.463	2	600	S—Cu	1	55.8	15 .8	7.5 56	NW	1
		4 44 p.	16 .92	3.384	0.400	0.407	3	600	S—Cu	1	55.8	15 .8	7.5 56	NW	1
		5 12 p.	13 .34	4.244	0.281	0.286	1	600	S—Cu	0	55.9	15 .0	7.4 58	NW	1
	2	2 0 p.	34 .30	1.763	0.621	0.632	3	600	Cu	5	56.6	15 .2	6.8 52		0
		2 39 p.	30 .70	1.946	0.513	0.522	3	600	Cu	5	56.7	15 .6	6.8 52		0
		2 49 p.	29 .92	1.991	0.347	0.353	1	600	Cu	5	56.7	15 .9	6.6 49		0

Geschätzte Werte sind kursiv gedruckt.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Sept.	2	2 ^h 55 ^m p.	29° 34	2.026	0.414	0.421	3	600	Cu	5	756.7	+15° 9	6.6 49	0
	3	0 21 p.	38 72	1.597	0.737	0.749	5	600		0	60.3	15 6	5.9 45	0
		0 28 p.	38 60	1.601	0.747	0.759	5	600		0	60.3	15 6	5.9 45	0
		0 56 p.	37 75	1.631	0.753	0.766	5	600		0	60.4	15 6	5.9 45	— —
		1 5 p.	37 37	1.645	0.733	0.745	5	600	Ci	0	60.4	15 4	5.9 45	— —
		2 6 p.	33 47	1.810	0.692	0.704	5	620	Ci	0	60.5	15 2	5.2 40	W 1
		2 55 p.	28 97	2.095	0.541	0.550	5	620	Cu, Ci	1	60.6	15 4	6.8 52	W 1
		3 57 p.	22 07	2.648	0.442	0.449	3	600	Cu, Ci	3	60.7	15 4	7.0 53	W 1
		4 31 p.	17 87	3.234	0.358	0.364	3	600	Cu, Ci	3	60.8	14 9	6.8 53	W 1
		4 54 p.	15 03	3.812	0.281	0.286	3	600	Ci	2	60.8	14 9	6.8 53	W 1
		5 0 p.	14 27	4.005	0.256	0.260	3	600	Ci	2	60.8	14 7	6.7 53	W 1
		5 4 p.	13 75	4.149	0.230	0.234	3	600	Ci	2	60.8	14 7	6.7 53	W 1
		5 8 p.	13 24	4.301	0.212	0.216	2	600	Ci	2	60.8	14 7	6.7 53	W 1
	4	2 30 p.	31 06	1.924	0.196	0.199	3	605	A—Cu, Ci—S	8	56.2	14 2	7.8 64	ESE 1
	7	4 36 p.	16 03	3.535	0.217	0.220	3	700	Ni, Cu, Ci	3	50.1	13 2	8.5 74	0
	8	0 18 p.	36 91	1.648	0.503	0.510	4	605	Cu, Ci—S, Ci	7	53.4	14 4	7.9 64	— —
	11	1 24 p.	33 48	1.809	0.513	0.519	3	604	Cu, Ci—S, Ci	6	60.2	14 4	6.9 56	NE 1
		3 36 p.	21 88	2.560	0.521	0.528	3	600	Cu, Ci	1	60.5	13 8	7.6 64	0
		4 22 p.	16 48	3.492	0.413	0.418	1	604	Cu, Ci—Cu, Ci	3	60.7	13 4	7.7 67	0
		4 24 p.	16 22	3.546	0.286	0.290	1	600	Cu, Ci—Cu, Ci	3	60.7	13 4	7.7 67	0
		4 35 p.	14 84	3.859	0.246	0.249	2	601	Cu, Ci—Cu, Ci	3	60.7	13 4	7.7 67	0
	12	4 33 p.	14 77	3.903	0.437	0.442	2	603	S—Cu, Ci	3	65.9	12 8	5.9 53	0
		4 37 p.	14 27	4.032	0.395	0.400	2	603	S—Cu, Ci	3	65.9	12 8	5.9 53	0
		4 40 p.	13 90	4.135	0.360	0.364	1	603	S—Cu, Ci	3	65.9	12 8	5.9 53	0
		4 59 p.	11 51	4.944	0.223	0.226	1	600	S—Cu, Ci	6	65.9	12 6	6.4 58	0
	15	2 57 p.	24 63	2.357	0.474	0.479	3	700	S—Cu, A—Cu, Ci	6	49.9	12 4	5.4 50	0
		4 11 p.	16 40	3.456	0.282	0.285	3	700	S—Cu	2	49.5	11 4	5.6 55	0
		4 36 p.	13 40	4.188	0.243	0.246	3	700	S—Cu, A—Cu	1	49.3	11 2	5.7 57	0
		4 56 p.	10 90	5.091	0.180	0.182	1	700	S—Cu, A—Cu	1	49.2	11 0	5.8 58	0
	17	1 34 p.	30 66	1.935	0.629	0.636	3	600	S—Cu, Cu	0	48.8	13 5	6.1 53	NW 1
		1 50 p.	29 62	1.979	0.590	0.596	3	600	S—Cu, Cu	0	48.8	13 5	6.1 53	NW 1
		2 25 p.	26 90	2.171	0.541	0.546	3	600	S—Cu, Cu	5	48.9	13 8	6.2 52	NW 1
		2 50 p.	24 60	2.357	0.494	0.499	3	600	S—Cu	6	49.0	13 8	5.9 50	NW 1
	19	4 29 p.	12 93	4.448	0.232	0.234	2	600	S—Cu	2	69.4	9 2	4.4 50	0
		4 32 p.	12 56	4.573	0.223	0.225	2	600	S—Cu	2	69.4	9 2	4.4 50	0
		4 36 p.	12 07	4.748	0.211	0.213	3	600	S—Cu	2	69.4	9 2	4.4 50	0
	20	1 39 p.	29 22	2.071	0.874	0.881	5	600	S—Cu, Ci	4	70.3	12 4	6.1 56	NW 1
	21	1 0 p.	30 83	1.973	0.834	0.840	3	601	A—Cu, Ci—Cu, Ci	3	70.1	16 2	7.5 54	W 1
		3 53 p.	16 53	3.527	0.495	0.499	3	600	A—Cu	1	70.5	15 6	8.2 62	W 1
	24	1 47 p.	27 20	2.219	0.581	0.584	1	603	S—Cu	3	73.7	7 8	4.5 56	W 1
		2 7 p.	25 78	2.333	0.546	0.549	3	700	S—Cu	3	73.7	8 6	4.8 57	W 1
		3 46 p.	16 28	3.594	0.399	0.401	3	000	S—Cu	1	73.7	7 8	4.9 62	NW 1
		4 38 p.	10 16	5.617	0.219	0.220	3	600	S—Cu	1	73.7	7 5	4.8 62	NW 1
	25	1 13 p.	28 73	2.101	0.744	0.748	3	600	S—Cu	2	69.7	9 8	4.9 53	W 1
		3 17 p.	19 07	3.077	0.554	0.557	3	600	S—Cu	1	69.5	8 6	5.1 61	NW 1
	26	1 0 p.	28 91	2.077	0.735	0.738	3	600	S—Cu, Ci—Cu, Ci	1	66.1	11 0	7.0 71	W 1

Geschätzte Werte sind kursiv gedruckt.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Sept.	26	2 ^h 32 ^m p.	23°.02	2.564	0.590	0.593	3 600	Ci	0	766.1	+10°.2	7.1 76	W 1
	27	3 55 p.	14 .23	4.066	0.403	0.404	2 600	S—Cu	1	70.2	11 .6	7.0 69	SE 0
		4 0 p.	13 .65	4.230	0.365	0.366	3 600	S—Cu	1	70.2	11 .6	7.0 69	SE 0
		4 5 p.	13 .07	4.409	0.326	0.327	2 600	S—Cu	1	70.2	11 .6	7.0 69	SE 0
		4 11 p.	12 .37	4.646	0.283	0.284	2 600	S—Cu	1	70.3	11 .6	7.0 69	SE 0
		4 14 p.	12 .02	4.773	0.276	0.277	1 600	S—Cu	1	70.3	11 .6	7.0 69	SE 0
	28	0 52 p.	28 .43	2.134	0.829	0.832	3 600	S—Cu, Cu	1	74.4	10 .5	5.7 59	SE 2
		1 56 p.	25 .09	2.394	0.794	0.796	3 600	S—Cu, Cu	1	74.4	10 .5	5.7 59	SE 2
		3 20 p.	17 .70	3.322	0.592	0.594	3 600	Cu	0	74.4	9 .8	5.1 56	SE 2
		4 21 p.	10 .84	5.291	0.348	0.349	3 600		0	74.4	9 .2	5.5 63	SE 1
		5 1 p.	5 .97	9.113	0.155	0.155	2 600	S—Cu	0	74.5	8 .6	4.8 57	0
		5 4 p.	5 .60	9.629	0.145	0.145	2 600	S—Cu	0	74.5	8 .6	4.8 57	0
		5 7 p.	5 .25	10.164	0.137	0.137	1 600	S—Cu	0	74.5	8 .6	4.8 57	0
	29	2 52 p.	20 .12	2.922	0.650	0.650	3 700	S—Cu, Cu	3	71.9	11 .7	5.8 56	W 1
		3 26 p.	16 .72	3.496	0.559	0.560	3 700	S—Cu	1	72.0	11 .5	5.8 57	W 1
		4 23 p.	10 .27	5.549	0.343	0.344	3 600		*0	71.9	10 .8	5.8 59	SSW 1
		5 4 p.	5 .27	10.102	0.150	0.150	3 600		*0	71.8	9 .4	5.8 65	— 0
Oktober	3	1 39 p.	24 .33	2.401	0.437	0.437	3 700	S—Cu, Ci	2	55.2	0 .2	2.2 48	NW 2
	9	2 37 p.	17 .88	3.284	0.633	0.631	3 500		*0	73.0	10 .8	5.6 58	NW 1
		3 23 p.	13 .54	4.278	0.518	0.516	3 500		*0	73.1	10 .4	5.6 59	NW 1
		4 8 p.	8 .65	6.519	0.339	0.338	1 500		*0	73.2	7 .9	5.4 76	NW 0
	12	1 40 p.	20 .93	2.807	0.695	0.692	1 605	S—Cu, Ci—S, Ci	5	67.2	8 .6	5.1 61	NW 1
		2 40 p.	16 .56	3.506	0.595	0.592	1 600	S—Cu, Ci	4	67.3	8 .2	4.8 58	NNW 1
		3 4 p.	14 .38	4.010	0.518	0.516	3 600	S—Cu	2	67.3	+8 .2	4.8 58	NNW 1
Nov.	1	1 11 p.	15 .47	3.640	0.513	0.505	3 610		0	46.4	-0 .4	2.7 60	W 3
		3 29 p.	5 .56	9.337	0.156	0.154	3 610		0	46.7	-0 .6	2.6 58	W 3
	4	0 46 p.	15 .36	3.713	0.470	0.462	3 700		*0	56.3	+1 .0	3.0 60	W 1
		1 39 p.	13 .22	4.283	0.400	0.393	3 700		*0	56.5	+1 .1	2.9 57	W 1
		2 42 p.	8 .94	6.188	0.280	0.275	3 700		*0	56.7	+0 .6	2.8 59	W 1
	5	1 42 p.	12 .78	4.441	0.414	0.407	3 700	S—Cu	0	59.7	-1 .2	3.1 74	W 1
		2 27 p.	10 .42	5.388	0.298	0.293	3 700	S—Cu	1	59.8	-0 .8	3.0 70	W 1
		3 18 p.	5 .49	9.604	0.116	0.114	2 700	S—Cu	2	60.1	-1 .2	3.6 86	0
	6	1 14 p.	13 .82	4.169	0.642	0.630	3 600	A—Cu	1	68.1	-1 .4	3.4 82	N 1
		3 13 p.	5 .69	9.425	0.273	0.268	3 600	Ci	1	68.3	-2 .2	3.2 83	W 1
	16	0 30 p.	12 .35	4.587	0.591	0.578	3 620		*0	59.7	+0 .2	3.9 84	W 1
		1 17 p.	11 .99	4.720	0.524	0.512	2 620		*0	60.0	+0 .3	3.9 84	W 1
		1 20 p.	10 .86	5.182	0.578	0.566	3 620		*0	60.0	+0 .3	3.9 83	W 1
		2 22 p.	7 .31	7.478	0.412	0.403	4 600		*0	60.6	+0 .2	4.0 86	0
		2 39 p.	6 .04	8.858	0.338	0.330	2 620		*0	60.7	+0 .2	4.0 86	0
		2 44 p.	5 .65	9.384	0.306	0.299	3 620		*0	60.7	+0 .0	4.0 87	0
		2 57 p.	4 .59	11.158	0.246	0.240	3 620		*0	60.8	+0 .0	4.0 88	0
		3 2 p.	4 .19	12.021	0.225	0.220	3 620		*0	60.8	-0 .4	4.0 89	0
		3 6 p.	3 .83	12.877	0.209	0.204	2 620		*0	60.8	-0 .4	4.0 89	0
		3 9 p.	3 .57	13.582	0.195	0.191	2 620		*0	60.8	-0 .4	4.0 89	0
	26	1 26 p.	8 .79	6.185	0.346	0.337	3 600		0	44.6	+6 .0	5.4 77	W 3
		1 59 p.	6 .73	7.877	0.282	0.275	3 600		0	45.0	+6 .0	4.9 70	W 3

Geschätzte Werte sind kursiv gedruckt.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Nov.	29	0 ^h 28 ^m p.	9°.65	5.745	0.415	0.404	3 600		*0	754.4	+0°.2	3.8 81	W 1
		1 1 p.	8 .88	6.208	0.389	0.378	3 600		*0	54.5	+0 .3	3.8 80	S 1
Dec.	6	0 52 p.	8 .14	6.806	0.231	0.224	3 604	Ci	4	63.5	+4 .2	4.8 77	SW 1
	23	0 57 p.	7 .07	7.610	0.338	0.327	3 600	S-Cu	5	51.2	+5 .6	4.3 62	W 1
		1 2 p.	6 .92	7.939	0.338	0.327	3 600	S-Cu	5	51.2	+5 .6	4.3 62	W 1

Tabelle II. — Die Stärke Q der Sonnenstrahlung als Funktion vom Luftweg m und vom Wasserdampfdruck e .

Gramm-Kalorien pro Minute und cm^2 .

Tag	e	Luftweg m nach BEMPORAD													
		1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0		
Februari	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.078	—	—	
		3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.914	
		5	4	—	—	—	—	—	—	—	—	0.985	0.945	0.906	
		15	4	—	—	—	—	—	—	—	—	0.971	—	—	
		16	3	—	—	—	—	—	—	1.118	1.041	0.964	—	—	
März	1	6	—	—	—	—	—	—	1.075	0.887	—	—	—	—	
		13	3	—	—	—	—	—	1.258	1.154	—	—	—	—	
		14	3	—	—	—	—	—	1.134	0.987	0.932	0.867	0.801	0.750	0.698
		25	4	—	—	—	—	—	1.240	—	—	—	—	—	—
		28	4	—	—	—	—	—	—	1.215	1.160	1.105	—	—	—
April		30	4	—	—	—	1.277	1.251	1.237	1.140	1.068	1.007	—	—	—
		31	4	—	—	1.307	1.291	1.274	1.258	1.181	1.111	1.040	0.972	0.903	0.833
		2	2	—	—	1.380	1.367	1.352	1.335	1.252	1.175	1.113	1.062	1.009	0.968
		3	2	—	—	—	1.305	1.284	1.265	1.177	1.100	1.046	1.016	0.953	0.902
		12	2	—	1.368	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mai		13	4	—	—	1.248	1.236	1.220	1.206	—	—	—	—	—	—
		14	3	—	1.343	1.324	1.312	1.296	1.270	—	—	—	—	—	—
		16	5	—	1.271	1.218	1.162	—	—	—	—	0.838	—	—	—
		18	5	1.254	1.234	1.214	1.195	1.175	1.155	1.069	1.020	0.956	—	—	—
		19	5	1.328	1.301	1.271	1.248	1.233	1.211	1.110	1.017	0.923	—	—	—
Mai		22	4	—	—	—	—	—	1.261	1.181	1.101	1.038	—	—	—
		24	5	—	—	—	—	—	—	—	—	0.941	—	—	—
		28	5	—	—	—	—	—	1.222	—	—	—	—	—	—
		30	5	1.310	1.300	1.274	1.247	1.221	1.194	1.111	1.037	0.952	0.893	0.835	0.770
		31	7	—	—	—	—	—	—	—	—	0.978	—	—	—
	8	4	1.295	1.274	1.249	1.223	1.198	1.172	1.079	0.989	0.900	—	—	—	
	16	6	1.327	1.315	1.298	1.280	1.262	1.244	1.161	1.092	1.029	0.980	0.930	0.884	
	18	5	1.313	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	31	7	—	—	—	—	—	—	1.036	0.933	0.863	—	—	—	

Tabelle II. — Die Stärke Q der Sonnenstrahlung als Funktion vom Luftweg m und vom Wasserdampfdruck e. (Fortz.)

Gramm-Kalorien pro Minute und cm².

Tag	e	Luftweg m nach BEMPORAD												
		5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	11.0	
Januar	31	2	—	0.910	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Februar	5	4	0.906	0.866	0.826	0.787	0.747	0.719	0.693	0.667	0.641	0.615	0.590	0.538
März	14	3	0.698	0.656	0.631	0.606	0.580	0.547	0.513	0.479	0.444	0.410	0.376	—
April	29	2	—	—	—	0.729	0.708	0.687	0.666	0.642	0.614	0.593	0.574	—
	30	5	0.770	0.739	0.709	0.679	0.649	0.620	0.590	0.560	0.530	—	—	—
Mai	6	3	—	0.790	0.755	0.719	0.684	0.652	0.631	0.609	0.600	0.596	—	—
	7	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.462
	16	6	0.884	0.839	0.793	0.747	—	—	—	—	—	—	—	—
Juli	6	9	0.440	0.386	0.360	0.346	0.322	0.298	0.279	0.263	0.247	—	—	—
	7	11	—	—	—	—	—	0.263	0.249	0.238	0.227	0.217	0.206	0.182
	8	12	0.332	0.295	0.259	0.223	0.193	0.163	0.133	0.125	0.118	0.112	0.105	0.090
August	18	12	0.176	0.146	0.116	0.088	0.076	0.064	0.052	0.040	0.038	0.035	0.033	0.028
September	24	5	0.271	0.226	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	28	5	0.384	0.337	0.311	0.285	0.259	0.234	0.208	0.182	0.156	0.142	0.134	—
	29	6	0.400	0.348	0.322	—	—	—	—	—	—	—	0.152	—
Oktober	9	5	0.462	0.423	0.384	0.344	—	—	—	—	—	—	—	—
November	1	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.154	—	—
	4	3	0.360	0.330	0.300	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5	3	0.347	0.294	0.275	0.256	0.238	0.219	0.200	0.181	0.163	0.144	—	—
	6	3	0.592	0.557	0.521	0.486	0.451	0.416	0.381	0.346	0.311	0.276	—	—
	16	4	0.591	0.555	0.519	0.483	0.447	0.411	0.384	0.357	0.329	0.302	0.284	0.248
	29	4	—	—	0.389	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dezember	23	4	—	—	—	—	—	—	0.343	—	—	—	—	—

Tabelle III. — Bemerkungen zur Absorption der Sonnenstrahlung in Ci und Ci—S.

Tag	Wahre Ortszeit	Bemerkungen
1912		
Februar	4	2 ^h 17 ^m p.
	6	10 44 a.
	16	3 4 p.
April	2	5 6 p.
	13	1 44 p.
	16	1 17 p.
		2 27 p.
		4 56 p.
	20	11 47 a.
		2 49 p.
	25	2 31 p.
		5 5 p.
	29	6 29 p.
	30	6 53 p.
Mai	8	2 29 p.
	16	7 4 p.
Juli	21	0 4 p.
		1 53 p.
		6 52 p.
	22	5 50 p.
September	2	2 55 p.
	3	2 6 p.
	24	2 7 p.
November	16	1 17 p.
		4 0 p.
	17	3 30 p.
Dezember	19	3 20 p.
	21	8 0 a.
		3 15 p.
	27	—

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
1. Einleitung	3
2. Die Konstanten und die Korrekturen der Messinstrumente	4
3. Die Messungen der Stärke der Sonnenstrahlung	5
4. Die Fehler der Messungen	7
5. Ergebnisse	9
1. Die Funktion $Q_v = Q_0(m, e)$ und der Wert von $\frac{\partial Q_0}{\partial e}$ in der Zeit Januar—Mai 1912	9
2. Zeit und Art des Hervortretens der anomalen Schwächung der Sonnenstrahlung im mittelschwedischen Ostseegebiet im Jahre 1912	11
3. Die Grösse der anomalen Schwächung der Sonnenstrahlung im mittelschwedischen Ostseegebiet im Jahre 1912	13
4. Maxima der Stärke der Sonnenstrahlung im Tieflande	16
Anhang.	
Tabelle I. — Messungen der Stärke der Sonnenstrahlung in Nyköping und in Kullbo im Jahre 1912	20
Tabelle II. — Die Stärke Q der Sonnenstrahlung als Funktion vom Luftweg m und vom Wasserdampfdruck e	29
Tabelle III. — Bemerkungen zur Absorption der Sonnenstrahlung in Ci und Ci—S	32

Tryckt den 31 oktober 1918.

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 58. N:o 9.

RESULTS
OF
DR. E. MJÖBERGS
SWEDISH SCIENTIFIC EXPEDITIONS
TO
AUSTRALIA 1910—1913

XXI.

ECHINOIDEA

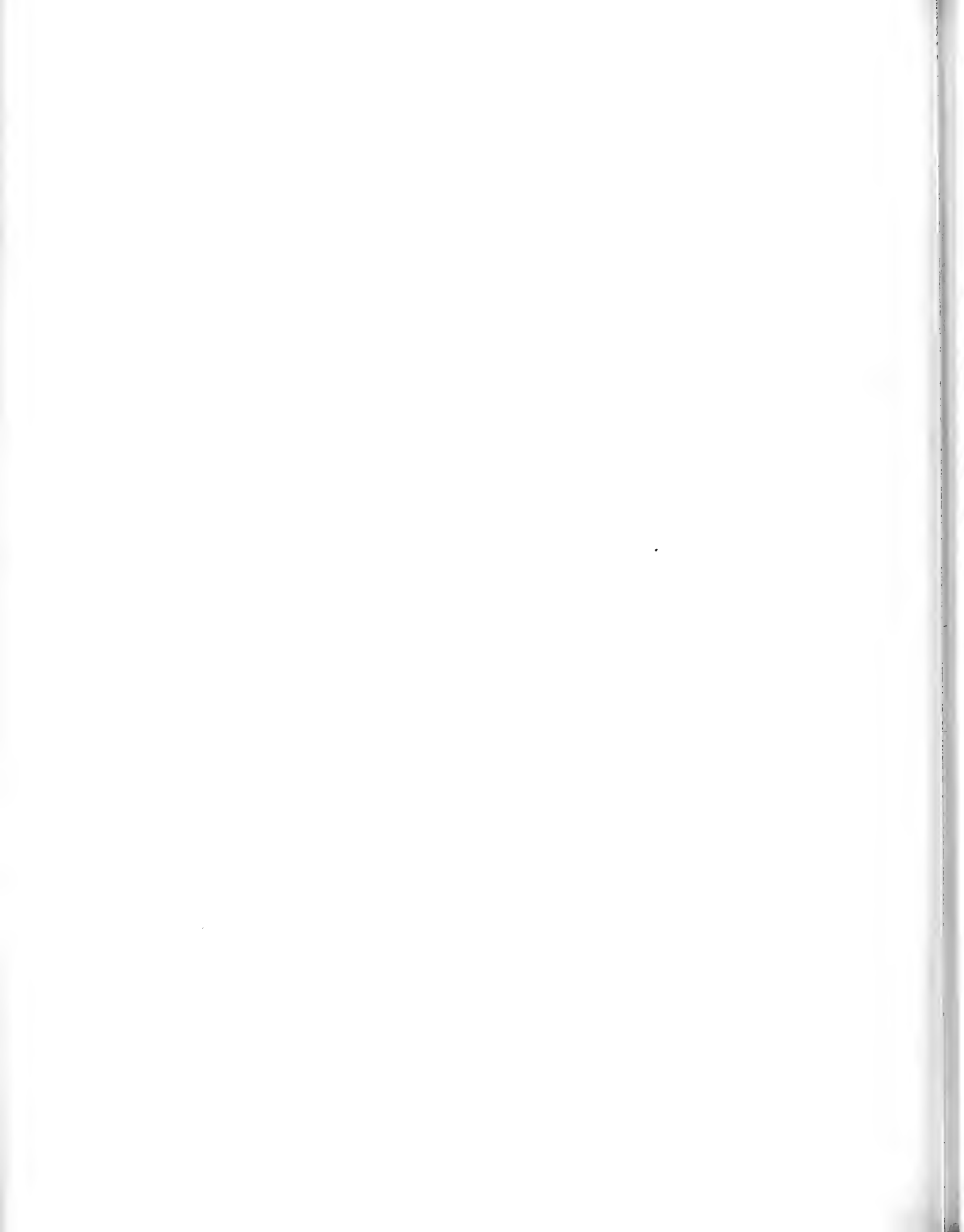
BY

DR. TH. MORTENSEN

WITH 5 PLATES AND 3 FIGURES IN THE TEXT



STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1918



The collection of Echinoids made by Dr. E. MJÖBERG at N. W. Australia (at Cape Jaubert and — a single specimen — at Broome) is only a small one, and partly in poor condition. Nevertheless, it is of considerable interest. While, through the works of DÖDERLEIN and H. L. CLARK, the Echinoid fauna of the S. W. Australian coast has been made fairly well known, the Northwestern coast of Australia was till now almost a terra incognita as regards its Echinoid fauna.

The information obtained through this collection is, accordingly, of considerable value from a zoogeographical point of view. The more regrettable it is then, that there was not made an extensive collection of the Echinoids there. The absence of any Diadematid, *Heliocidaris*, *Echinometra* or *Amblypneustes* in the collection would seem of the greatest zoogeographical interest. But judging from the whole character of the collection it would be very unwise to base any conclusion upon the absence of such forms. Doubtless some of them, at least, will be found there by a more thorough survey of the fauna. Also quite a number of new forms must be expected from this region. Since there is no less than four new species and one new variety among the total number of fourteen species in the present collection, it may be safely concluded that there is still a rich harvest of new forms, especially of small Clypeastrids, Temnopleurids a. o. to be made at the Northwest Australian coast.

The species represented in Dr. MJÖBERG's collection are the following:

1. *Phyllacanthus longispinus* n. sp.
2. *Prionocidaris bispinosa* (LAMK.).
— var. *elegans* n. var.
3. *Goniocidaris tubaria* (LAMK.).
4. *Salmacis sphaeroides* (LINN.).
5. *Temnopleurus scalaris* n. sp.
6. *Temnotrema elegans* n. sp.
7. *Nudechinus darnleyensis* (T. WOODS).
8. *Heterocentrotus mamillatus* (KLEIN).
9. *Peronella Lesueuri* (VAL.).
10. » *orbicularis* (LESKE).
11. » *tuberculata* n. sp.
12. *Echinodiscus auritus* LESKE.
13. *Fibularia volva* AG. & DESOR.
14. *Breynia australasiae* (LEACH).

1. *Phyllacanthus longispinus* n. sp.

Pl. I—II; Pl. III, Fig. 2; Pl. V, Fig. 15.

There are only two dried specimens of this species, both in rather poor condition. One of them (specimen a) is broken in two pieces, but fortunately in such a way that it could be bound together to be photographed (Pl. I). The figures of this and the other specimen (b) (Pl. II) convey a good idea of what a magnificent species this is.

	Horiz. Diam.	Height.	Apical Area	Peristome	I. Ambulacra		Ambulacra		Longest Radioles
					Width	No. of plates	Width	No. of plates	
Specimen a.	85 mm	52 mm	30 mm	?	45 mm	6—7	7 mm	21—22	105—7 mm
b.	78 »	50 »	28 »	35 mm	44 »	6—7	8 »	21—22	103

The specimen a is only labelled N.W. Australia, specimen b Cape Jaubert. That both are littoral, is probable, but there is no information about them. It would be interesting to know whether this species, with its immense radioles, is able to conceal itself under rocks and in crevices in the same way as *Ph. parvispinus*, which is found in such places, often in places so narrow, that one cannot help wondering how it could get there with its big, clumsy spines.

The very long primary radioles are fairly slender, very nearly cylindrical, only slightly attenuated towards the point, which is fluted as usually in *Phyllacanthus*. They are finely striated-tuberculated, the tubercles being distinctly serially arranged. The adoral radioles are somewhat clubshaped (Pl. II). The ambulacral marginal spines are thin and cylindrical with merely an indication of a flattening at the tip, differing considerably from the distinctly widened and flattened marginal ambulacral spines of the other species of this genus. The small spinelets covering the apical area and the median space of the ambulacra and interambulacra are quite short, thick, as is usual in this genus.

The median ambulacral area is occupied by four rows of small spines (tubercles) in specimen b; in specimen a there are only quite exceptionally more than two rows of small spines in the median area, which thus looks less crowded than in the other specimen. The median interambulacral area is fairly broad.

Apical area. The ocular plates are all widely separated from the anal area. The genital pore is on the top of a very conspicuous conical elevation (Pl. III, Fig. 2); the spines on it are quite small, as are those on the middle of the genital plate. The elevation is thus not produced by larger spines surrounding the genital opening, as is the case in *Phyllacanthus magnificus* H. L. CLARK. In the other species of the genus there is no such elevation. It is somewhat more conspicuous in specimen b than in specimen a, but it is quite distinct also in the latter specimen.

Nothing can be said of the character of the peristome, only a very small fragment of it being left in specimen b.

The large globiferous pedicellariae appear to be numerous on the peristome; there are several of them on the few peristomial plates left in specimen b. They differ somewhat from those of *Ph. imperialis* (see DÖDERLEIN, Japanische Seeigel, I. Cidaridae u. Saleniidae. 1887. Taf. IX, Fig. 7 d), both in shape and in being much more serrate along the edges of the blade (Pl. V, Fig. 15). The stalk is twice as long as the head, without a limb. The tridentate and the small globiferous pedicellariae do not differ from those of *Ph. imperialis*.

Color dark violet, radioles uniformly gray.

That this is a distinct species is evident enough. The great length of the radioles makes it very conspicuous among the species hitherto known of this genus. The slender ambulacral spines, the elevations on which the genital pores are situated, as well as the characters of the large globiferous pedicellariae, and also the small number of interambulacral plates, constitute a series of characters by which this species is easily distinguished from all the other species of the genus *Phyllacanthus* (viz. the species *imperialis*, *parvispinus*, *magnificus*¹ and *Thomasii*).² The number of coronal plates alone is sufficient to show that it has no nearer relation to the species *magnificus* and *Thomasii*; from *imperialis*, which has also only 6 coronal interambulacral plates, it is very easily distinguished by the characters of the radioles and the marginal ambulacral spines, as also by the elevation on the genital plates and the shape of the large globiferous pedicellariae. Finally from *Ph. parvispinus*, which I am inclined to regard as a distinct species, it differs, besides in the characters of the radioles, ambulacral spines and genital plates, in a very marked way in the characters of the large globiferous pedicellariae; these are in *parvispinus* very numerous, on both the test and the peristome, and very short-stalked, the stalk being only half the length of the head, and the valves are quite different in shape with a much larger glandular cavity (Pl. V, Fig. 21).

There are thus no less than three distinct species of the genus *Phyllacanthus* living along the coasts of Australia.

¹ H. L. CLARK, The Echinoderms of the Western Australian Museum. Records W.A. Museum. I. 1914, p. 158. Pl. XXVI.

² A. AGASSIZ & H. L. CLARK, Hawaiian and other Pacific Echini. The Cidaridae. Mem. Mus. Comp. Zool. Vol. XXXIV, 1907, p. 15. Pls. 5, 1—17, 26, 5—8 and 27—30.

2. *Prionocidaris bispinosa* (LAMK.).

Pl. III, Fig. 1.

- Cidarites bispinosa*. LAMARCK. 1816. Hist. nat. des animaux sans vertèbres. III, p. 57.
- Phyllacanthus annulifera*. A. AGASSIZ. 1872-73. Rev. of the Echini, p. 150, 387. Pl. I. e. Figs. 21-26.
- Rhabdocidaris bispinosa*. DE LORIOU. 1873. Description de trois espèces d'Echinides. Mém. Soc. Sc. nat. Neuchatel V, p. 33. Pl. V.
- annulifera*. BEDFORD. 1900. On Echinoderms from Singapore and Malakka. Proc. Zool. Soc. p. 274. Pl. XXI. Figs. 1. a-d.
- Leiocidaris bispinosa*. DÖDERLEIN. 1902. Bericht über die v. Herrn Prof. Semon bei Amboina u. Thursday Isl. ges. Echinoidea. Jen. Denkschr. VIII p. 695. Taf. LVIII. Fig. 5-11.
- Stephanocidaris bispinosa*. TH. MORTENSEN. 1903. »Ingolf» Echinoidea I. p. 17, 19, 28, 172. Pl. X. Fig. 17.
1904. The Danish Expedition to Siam. Echinoidea I. Mém. Acad. R. d. Sc. Copenhagen. 7 Sér. I, p. 6. Pl. II, Figs. 3, 17, 18; Pl. IV, Fig. 30; Pl. V, Figs. 20, 25.
- Cidaris (Stephanocidaris) bispinosa*. DE MEIJERE. 1904. Die Echinoidea d. »Siboga»-Expedition. »Siboga»-Expedition. XLII, p. 4, Taf. II, 4; Taf. II, 14.
- Stephanocidaris bispinosa*. DÖDERLEIN. 1906. Die Echinoiden d. deutschen Tiefsee-Exped., p. 92. Taf. 44; Fig. 4. a-i.
- Phyllacanthus annulifera*. A. AGASSIZ & H. L. CLARK. 1907. Hawaiian a. o. Pacific Echini. The Cidaridae. Mem. Mus. C. Z. 34, p. 15. Pl. XII, b. Figs. 14-15.
- » » H. L. CLARK. 1907. The Cidaridae. Bull. Mus. Comp. Zool. 51, p. 188.
- Plococidaris bispinosa*. TH. MORTENSEN. 1909. Die Echinoiden d. deutschen Südpolar-Exped. Deutsche Südp. Exp. 1901-3. Bd. XI. Zoologie III, p. 50, 53.
- Prionocidaris bispinosa*. DÖDERLEIN. 1911. Über Echinoidea v. den Au-Inseln. Abh. d. Senckenb. Naturf. Ges. Bd. 34, p. 240. Taf. IX, Fig. 1-2.
- Phyllacanthus annulifera*. H. L. CLARK. 1914. The Echinoderms of the Western Australian Museum. Rec. W. A. Museum. I, p. 161.
- Prionocidaris bispinosa*. DÖDERLEIN. 1914. Echinoidea. Fauna Südwest Australiens. Ergebn. d. Hamburger Südw. Austr. Forschungsreise. 1905, p. 451.

Of this species there are three fine, large, dried specimens, labelled Cape Jaubert, and a fourth in alcohol, labelled 45 Miles W.S.W. of Cape Jaubert, 24-27 meters (3-14/VII. 1911). They must be referred to the forma *typica*, on account of the character of their radioles. They are all very conspicuously coloured, deep red-brown, both on the secondary spines and on the collar of the radioles. The few radioles, which are not completely covered with foreign organisms, show that they are banded with red-brown bands. Also the test is exceptionally coloured, of a deep violet color, especially in the ambulacral areas and on the apical area. A very conspicuous feature is the widened, crownshaped tip of the actinal radioles (Pl. III, Fig. 1). None of the specimens have large globiferous pedicellariae.

Besides these larger specimens there is a small one (Pl. IV, Fig. 3), also from 45 Miles W.S.W. of Cape Jaubert, 24-27 meters, which is peculiar through its very short radioles, the longest being only 22 mm, and those of the aboral side (the fully formed, of course) only 13-15 mm. (The horizontal diameter of the specimen is 28 mm.) The adoral radioles are crownshaped widened as in the typical form. The secondary spines are white, with a sharply limited red-brown midline. The test is white. The ocular plates are almost naked, while the genital plates are rather closely covered with spines. All this, combined with the rather broad, naked ambulacral midline, results in a quite unusual and most exquisite coloration.

In this specimen a single large globiferous pedicellaria was found, with a beautiful limb on the stalk and the valves of the typical structure, without endtooth, as figured by DÖDERLEIN (Echinoidea d. deutschen Tiefsee-Exped. Taf. 44, fig. 4 g, h).

This specimen looks so different from the typical form as well as from any of the varieties hitherto described, that it seems quite justifiable to make a new variety of it, in spite of the scanty material. In fact, the characters, more especially the very short radioles, would seem rather to indicate that it represents a separate species. But, so long as no more material is available, it is evidently preferable to regard it only as a new variety of this very variable species. I shall name it var. *elegans* n. var.

It should be mentioned that under the spines surrounding the base of one of the radioles was found a small white Planarian. Whether this is a case of symbiosis or the Planarian came there more accidentally, can, of course, not be decided from the present material alone.

It may be useful to give here a summary of the history of the name of this species, which has caused such unusual trouble to Echinologists. The reason for all the trouble lies in the fact that A. AGASSIZ referred the name *bispinosa* of LAMARCK to quite another species than that to which LAMARCK applied the name *Cidarites bispinosa*, and then gave such an imperfect description of his species that nobody could recognize it therefrom. It was only after H. L. CLARK (in A. AGASSIZ & H. L. CLARK: Hawaiian a. o. pacific Echini. The Cidaridae) had reexamined the type-specimen of AGASSIZ' *Stephanocidarites bispinosa* and pointed out some new, important characters, that it became evident that the *Cidarites bispinosa* of LAMARCK and the *Stephanocidarites bispinosa* of AGASSIZ were two quite different species. For the latter DÖDERLEIN (Über Echinoidea v. d. Aru-Inseln, p. 242) proposed the name *Prionocidarites Agassizi*, after having pointed out that the name *Stephanocidarites* was only a synonym of *Goniocidarites*.

The true *Cidarites bispinosa* of LAMARCK has hitherto been tenaciously named *Phyllacanthus annulifera* by H. L. CLARK, as was done by AGASSIZ in his »Revision of the Echini». In my »Ingolf Echinoidea» I, p. 172, I pointed out, after having examined the type-specimens in the Paris-Museum, that LAMARCK's *annulifera* is identical with the species figured by DE LORIOLE (Description de trois espèces d'Échinides app. à la fam. des Cidaridées 1873, Pl. III) as *Cidarites annulifera* LAMARCK, while the *Phyllacanthus annulifera* of AGASSIZ is the *Cidarites bispinosa* of LAMARCK. To this CLARK objects (The Cidaridae, 1907 p. 189) that »A. AGASSIZ examined all of LAMARCK's types some forty years ago and satisfied himself that the present species (viz. *Prionocidarites bispinosa* (LAMK.) is LAMARCK's *annulifera*. In a disagreement such as this it is obvious that the earlier investigation is the one least liable to error, for there had been considerably less time for a chance confusion of labels or specimens.» In the paper quoted above DÖDERLEIN gives a fair representation of the reasons against CLARK's view, which I need not repeat here, and finally in his paper on the Echinoidea in »Die Fauna Südwest-Australiens» DÖDERLEIN states that »nunmehr auch H. L. CLARK, wie er mir brieflich mitteilte, sich hat überzeugen lassen, dass

es diese Art ist, der mit Recht der LAMARCK'sche Name *bispinosa* zukommt». Unfortunately this conviction came so late that CLARK still uses the name *Phyllacanthus annulifera* for this species in his paper on the Western Australian Echinoderms, published in the same year, 1914, as was DÖDERLEIN's paper.

In his »Report on the Sea-Lilies, Starfishes, Brittle-Stars and Sea-Urchins obtained by the F. I. S. »Endeavour» on the coasts of Queensland, New South Wales, Victoria, South Australia and Western Australia»¹ H. L. CLARK appears to have finally accepted the interpretation of these species maintained by DÖDERLEIN and myself, and also the limitation of the genus *Phyllacanthus* maintained by us. In the same time he points out, that the *Stephanocidaris bispinosa* of AGASSIZ is identical with the *Phyllacanthus australis* of RAMSAY, the species having thus to be named *Prionocidaris australis* (RAMSAY), the name *Pr. Agassizi* DÖDERLEIN becoming a synonym of it.

In my »Echinoiden d. deutschen Südpolar-Exped.« I established the genus *Plococidaris* for the two species *bispinosa* (LAMCK.) and *verticillata* (LAMCK.). DÖDERLEIN (Ech. d. Aru-Inseln, p. 242) objects that the character of the presence or absence of spots on the collar of the radioles, which is the only essential mark of distinction between *Prionocidaris* and *Plococidaris*, is too insufficient for generic distinction. I agree that it is an unessential character, but then it is a fact that among the Cidarids apparently trivial differences in the radioles do afford very important characters for the distinction of the genera (e. g. *Calocidaris*). In any case the species *bispinosa* and *verticillata* form a separate group within the genus *Prionocidaris*, and it is then rather a matter of convenience, whether we will regard such group as a separate genus or not. If the var. *elegans* should prove to form a separate species, that would be additional reason for keeping this group of species as a separate genus or, at least, subgenus. For the present, however, I think it unnecessary to maintain the genus *Plococidaris*, and agree with DÖDERLEIN in referring also the species *bispinosa* and *verticillata* to the genus *Prionocidaris*.

Herewith we have evidently at length come to an agreement and — it may be expected — a final settlement of these vexating nomenclatural questions. The species of the two genera *Phyllacanthus* and *Prionocidaris* are then the following.

Phyllacanthus BRANDT.

Genotype: *imperialis* (LAMCK.) (Syn. *dubia* BRANDT).

Other species: *tenuispinus* WOODS; *Thomasii* A. AG. & H. L. CLARK;
magnificus H. L. CLARK; *longispinus* MRTSN.

Prionocidaris A. AGASSIZ.

Genotype: *baculosa* (LAMCK.), with var. *annulifera* (LAMCK.).

Other species: *bispinosa* (LAMCK.) (non A. AG.); *australis* (RAMSAY) (syn. *bispinosa* A. AG., *Agassizi* DÖDERLEIN); *hawaiiensis* (A. AG. & H. L. CLARK); *glandulosa* (DE MEIJERE); *verticillata* (LAMCK.).

¹ Biological Results of the Fishing Experiments carried on by the F. I. S. »Endeavour» 1909—14. Vol. IV. Part I. 1916. p. 96—98.

3. *Goniocidaris tubaria* (LAMARCK).

Pl. IV, Figs 1—2.

- Goniocidaris tubaria*. A. AGASSIZ. 1872. Revision of Echini, p. 131, 397, Pl. I. c. 9—14, I. e. 32—36.
 » » DÖDERLEIN. 1887. Die Japanischen Seeigel. I. Cidarida p. 27, Taf. IX. 9. a—e.
 » » H. L. CLARK. 1907. The Cidaridae, p. 198, Pl. X. 5, Pl. XI.
 » » H. L. CLARK. 1909. Scientific Results of the Trawling Exped. of H. M. C. S. »Thetis«. Echinodermata. Mem. Austral. Mus. IV, p. 553.
 » » H. L. CLARK. 1914. The Echinoderms of the Western Australian Museum, p. 162.
 » » DÖDERLEIN. 1914. Echinoidea. Fauna Südwest Australiens, p. 453.

There are two dried specimens of this species from Cape Jaubert, both in poor condition, evidently found on the beach. In one of them (Pl. IV, Fig. 2) only some of the upper radioles are preserved; they are of a beautiful violet colour, with a double row of spines and flattened at the tip. This specimen has quite a number of large globiferous pedicellaria on the apical area. The other (Pl. IV, Fig. 1) has the radioles thorny all round and not flattened at the tip.

Evidently this species is highly variable, especially as regards the shape of its radioles. Perhaps a better material will prove that it is not really all one species.

4. *Salmacis sphaeroides* (LINNÉ).

- Salmacis sphaeroides*. DÖDERLEIN. 1902. Echinoidea v. Amboina u. Thursday Isl., p. 716, Taf. LXIII. Fig. 1—4.
 » » TH. MORTENSEN. 1904. Siam-Echinoidea, I, p. 70, Pl. V, 23, Pl. VI, 1, 11, 41.
 » » H. L. CLARK. 1914. The Echinoderms of the W. Austr. Museum, p. 164.

One single, dried specimen, h. d. 56, v. d. 32.

The sutural pores are very obsolete, hardly discernible. The globiferous pedicellaria contain bihamate spicules, sometimes in great numbers. Also in the tube feet spicules are fairly numerous. — Otherwise there is nothing specially noticeable in this specimen.

5. *Temnopleurus scalaris* n. sp.

Pl. IV, Figs. 7—9; Pl. V, Figs. 8, 14, 17.

There are two specimens of this interesting new species, one in alcohol, but in no very good condition, from 45 miles W. S. W. off Cape Jaubert, 27 meters (3/VII. 1911), the other a naked test, without the apical system, and unlabelled — evidently found on the beach.

The measurements of the two specimens are as follows.

	Height	Diameter of test	Apical area	Peristome	Width of		Number of plates	
					Ambulacra	I. Ambulacra	Ambulacra	I. Ambulacra
1. (in alcohol)	26 mm	45 mm	8 mm	13 mm	11 mm	16 mm	39—40	28—29
2 (dry)	25 »	45 »	7 »	13 »	11 »	16 »	39—40	26—27

Test regularly arched on the aboral side, flattened on the oral side.

Ambulacra with a primary tubercle on each plate, forming a regular series close along the pore area. Inside the primary tubercle another tubercle appears from about the 10th—12th plate from above, at first irregularly, not on every plate, and at the median edge of the plate. Farther downwards this tubercle approaches the middle of the plate forming a more regular series, and towards the ambitus there is thus formed an inner series of tubercles, nearly as regular as that formed by the primary tubercles, and the secondary tubercles are here slightly larger than the primary ones. At the ambitus again another series of small tubercles appears at the median edge of the plates, forming a short irregular median series; a few of them nearly reach the size of the primary tubercles. Some few miliary tubercles are found, mainly along the upper edge of the plates. The pore zone is rather broad, naked or, below the ambitus, with a few miliary tubercles. The triplets of pores are oblique, straight. The sutural grooves are well defined, broad, reaching from the median line to the base of the primary tubercle. Towards the ambitus, by and by as the secondary tubercles grow larger, the groove is narrowed by them and at the ambitus so much so, that the edges of the groove join and the groove is thus divided in two, a larger part from the median line to the secondary series of tubercles and a small part between the secondary and the primary series. Below the ambitus this outer part of the groove disappears. At the median end the groove suddenly deepens into a deep distinctly limited hole.

Interambulacra. The tubercles form a distinct transverse series of four, sometimes five, at the ambitus, the number gradually diminishing towards the peristome and towards the apical system. The primary tubercles do not exceed the other tubercles in size, except in the proximal and distal part of the area. Some few miliary tubercles occur at the distal edge of the plates, especially one to each side of the primary tubercle; a slight elevation proceeds from their base towards the primary tubercle, which gives some impression of a radiation from the latter. The crenulation of the tubercles, even the smaller ones, in both areas is fine, but distinct.

The grooves of the interambulacra are well defined, very broad, the inner ones reaching from the median edge, where they terminate in a small, but sharply defined, deep cut, to the base of the primary tubercle, and the outer ones, in the same way reach from the outer edge of the area to the base of the primary tubercle, the two grooves being separated here only by a very narrow bridge. The secondary tubercles tend to narrow the grooves, and just below the ambitus this narrowing goes so far that the edges actually join, and the groove is divided, the outer in two, the inner in three parts, so that we have here a series of 5 small, distinct grooves along each horizontal suture. Nearer the peristome the intermediate grooves gradually disappear, only the inner and the outer groove remaining, and on the 2—3 plates nearest the peristome also the inner pore has disappeared. Along the border between the ambulacral and interambulacral plates there is a series of quite small pores, four to each interambulacral plate, situated in the angles of the components of the ambulacral plates.

Although very broad in themselves the sutural grooves are made to look even much broader through the coloration of the test. The ground colour is dark violet, the grooves white. But then a white line of the same width as the groove continues from each groove along the middle of the opposite plate unto the tubercle adjoining the primary one, the dark violet colour being confined to the edges of the grooves, where it occupies a band hardly as wide as the groove. This gives the impression that the groove goes across the whole median part of the area, from primary tubercle to primary tubercle, and the test gets a most peculiar ladder-like appearance, to which the species name *scalaris* refers.

The apical system does not present any conspicuous features. The ocular plates are all exsert. There is a series of tubercles along the inner edge of the genital plates, making a complete circle round the anal area. The genital pores are rather large. The plates of the periproct are small, the anal plate hardly discernible.

The peristome is entirely naked, without pedicellariae or spines on the buccal plates. Inside the buccal plates it contains numerous small fenestrated plates.

The spines are of a red-violet colour, not banded. The colour is lighter at the base and the very tip whitish. The spines near the peristome are flattened and a little widened towards the point, very slightly curved. The spines are all very short, only ca. 5 mm long. Nearly all of them have a curious appearance; from a sharply limited ring about the middle of the spine it becomes distinctly thinner and lighter coloured. This is due to the fact that they have been broken and regenerated. Sometimes they have been broken and regenerated twice. Either the spines of this species must be exceptionally brittle, or this specimen must have been exposed to an unusually rough treatment during life.

Pedicellariae. The globiferous pedicellariae (Pl. V, Fig. 17) have no lateral teeth, only a small knob-shaped prominence below the endtooth. The corners of the basal part are not prominent. The glands are double, as usual in the *Temnopleurids*. Tridentate pedicellariae were not found. The ophicephalous pedicellariae (Pl. V, Fig. 14) are deeply sinuate along the edge of the blade. The triphyllous pedicellariae (Pl. V, Fig. 8) present no characteristic features.

The spicules are typical bihamate, very scarce in the tubefeet, rather numerous in the gills. The peristomial membrane hardly contains a single spicule and also the internal organs are devoid of spicules.

The present species is very distinct from any other species of *Temnopleurus* hitherto described and does not appear to be closely related to any of them. While in the case of several species it is almost a matter of convenience, whether they should be referred to the genus *Temnopleurus* or to *Salmacis*, there can be no doubt about the generic position of the present species. It is a typical *Temnopleurus*.

In his paper on the Echinoderms of the Western Australian Museum H. L. CLARK mentions a pair of specimens, bare tests, of a *Temnopleurus*, which he thinks represents a new species. He gives no description, except of the colour, which is dull green, with the median ambulacral and interambulacral areas cream-coloured. Judging there-

from they cannot be identical with the present species. There must thus, evidently, occur at least two species of *Temnopleurus* along the West Coast of Australia.

6. *Temnotrema elegans* n. sp.

Pl. IV, Figs. 4—6; Pl. V, Fig. 3.

This species is closely related to *Temnotrema decorum* DÖDERLEIN (*Pleurechinus bothryoides* aut.), with which it agrees especially in the important feature of having a pair of lateral teeth below the endtooth on the blade of the globiferous pedicellariae. Also the structure of the test is so much alike that no quite distinct difference between the two species can be pointed out herein. Judging from the material of the two species available (I have only a single specimen of *T. decorum*, 18 mm h. d., while the largest specimen of the new species is 15 mm h. d.) the grooves are some-

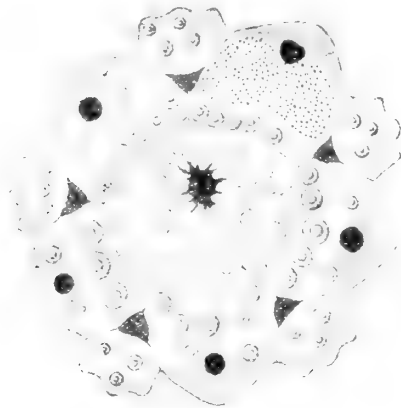


Fig. 1.



Fig. 2.

Figures 1—2. Apical system of *Temnotrema decorum* (Fig. 1) and *Temnotrema elegans* (Fig. 2). Both figures $1\frac{1}{2}$.

what smaller in *elegans* than in *decorum*. It also appears that the secondary ambulacral tubercles are comparatively somewhat larger in *decorum*, the series remaining quite distinct nearly to the edge of the peristome, while in *T. elegans* they disappear soon below the ambitus. The triplets of pores form arcs, slightly concave outwards as in *T. decorum*.

More distinct characters are found in the apical system. It is distinctly elevated above the level of the test, only a very small outer part of the genital and ocular plates being at a level with the upper part of the test, sharply limited against the thickened inner part of these plates. In *T. decorum* this limit is not nearly so sharp, and the outline of the thickened part is different, as seen by a comparison of the two textfigures 1—2. The outer part of these plates is darker coloured than the inner thickened part. The periproct is somewhat smaller in *elegans* and the anal plates fewer and slightly larger than in *T. decorum*. The peristome is entirely naked,

except for a narrow ring of small, fenestrated plates along the inner border, inside the buccal plates, which are small and rounded. Otherwise the peristomial membrane contains rather numerous bihamate spicules of somewhat elongate shape (Text-fig. 3). At the base of the gills there are some delicate, very wide-meshed fenestrated plates. The gills otherwise contain only few bihamate spicules.

The colour of the test is quite different in the two species. While in *T. decorum* it is uniformly olivegreen, it is in *T. elegans* greenish-white, the pore-areas beautifully pinkish.

The spines are whitish, with mostly three narrow bands of a violet-red colour, the outer one the largest and most intensely coloured; this coloration is conspicuously different from that of *T. decorum*, which has the spines banded with intense scarlet bands. The spines near the peristome are flattened and distinctly widened at the tip; in *T. decorum* this character is much less conspicuous. In structural characters the spines are otherwise alike in the two species.

The pedicellariae. As stated already the globiferous pedicellariae (Pl. V, Fig. 3) are like those of *T. decorum*, having a pair of distinct lateral teeth below the endtooth; sometimes there may even be two teeth on one side. They are generally quite numerous. Tridentate pedicellariae were not found. The ophicephalous and triphyllous pedicellariae do not differ from those of *T. decorum*. Spicules are very scarce in the tubefeet as well as in the inner organs. They are of the same slender, bihamate type as those of the peristome.

There are 7 specimens from 45 miles W.S.W. of Cape Jaubert, 27 meters (29/VI. 1911). One of them is somewhat lighter coloured than the rest, but otherwise all agree closely in all the features characteristic of the species.

The differences between the present species and *T. decorum* are, certainly, not very important; still they appear to be quite constant, so that it can hardly be doubted that we have here a distinct, well defined species. However, it is desirable to have it compared with specimens of *T. decorum* of a corresponding small size.

The largest specimen has the following measurements.

Height 9,5 mm. Diameter 15 mm. Apical system 3,5 mm. Peristome 6 mm. Ambulacral plates 21. Interamb. plates 17.

7. *Nudechinus darnleyensis* (WOODS).

- Echinus darnleyensis* TENISON WOODS. 1878. The Echini of Australia. Proc. Linn. Soc. N. S. Wales, II, p. 165.
Gymnechinus » TH. MORTENSEN. Ingolf Echinoidea, I, p. 110, 136.
 » » DE MEJERE. »Siboga»-Echinoidea, p. 89, Taf. XVII, Fig. 275—6, Pl. XXI, Figs. 7, 23, 36.
 » » TH. MORTENSEN. Siam-Echinoidea, I, p. 117.
Nudechinus » H. L. CHARK. Hawaiian a. o. Pacific Echini. The Pedinidae, . . . and Echinometridae. Mem. Mus. Comp. Zool., Vol. XXXIV, N:o 4, 1912, p. 277.

A single small specimen, 6 mm in diameter, from 45 Miles W.S.W. of Cape Jaubert, 20 M. (10/VII. 1911).




Fig. 3. Spicules from the peristomial membrane of *Temnotrema elegans*. ^{220/1}.

Although I have no small specimens of *darnleyensis* for comparison, I have very little doubt that the present specimen really belongs to this species. At least it is very closely related to this species, and from the material available no differences can be pointed out. Tridentate pedicellariae are not found in this specimen.

8. *Heterocentrotus mamillatus* (KLEIN).

- Heterocentrotus mamillatus*. A. AGASSIZ. 1872—73. Revision of the Echini, p. 133, 428, Pl. III. c, Pl. XXVI, Figs. 1—2, 14. Pl. XXVIII, Fig. 8.
 DE LORIOI. 1883. Catalogue raisonné des Échinod. rec. . . à l'île Maurice. Mém. Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève, XXVIII, p. 35.
 » » TH. MORTENSEN. 1903. Ingolf-Echinoidea, I, p. 129.
 DE MEIJERE. 1904. Siboga-Echinoidea, p. 102.
 » » H. L. CLARK. 1912. Hawaiian a. o. Pacific Echini. The Pedinidae . . . and Echinometridae, p. 378, Pl. 115—117.

One dried specimen, labelled Cape Jaubert.

9. *Peronella Lesueuri* (VAL.)

Pl. V, Fig. 25.

- Laganum Lesueuri*. L. AGASSIZ. 1841. Monographie d'Échinod. vivans et fossiles. II. Des Scutelles, p. 116, Tab. 24, Fig. 3—6.
Peronella decagonalis. A. AGASSIZ. 1873. Revision of the Echini, p. 521, Pl. XIII. e, Figs. 8—10.
Laganum Lesueuri. DE MEIJERE. 1904. Siboga-Echinoidea, p. 122, Taf. VI, Fig. 63, 67, 70, Taf. XVIII, Fig. 329—333.
Peronella » H. L. CLARK. 1914. Hawaiian a. other Pacific Echini. The Clypeastridae . . . Mem. Mus. C. Zool. Vol. XLVI, p. 53, Pl. 124, Figs. 23—24.
Laganum » DÖDERLEIN. 1914. Echinoidea; Fauna Südwest Australiens, p. 490.
Peronella aphnostina H. L. CLARK. 1914. Echinoderms W. Austr. Museum, p. 167, Pl. XXIV.

Two large specimens, 130 mm long, labelled only West Australia 1911. They are of the typical shape, as figured in Tab. 24, fig. 3—4 in L. AGASSIZ' Monograph.

Like H. L. CLARK I do not find the component rods of the miliary spines quite so abruptly widened as DE MEIJERE figures them. Concerning the pedicellariae I would remark that the larger tridentate form (Pl. V, Fig. 25) appears to me somewhat more slender than figured by H. L. CLARK, and there is a rather long slit downwards from the outer widened part, while H. L. CLARK figures the narrow tubeformed part as closed up to where the widening begins. Ophicephalous pedicellariae were not found.

The *Peronella aphnostina* of H. L. CLARK seems to me untenable as a separate species. The differences in the shape of the test seem hardly sufficient for distin-

¹ The name *Peronella* is taken here in the sense of H. L. CLARK, comprising the Laganids with 4 genital pores, those with 5 pores being referred to the genus *Laganum*. I would say, however, that I do not feel convinced that this difference in the number of the genital pores corresponds to the natural relationship of the Laganid species. But it is practical and may be very conveniently used, until it has been proved that it is artificial and thus without generic value.

guishing characters in view of the fact that this species is otherwise very variable in outline (granting that the authors are right in uniting into one species both *Lesueuri*, *elongatum* AG. and *rostratum* AG. — I have not critically examined these forms myself). Other distinguishing characters are not pointed out by CLARK. It also appears that a main reason for the establishing of a new species on this form was the fact that *P. Lesueuri* had till then not been found on the West Australian coast.

On one of the specimens was found a Polynoid¹ among the spines near the periproct.

To this species I refer provisionally a small specimen 25 mm long, from 45 miles W.S.W. of Cape Jaubert, 47 m. (12/VII. 1811) (Pl. IV, Fig. 12). It differs from the typical form in having the edge of the test somewhat thickened, the petals wider within and very distinctly narrowed at their outer end. The colour is redbrown. It is stated to have been redbrown with a greenish tint, when alive. Numerous ophicephalous pedicellariae are found on this specimen, but not one tridentate pedicellaria of the peculiar form occurring in the large, typical specimens could be found. The triphyllous pedicellariae have the blade slightly less widened than is the case in the typical form. The spines do not present marked differences from those of the typical form.

A naked test (the apical system and genital pores lacking) from nearly the same locality (48 miles W.S.W. of Cape Jaubert, 26 meters, 15/VII 1911) apparently belong to this same variety, only the petals being still a little wider.

It is quite probable that this form will ultimately prove to represent a distinct species. With the material available it is, however, impossible to come to a definite conclusion. Upon the whole I would say that I am by no means convinced that all the different forms referred to *P. Lesueuri* by DE MEIJERE really are only one species. But a very large material will be necessary for deciding the question.

10. *Peronella orbicularis* (LESKE).

Laganum orbiculare. L. AGASSIZ. 1841. Monogr. des Échinodermes vivans et fossiles. II. Des Scutelles, p. 120, Tab. 22, Fig. 16—20.

» » DE MEIJERE. 1904. Siboga-Echinoidea, p. 126, Taf. VI, Fig. 69, 73—75, Taf. XVIII, Fig. 335—339.

Peronella orbicularis. H. L. CLARK. 1914. Hawaiian a. o. Pacific Echini. The Clypeastridae p. 52.

To this species I refer provisionally two specimens from 45 miles W.S.W. of Cape Jaubert, 18—20 m. (10—16/VII. 1911).

They differ from the typical form, as described by DE MEIJERE, in the miliary spines being not oblique. Only triphyllous and ophicephalous pedicellariae are found.

A pair of naked tests from the same locality appear to belong to the same species.

¹ Mr. HJ. DITLEVSEN informs me that it is apparently a *Gastrolepidia*, so far as can be seen by a quite cursory examination.

There can hardly be any doubt that this form is nearly related to *P. orbicularis*; but it is quite possible that it will prove to be a new species. To solve this question definitely would require a much larger material than that at my disposal and also it would necessitate a very detailed study of the whole family of the Laganidae which I cannot undertake at present and to which the scanty material from this Expedition has no reasonable claim.

11. *Peronella tuberculata* n. sp.

Pl. IV, Figs. 10—11; Pl. V, Figs. 4, 6, 7, 11, 23, 24, 26.

One specimen from Broome, the beach, just below low-water mark. The measurements are as follows.

Length 43 mm. Width 41 mm. Height 7 mm. Petaloid area 25 mm. Distance from middle of periproct to posterior edge 7 mm.

The edge of the test is slightly thickened. Oral side slightly concave. Ambulacral furrows distinct more than halfway towards the edge. Apical area slightly elevated. The petals not very broad, widest in the middle, nearly closed at the outer end; 51—54 pore pairs. The four genital pores close to the apical area. Anal area naked, somewhat sunk; it is slightly transversely elongated.

The oral side carries numerous glassy tubercles, which are very conspicuous towards the thickened edge and near the peristome, where they form a short, distinct radiating line in the midline of each interradius. In the middle part of the interradii they are otherwise very scarce, and at the edge there are none. They are of very different size; some of them are nearly twice the size of the primary tubercles, the smallest only the size of the miliary tubercles. On the aboral side there are numerous small, glassy tubercles along the thickened edge, but none farther up. The spines, both primary and miliary, are very scarce on the oral side, except along the edge of the peristome and towards the edge of the test. On the aboral side the spine covering is dense as usually in these forms. The primary spines of the oral side (Pl. V, Fig. 26) are 2 mm long, very slender, slightly serrate, and with a distinct, a little, curved, glassy point. Those of the aboral side (Pl. V, Fig. 24) are only 0,5 mm long, somewhat fusiform, without a glassy point. None of the primary spines on the edge of the test are preserved, so that nothing can be said about their structure. The miliary spines are 0,3—0,4 mm long; the point is not much widened, the margin of the expanded component rods rather coarsely dentate. The radial plates of the crown are not serrate in the edge (Pl. V, Fig. 23).

The pedicellariae. A type of pedicellariae quite unique in the family of the Laganidae is found in this species, on the oral side, namely a five-valved pedicellaria (Pl. V, Figs. 4, 6). The largest ones found are 0,3 mm (length of head); there is no neck. The blade is slightly concave, the outer part without holes, the edge irregularly serrate; the apophysis, and, upon the whole, the basal part is more or less irregular.

Besides this form the usual triphyllous pedicellariae are found (Pl. V, Fig. 11) and small tridentate, 0,1 mm length of head (Pl. V, Fig. 7). Ophicephalous pedicellariae are not found.

This species is so well characterized by the combination of characters described and by the exceptional feature of the five-valved pedicellariae that there can be no doubt of its specific validity, even though there is only a single, not very finely preserved specimen in hand.

12. *Echinodiscus auritus* LESKE.

Pl. V, Figs. 1, 5, 9, 10.

- Lobophora aurita*. L. AGASSIZ. 1841. Monogr. des Échinod. vivans et fossiles. II. Des Scutelles, p. 70, Tab. 14, Fig. 3.
Echinodiscus auritus. A. AGASSIZ. 1873. Revision of the Echini, p. 531, Pl. XIII c, Figs. 1—2.
 » » DÖDERLEIN. 1902. Echinoidea ... Amboina u. Thursday Isl., p. 722, Taf. LXV, Fig. 1—3.
 » » DE MEIJERE. 1914. Siboga-Echinoidea, p. 138, Taf. XIX, Fig. 366—368.
 » » H. L. CLARK. 1914. Hawaiian a. o. Pacific Echini. The Clypeastridae, p. 71, Pl. 125, Figs. 9—10.

Two specimens, labelled only West Australia, 1911; one of them measures 130 mm in length, 120 mm in width, the other, which is very much broken, measures 110 mm in length. The shape of both specimens agrees with that figured by DÖDERLEIN (Op. cit., Pl. LXV, Fig. 1). It may be mentioned that both specimens have a very distinct, white-tipped anal proboscis.

While DE MEIJERE mentions small tridentate and triphyllous(?) pedicellariae as occurring in this species, H. L. CLARK states these pedicellariae to be bidentate and biphyllous. (The figure 368, Tab. XIX of DE MEIJERE would also seem to be a bidentate pedicellaria.) The two specimens in hand have no bivalved pedicellariae; they are all three-valved. This remarkable difference in the pedicellariae would appear to indicate that there are two different species included in the *Echinodiscus auritus* as presently circumscribed. Whether these will perhaps prove to correspond to the forms distinguished by the older authors as *Echinodiscus (Lobophora) bifissa* and *aurita* must remain an open question as yet. In any case specimens with bi-valved pedicellariae should be critically examined and compared with such as have three-valved pedicellariae.

The tridentate pedicellariae are quite conspicuous, reaching a size of 0,4 mm length of head. They are rather different in shape. In one form (Pl. V, Figs. 1, 5) the valves are strongly serrate in the outer part, with no serrations in the lower part; they recall the valve figured by CLARK, which has, however, only some small serrations at the point. The other form (Pl. V, Fig 9) looks more like the one figured by DE MEIJERE. The triphyllous pedicellariae (Pl. V, Fig. 10) are rather

different from that figured by CLARK, as seen by a comparison of the figures. Ophi-
cephalous pedicellariae were not found.

The spines are of the structure described and figured by DE MEIJERE, except
that the miliary spines of the aboral side are somewhat more closely and finely
serrate at the point.

13. *Fibularia volva* AGASSIZ & DESOR.

Pl. V, Figs. 12, 13, 16, 20, 27, 28.

Fibularia volva. AGASSIZ 1873. Revision of Echini, p. 509.

» » » DE MEIJERE 1904. »Siboga» Echinoidea, p. 113.

» » » H. L. CLARK. 1914. Hawaiian a. o. Pacific Echini, Clypeastridae etc., p. 58.

A single beautifully preserved specimen from 45 miles W.S.W. of Cape Jaubert,
24 m. (2/VII. 1911) may be referred provisionally to this species. At the present
stage of our knowledge of these small Echinoids it is impossible to form a definite
idea of the specific limits of the different species recognized, most of them being
known only from imperfect descriptions of naked tests.

The specimen in hand measures 9 mm in length, 4,5 mm in height and 6 mm
in width. Through the dense, uniform coating of spines are seen 20 distinct meridian
lines of yellowish tubefeet, running from apex to mouth, viz. two in each ambula-
crum and two in each interradius. In the petaloid part of the ambulacra there is
one simple tubefoot adjoining each branchial tubefoot, situated adorally to the inner
(adradial) pore of each pair; in the outer part of the petals there are two such simple
tubefeet between the branchial feet, and outside the petals they increase in number
so as to form a little cluster of some twenty tubefeet to each plate, thus continuing
until the peristome. The whole way down the feet of each plate remain distinct,
the whole together forming the meridian line above described. In the interambu-
lacra there is the same distribution of these tubefeet, except that there are, of course,
no branchial tubefeet in the upper part. These groups of tubefeet do not appear to
be situated in grooves of the test, as is the case in *F. cribellum*, according to DE
MEIJERE (Siboga-Echinoidea, p. 112). The pores of the petals are rather large,
rounded; there are 6—7 pairs in the postero-lateral, 5—6 pairs in the antero-lateral petals
and 5 pairs in the anterior petal. The genital pores are somewhat smaller than the
petaloid pores. The madreporic plate has about 16 small pores, arranged round a
single central tubercle, the posterior part remaining imperforate.

The peristome is covered with numerous small plates; the same is the case
with the periproct. In the present specimen the anal opening lies on the top of a
small cone, with a circle of rounded grains at the edge. Whether this anal cone is
a normal feature or just the stage assumed at the evacuation of the excrements
can, of course, not be ascertained from this single specimen.

The primary spines are ca. 0,8 mm long, simply rounded at the point, and
with a few serrations in the outer part; those around the peristome are somewhat

curved and a little widened towards the point. The miliary spines are ca. 0,4—0,5 mm long, smooth or slightly serrate, with a small crown; the margin of the component rods without indentations (Pl. V, Fig. 27).

Of pedicellariae only two sorts are found, viz. globiferous and triphyllous. The globiferous pedicellariae (Pl. V, Figs. 16, 20, 28) have long, tubeshaped, curved valves, ending in a simple point, on the outer side of which is seen a fine opening. On each side of the apophysis there is a large hole; evidently the poison glands open through these holes into the tube, the poison being then emptied through the opening on the endtooth. As seen in Pl. V, Fig. 28, there is an inner sac in connection with each hole, there being thus a pair of such sacs for each valve. Probably this inner sac is only the lumen of the gland, filled with the secretion. The outer part of the poison gland is more threaded in structure, probably on account of the presence of muscle fibres; the exact structure, as well as the exact limit downwards of the gland could not be ascertained on the material available. — The stalk of the globiferous pedicellariae is a rather thick, finely fenestrated tube; there is no neck. The biphyllous pedicellariae (Pl. V, Fig. 13) have the valves provided with long teeth at the point, these teeth interlacing, when the valves close.

The tubefeet have a very small calcareous ring (Pl. V, Fig. 12), consisting of three small, elegantly shaped, fairly regularly branching plates, and three alternating small, simple spicules below forming a ring, after the usual type. In each ambulacrum there is a single pair of somewhat larger tubefeet at the border of the peristome, corresponding to what obtains in *Echinocyamus* (»Ingolf»-Echinoidea II, p. 29, Pl. XII, Figs. 26—27). I have found no calcareous ring in these oral tubefeet.

The presence of interambulacral series of tubefeet is a feature of considerable interest, not hitherto noticed in the *Fibularia*'s. It is, however, not a feature peculiar to the present species. I have found it quite distinct in another species (as yet undetermined), which I have collected in the Gulf of Siam, and I think I can discern such meridians of interradial pores also in *Fibularia craniolaris* (only more or less worn tests of this species are available). It may then perhaps prove to be a character of generic value. The number of pores in the madreporic plate, on the other hand, certainly is a character of specific value. In *F. craniolaris* there is only one large, transversely elongated pore; the same is the case in *F. cribellum* DE MEIJERE, while in the species from Siam, mentioned above, there are about 8 small pores. This will then evidently prove a feature of considerable value for distinguishing the species of this genus.

Hitherto globiferous pedicellariae were totally unknown in the *Clypeastrina*. It is then a very interesting fact that they have been discovered in this species, a fact which is of no small importance for the discussion of the ancestry of the whole group of the *Clypeastrina*. I shall, however, not enter on this very interesting problem at present. I may mention here that I have found globiferous pedicellariae of the same structure also in the above mentioned *Fibularia*-species from the Gulf of Siam; it would then appear that these pedicellariae are a characteristic of the genus *Fibularia*.

From the same locality, together with the specimen of *Fibularia volva*, there is a small specimen, 7 mm long, of another species of *Fibularia*, which is, in any case, related to *F. cribellum* DE MEIJERE, but may perhaps be a new species. I do not think it possible to reach a definite conclusion about it at present, and as it is an immature specimen and, moreover, in a poor state of preservation I shall give only these remarks about it at the present occasion.

In any case it is proved herewith that at least two different species of *Fibularia* occur at the West Australian coast, none being known from there previously.

14. *Breynia australasiae* (LEACH).

Pl. V, Figs. 2, 18, 19, 22.

- Breynia australasiae*. AGASSIZ. 1873. Revision of the Echini, p. 578, Pl. XV, a, 7—9, Pl. XXV, 32, Pl. XXVI, 20.
 » » DE MEIJERE. 1904. »Siboga» Echinoidea, p. 192.
 » » DÖDERLEIN. 1914. Echinoidea. Fauna S.W. Australiens, p. 491.
 » » H. L. CLARK. 1914. Echinoderms W. A. Museum, p. 169.
 » » H. L. CLARK. 1917. Hawaiian a. o. Pacific Echini. The Echinoneidae Spatangidae. Mem. Mus. C. Z. XLVI, p. 250, Pl. 146, 31.

48 miles S.W. of Cape Jaubert, 12 m. (3/VI. 1911), 10 large and 3 smaller specimens,
 45 » W.S.W. » » 24 » (8—14/VII. 1911), 1 large specimen, 80 mm long.

There are also some dried specimens, mainly naked tests, from Cape Jaubert, probably from the beach.

In the small specimens (13—14 mm long) the genital pores have not been formed. The inner fasciole is as yet distinct only in the part near the apical system.

The pedicellariae. Besides the forms described by H. L. CLARK (1917), I have found globiferous pedicellariae in some specimens, especially in the large specimen from 24 m. They were found only in the posterior ambulacra on the naked part between the peristome and the hind end, and always along their outer side, sometimes also a few among the spines to the outside of these ambulacra. They are of a very simple structure (Pl. V, Figs. 2, 22), without any finer structure at the point; the stalk is quite short. In these ambulacra also the ophicephalous pedicellariae are numerous; it is a remarkable fact that those of the young specimens differ in their structure quite noticeably from those of the grown specimens (Pl. V, Figs. 18—19). In the very large rostrate pedicellariae found mainly round the peristome the basal part of the valves is remarkably flat, and consists of a very open, irregular meshwork outside, while the inside is filled with a fine-meshed network.

Explanation of the Plates.

On account of the fact that the plates were printed, without proofs of them having been submitted to the author, a few errors, fortunately of minor importance, have crept in, to which attention is called herewith. In Pl. III the figure numbers were forgotten. Fig. 1 is the upper, fig. 2 the lower figure. In Pl. V some of the holes in the valves of pedicellariae represented there have become unduly black. This is especially the case in fig. 6 (at the upper part of the apophysis) and fig. 13 (near the outer end); to a less degree it is the case in figs. 2, 5, 8, 18 and 19.

Plate I.

Phyllacanthus longispinus MRTSN. Side view. Nat. size.

Plate II.

Phyllacanthus longispinus MRTSN. From the oral side. Nat. size.

Plate III.

Fig. 1. *Prionocidaris bispinosa* (LAMK.). From the oral side. Nat. size.
» 2. *Phyllacanthus longispinus* MRTSN. Aboral side of the test. Nat. size.

Plate IV.

Figs. 1—2. Two specimens of *Goniocidaris tubaria* (LAMK.); side view. Showing the diversity of the radi-
oles. Nat. size.
» 3. *Prionocidaris bispinosa* (LAMK.) var. *elegans* MRTSN; aboral side. Nat. size.
» 4—6. *Temnotrema elegans* MRTSN. 4. Aboral side; 5 side view; 6. oral side. All figures nat. size.
» 7—9. *Temnopleurus scalaris* MRTSN. 7. Aboral side; 8. side view; 9. oral side. All figures nat.
size.
» 10—11. *Peronella tuberculata* MRTSN. 10. Aboral side; 11. oral side. Nat. size.
» 12. *Peronella Lesueurii* (VAL.) Var. Aboral side. Nat. size.

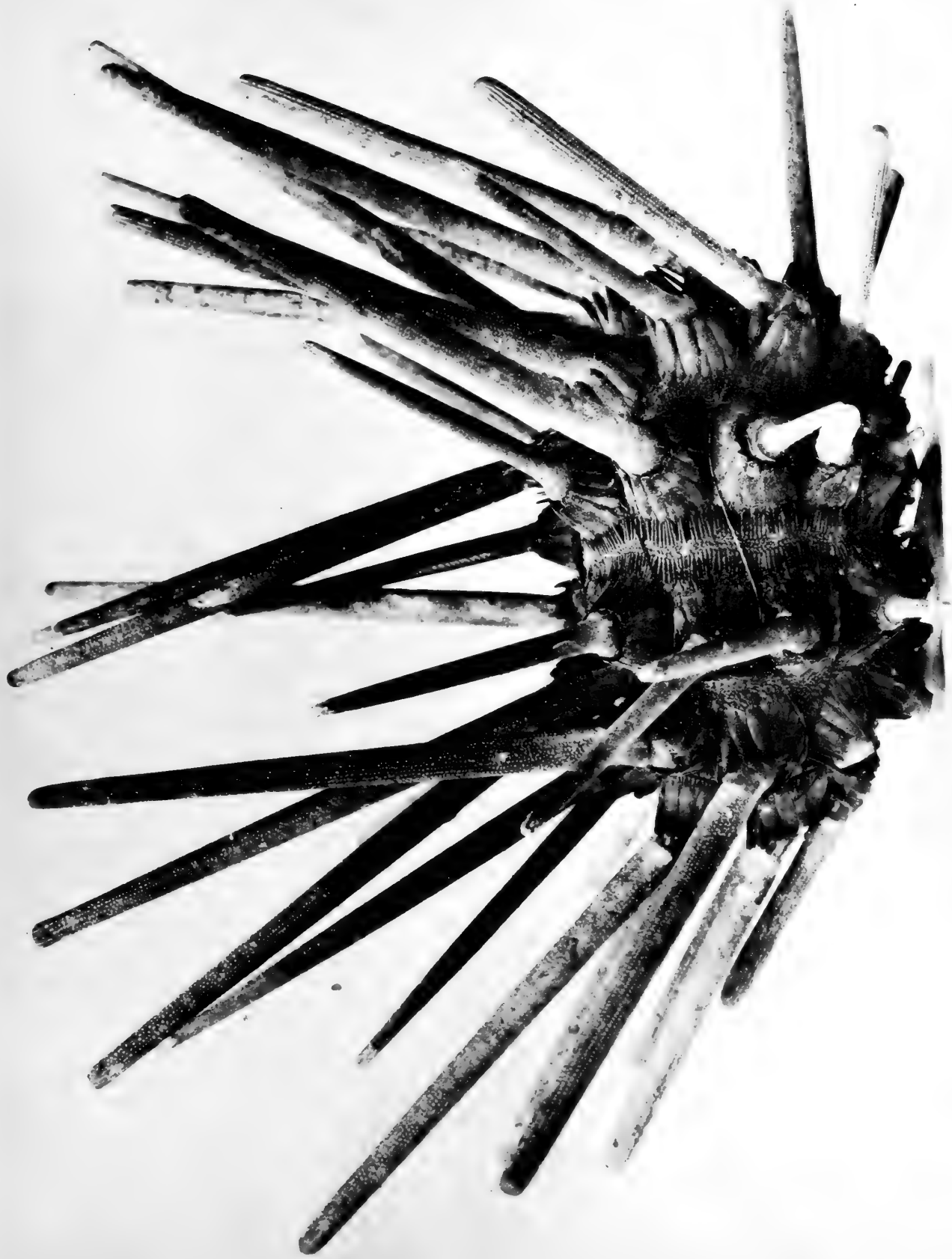
Plate V.

Fig. 1. Tridentate pedicellaria of *Echinodiscus auritus* LESKE. ⁸⁵/₁. (Comp. Fig. 5.)
» 2. Valve of globiferous pedicellaria of *Brynia australasiae* (LEACH). From the inside. ¹¹⁵/₁. (Comp.
Fig. 22.)

- Fig. 3. Valve of globiferous pedicellaria of *Temnotrema elegans* MRTSN. Side view. ²²⁰/₁.
 » 4. Quinquedentate pedicellaria of *Peronella tuberculata* MRTSN. ⁹⁵/₁. (Comp. Fig. 6).
 » 5. Valve of tridentate pedicellaria of *Echinodiscus auritus* LESKE. ¹²⁰/₁. (Comp. Fig. 1.)
 » 6. Valve of quinquedentate pedicellaria of *Peronella tuberculata* MRTSN. ²²⁰/₁. (Comp. Fig. 4.)
 » 7. Small tridentate pedicellaria of *Peronella tuberculata* MRTSN. ²²⁰/₁.
 » 8. Valve of triphyllous pedicellaria of *Temnopleurus scalaris* MRTSN. ²²⁰/₁.
 » 9. Valve of slender tridentate pedicellaria of *Echinodiscus auritus* LESKE. ¹²⁰/₁.
 » 10. » » triphyllous pedicellaria of *Echinodiscus auritus* LESKE. ²²⁰/₁.
 » 11. » » » » » *Peronella tuberculata* MRTSN. The right side of the basal part was not developed. ²²⁰/₁.
 » 12. Sucking disk of tubefoot of *Fibularia volva* AG. & DES. ³⁰⁰/₁.
 » 13. Valve of biphyllous pedicellaria of *Fibularia volva* AG. & DES. ²⁰⁵/₁.
 » 14. » » ophicephalous » » *Temnopleurus scalaris* MRTSN. ⁹⁵/₁.
 » 15. » » globiferous » » *Phyllacanthus longispinus* MRTSN. ⁹⁰/₁.
 » 16. » » » » » *Fibularia volva* AG. & DES. From the inside. ²⁰⁵/₁. (Comp. Figs. 20 and 28.)
 » 17. » » » » » *Temnopleurus scalaris* MRTSN. Side view. ⁹⁵/₁.
 » 18. » » large ophicephalous pedicellaria of *Breynia australasiae* (LEACH). ¹⁸⁰/₁.
 » 19. » » small » » » » » ¹⁸⁰/₁.
 » 20. » » globiferous pedicellaria of *Fibularia volva* AG. & DES. Side view. ²⁰⁵/₁. (Comp. Figs. 16 and 28.)
 » 21. » » » » » *Phyllacanthus tenuispinus* WOODS. ⁸⁰/₁.
 » 22. Globiferous pedicellaria of *Breynia australasiae* (LEACH). ⁷⁵/₁. (Comp. Fig. 2.)
 » 23. Miliary spine of *Peronella tuberculata* MRTSN. ²²⁰/₁.
 » 24. Primary spine from the aboral side of *Peronella tuberculata* MRTSN. ⁹⁵/₁.
 » 25. Tridentate pedicellaria of *Peronella Lesueurii* (VAL.). ²²⁰/₁.
 » 26. Tip of primary spine from the oral side of *Peronella tuberculata* MRTSN. ⁹⁵/₁.
 » 27. Miliary spine of *Fibularia volva* AG. & DES. ¹⁸⁵/₁.
 » 28. Globiferous pedicellaria of *Fibularia volva* AG. & DES. ¹²⁰/₁. (Comp. Figs. 16 and 20.)

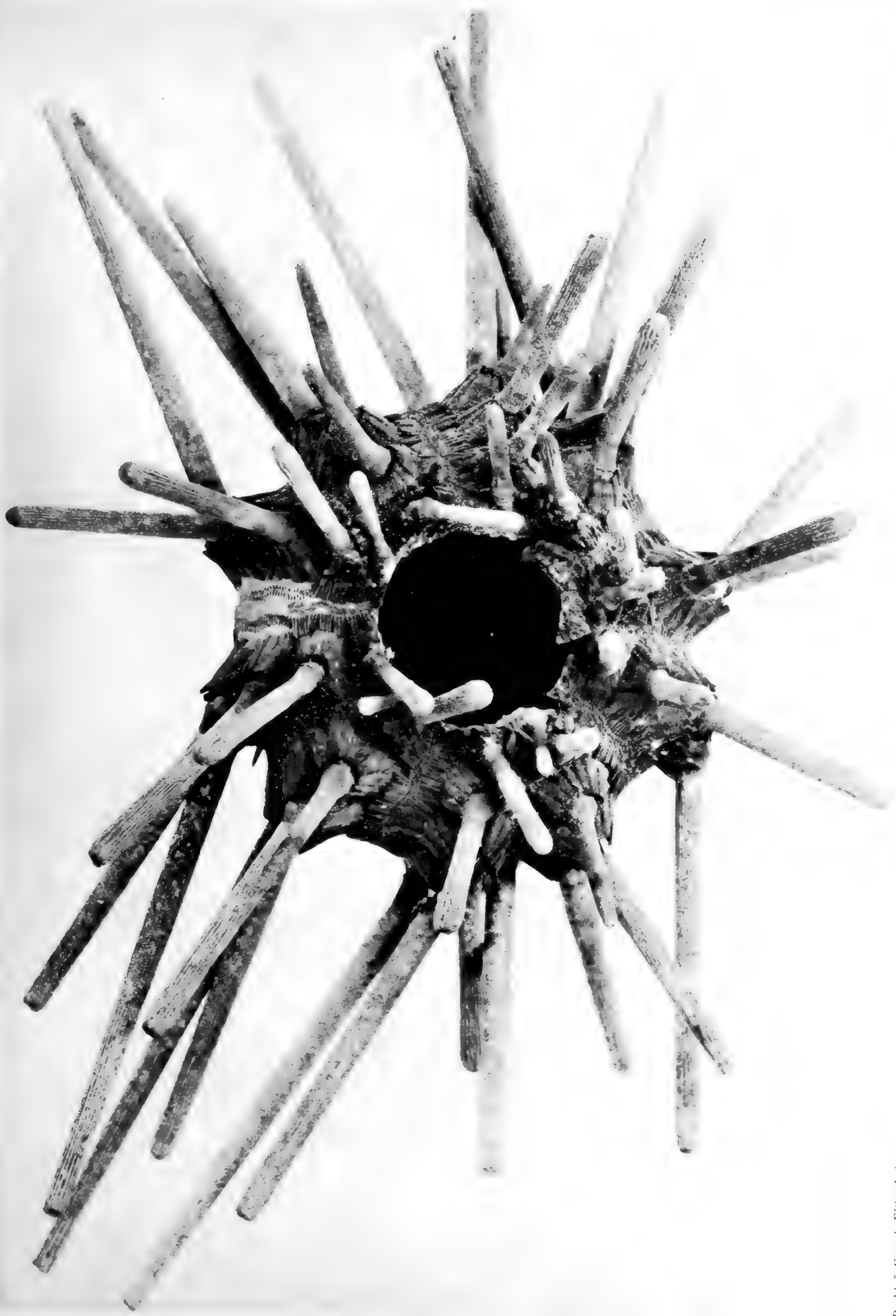
(*Phyllacanthus longispinus*: Fig. 15. *Temnopleurus scalaris*: Figs. 8, 14, 17. *Temnotrema elegans*: Fig. 3. *Peronella Lesueurii*: Fig. 25. *Peronella tuberculata*: Figs. 4, 6, 7, 11, 23, 24, 26. *Echinodiscus auritus*: Figs. 1, 5, 9, 10. *Fibularia volva*: Figs. 12, 13, 16, 20, 27, 28. *Breynia australasiae*: Figs. 2, 18, 19, 22.)

Tryckt den 31 december 1918.



Pacht & Crone's Eiff. phot.

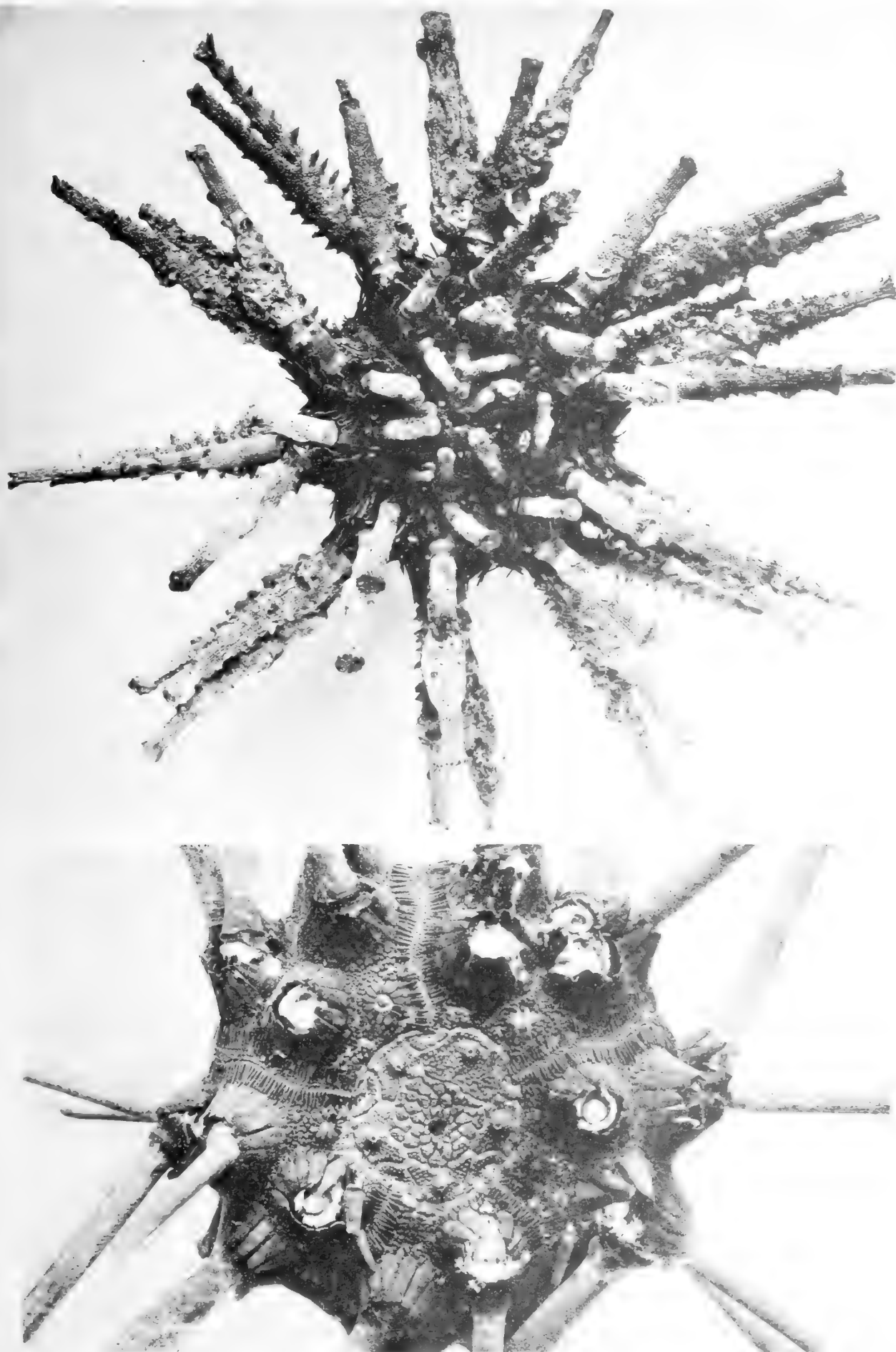
K. S. VIENNA VESTIEN SIKAPUSANSAIDEMIES S. IANNDLINGAR. Band 2. 2.



Pacht & Croné's Eftt. phot.

Copyrighted by A. R. Sjöström





Pacht & Crone's Fittf. phot.

Cederq. J. G. Graf. A - B





1



3



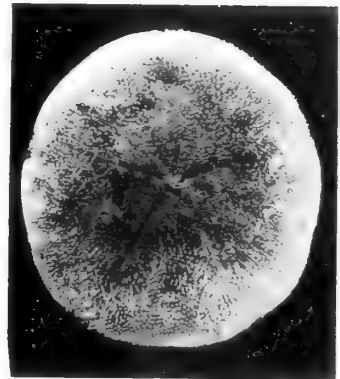
2



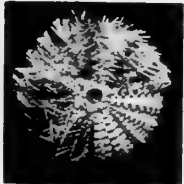
10



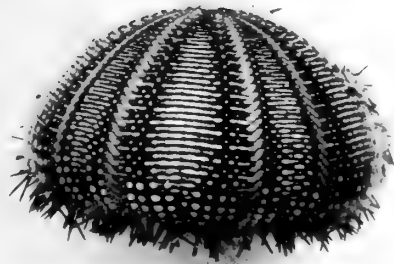
5



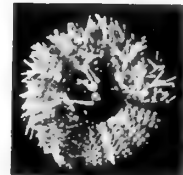
11



4



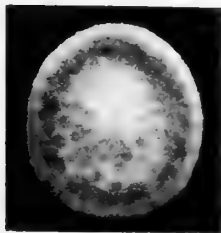
8



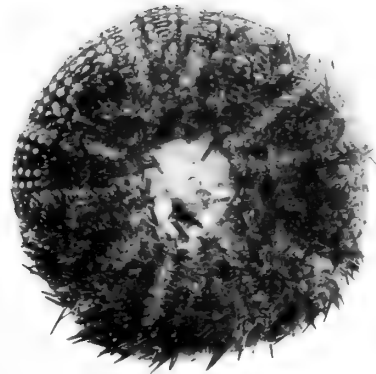
6



7



12

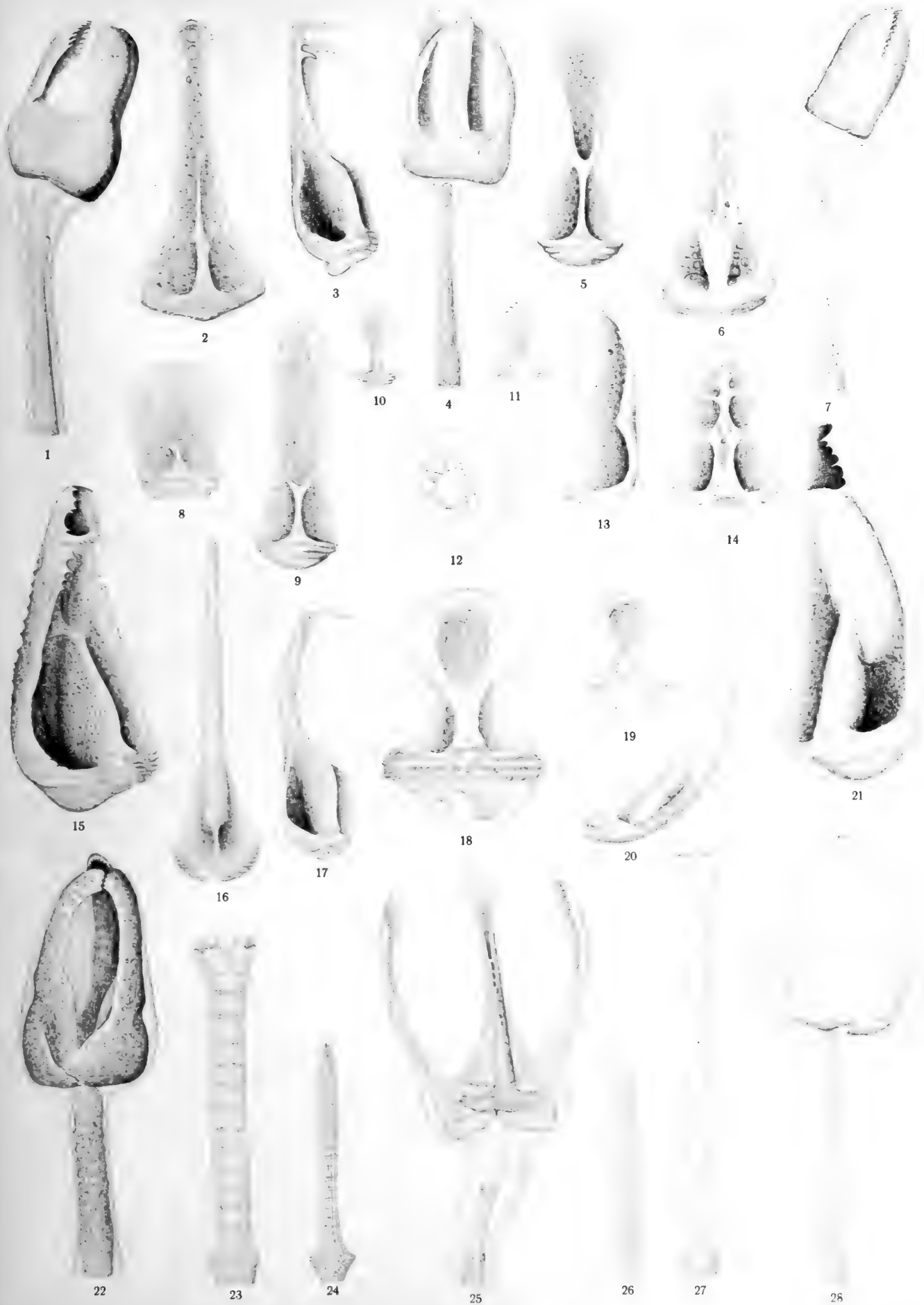


9

Pacht & Crone's Eftf. phot.

Cederg. etc. Graf. A. -B. -St. n.





Th. Mortensen del.

Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 58. N:o 10.

MEDDELANDE FRÅN UPPSALA UNIVERSITETS FYSISKA INSTITUTION.

BESTIMMUNG
DER ERDMAGNETISCHEN ELEMENTE EINIGER
ORTE IM MITTLEREN SCHWEDEN
SOMMER 1915

VON

KURT MOLIN

MIT 3 TAFELN UND 3 ABBILDUNGEN IM TEXTE



STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1919



In seiner Arbeit »Mémoire sur le magnétisme terrestre dans la Suède méridionale« hat CARLHEIM-GYLLENSKÖLD¹ diejenigen veröffentlichten Messungen über die erdmagnetischen Elemente, Deklination, Horizontalintensität und Inklination zusammengestellt und auf den 1. Sept. 1892 reduziert, die bis zu dem genannten Datum in Schweden und den benachbarten Teilen Norwegens ausgeführt worden sind. Seine Karten erstrecken sich nach Norden bis ungefähr 60° 10' Polhöhe.

Um einen Beitrag für die magnetische Kartierungsarbeit unseres Landes zu liefern, habe ich während des Sommers 1915 Bestimmungen der erdmagnetischen Elemente in Wärmland, Dalekarlien, Härjedalen und Hälsingland vorgenommen, im ganzen an 44 Orten. Der nördlichste Ort auf einer Polhöhe von 62° 2', der südlichste auf 59° 30',₅. Das Gebiet, auf das sich meine Beobachtungen beziehen, wird östlich und südlich von einer Linie begrenzt, die man sich zwischen Kristinehamn—Uddeholm—Leksand—Söderhamn gezogen denken kann, und die die Grenze des Eisenerzgebietes von Bergslagen bildet, und, was Hälsingland betrifft, ein Gebiet abgrenzt, das hinsichtlich des Vorkommens von Bergarten mit magnetischen Eigenschaften wie Gabbro, Diorit und Diabas noch nicht kartographisch aufgenommen ist. Um in dem Gebiet, das untersucht werden soll, die Messungen nicht auf Plätze zu verlegen, wo das Auftreten der oben genannten Bergarten bekannt war, habe ich die geologischen Karten durchgesehen.

Zur Ausführung der vorliegenden Arbeit erhielt ich auf mein Gesuch hin einen Reisebeitrag von 800 Kr. aus den Überschussmitteln des Königl. und Hvitfeldt'schen Stipendienfonds. Dem Präfekt der Physikalischen Institution, Herrn Prof. Dr. G. GRANQVIST, bin ich zu grossem Dank verpflichtet, teils für die Anregung zu dieser Arbeit und teils für seine Hülfe zur Erlangung des genannten Stipendiums. Ich habe Herrn Prof. GRANQVIST ferner für die Überlassung der nötigen Instrumente wie für die wertvollen Ratschläge und Anweisungen zu danken, mit denen er meine Arbeit gefördert hat.

In dem hier in Frage kommenden Gebiet sind früher mehrere Messungen der erdmagnetischen Elemente ausgeführt worden. In den Jahren 1753—1765 hat NILS

¹ V. CARLHEIM-GYLLENSKÖLD, Kungl. Sv. Vet. Akad. Handl., 1894, Bd. 27, Nr. 7.

MARELIUS¹ die Deklination einiger Punkte an der Grenze gegen Norwegen gemessen. Auch die Horizontalintensität wurde von HANSTEEN² für einige Orte bestimmt; er führte in den Jahren 1828—1830 Messungen auf 20 Stationen in der Mitte Schwedens aus, und von diesen fallen einige in das hier behandelte Gebiet. So verhält es sich auch mit 2 von den 6 Deklinationsbestimmungen, die von C. H. WEGELIN³ ausgeführt wurden. Alle drei Elemente wurden 1860—1861 für 43 Punkte von ARWIDSSON⁴ bestimmt, und von diesen kommen einige längs der Küste von Hälsingland für uns in Betracht. Die umfangreichste Arbeit leistete THALÉN.⁵ Während seiner Reisen in den Jahren 1869—1883 hat er Messungen an einer grossen Anzahl Orte in weit getrennten Teilen unseres Landes ausgeführt. Diese galten hauptsächlich der Horizontalintensität, aber auch Inklinationsbestimmungen kamen vor; doch wurden diese letzteren nie veröffentlicht. Spätere Bestimmungen über die Horizontalintensität und Inklination dürften in dem fraglichen Gebiet nicht ausgeführt worden sein. Was die Deklination betrifft, stellt sich die Sache günstiger, da das Gebiet sich teils bis zur Ostseeküste und teils zum nördlichen Ufer des Wänern erstreckt. Da man für die Seefahrt sowohl Kenntnis von der Deklination, wie von ihrer sekulären Variation längs unseren Küsten und unseren grösseren Binnenseen haben muss, wurden auf Veranlassung des Königl. Seekartenwerkes dort schon sehr frühe Deklinationsbestimmungen für solche Zwecke ausgeführt. Meine Deklinationsbestimmungen können also in Zusammenhang mit denjenigen Lektor M. GRENANDER's längs der Küste von Hälsingland und Lic. phil. G. LJUNGDAHL's im südlichen Wärmland gesetzt werden. Diese Bestimmungen sind im Druck nicht erhältlich, sondern wurden mir durch die Zuvorkommenheit des Chefs für das Nautisch-Meteorologische Bureau, Herrn Dr. C. G. FINEMAN, zur Verfügung gestellt.

Die magnetischen Karten, die von THALÉN⁶ und CARLHEIM-GYLLENSKÖLD⁷ für das mittlere und südliche Schweden gezeichnet wurden, zeigen deutlich, wie unregelmässig die isomagnetischen Linien dort verlaufen, was auf zahlreiche lokale Störungen deutet. Will man diese im Detail kennen lernen, also mit Sicherheit die isomagnetischen Linien ziehen können, muss die Anzahl Beobachtungsorte sehr gross gewählt werden. Nach NEUMAYER⁸ geschieht eine solche erdmagnetische Messung eines Gebietes am besten in drei oder vier einzelnen, auf einander folgenden Arbeiten. Zuerst sollen an Orten mit einem mittleren Abstand von 40 km genaue Beobachtungen gemacht und auf eine gewisse Epoche reduziert werden. Diese werden als Messung erster Ordnung betrachtet. Die Stationen sollen also so liegen, dass durchschnittlich eine auf 1600 km² kommt. Da es also gilt, einen Überblick über den Verlauf der

¹ N. MARELIUS, Kungl. Sv. Vet. Akad. Handl., Teil XXIV, 1763, S. 306.

² HANSTEEN och DUE, Resultate magnetischer Beobachtungen auf einer Reise nach dem östlichen Sibirien in den Jahren 1828—1830. Kristiania 1863.

³ C. H. WEGELIN, Öfversigt af Kungl. Sv. Vet. Akad. Handl., 1845, Årg. II, S. 93.

⁴ ARWIDSSON, se Kungl. Sv. Vet. Akad. Handl., 1894, Bd. 27, N:o 8.

⁵ THALÉN, Kungl. Sv. Vet. Akad. Handl., 1872, Bd. 10, N:o 12, a. a. O. 1882, Bd. 20, N:o 3.

⁶ THALÉN, Kungl. Sv. Vet. Akad. Handl., 1882, Bd. 20, N:o 3.

⁷ CARLHEIM-GYLLENSKÖLD, a. a. O. Tafeln I—III.

⁸ NEUMAYER, Über die Bedeutung und Ziele erdmagnetischer Landesvermessungen. Sonderabdruck aus den Verhandlungen des IX. D. Geographentages in Wien, 1891, S. 21.

isomagnetischen Linien zu erhalten, ist es wichtig, lokale Störungsgebiete zu vermeiden. Die darauf folgende Messung zweiter Ordnung sollte eine Station auf 424 km² haben und die Messung dritter Ordnung eine auf 144 km². Darauf würden eventuelle Detailuntersuchungen in Frage kommen.

Das von mir untersuchte Gebiet hat eine Oberfläche von ungefähr 48000 km², und die Anzahl der Observationspunkte für die verschiedenen Elemente verteilt sich, wie aus der folgenden Zusammenstellung hervorgeht:

	Dekl.	Horiz.-int.	Inkl.
Vor 1915	19	20	3
Während 1915	40	44	36
Summe	59	64	39
1 Obs. auf je	814 km ²	750 km ²	1230 km ²

Meine Messungen müssen also als solche erster Ordnung betrachtet werden. Für die Dichte der Observationen im südlichen und mittleren Schweden sind die entsprechenden durchschnittlichen Zahlen:¹

- 1 Dekl.-Best. auf je 532 km²,
- 1 Hor.-Int.-Best. auf je 441 km²,
- 1 Inkl.-Best. auf je 635 km².

Instrumente und Messmethoden.

Die für Deklinationsmessungen erforderliche Bestimmung des geographischen Meridians im Observationspunkt, die Azimutbestimmung, wurde mit Hülfe des Theodolits N:r 1591 von C. BAMBERG, Berlin-Friedenau, dem sog. BJURZON'schen Instrument (Eigentum des Astronomischen Observatoriums, Upsala) und dem Chronometer Frodsham N:r 3229 (Eigentum der Physischen Institution, Upsala) ausgeführt. Für diese Bestimmungen wurden ausschliesslich Sonnendurchgänge beobachtet. Um die Lage des magnetischen Meridians im selben Punkt zu erhalten, wurde der magnetische Reisetheodolit von LAMONT (Eigentum der Physischen Institution) angewendet.

Wird dieser mit einem Deflektor versehen, so können Deviationsversuche ausgeführt und die Horizontalintensität H berechnet werden. Die Hauptstation ist Upsala Magnethaus ($\varphi = 59^{\circ} 51' 11''$, $\lambda = 0^{\circ} 25' 47''$ westl. von Stockholms Observatorium), und am dortigen Mittelpfeiler werden absolute Bestimmungen von H gemacht; durch Komparierung wurde die Konstante des Deflektors bestimmt. Die Horizontalintensität wurde ausschliesslich durch relative Messungen festgestellt. Dadurch wurde die Aufgabe wesentlich vereinfacht, da also keine Schwingungsbestimmungen im Terrain ausgeführt werden mussten. Dass die Genauigkeit dadurch doch nicht herabgesetzt wurde, dürfte aus folgenden Äusserungen AD. SCHMIDT's² über die Methoden der magnetischen Kartierung Norddeutschlands hervorgehen: »An einigen Punkten wurden

¹ V. CARLHEIM-GYLLENSKÖLD, a. a. O., S. 58.

² AD. SCHMIDT, Magnetische Karten von Norddeutschland für 1909. Veröff. d. Königl. Preuss. Meteorol. Inst. N:o 217. Abhandlungen Bd. III, N:o 4, 1910, S. 12.

allerdings auch Schwingungsbeobachtungen ausgeführt, doch bleiben diese, da sie sich als weniger zuverlässig erwiesen, bei der Ableitung der endgültigen Ergebnisse ausser Betracht.»

Die Inklination I wurde mit dem Inklinatorium Dover Nr 60 gemessen, wobei die Nadeln 1 und 3 hauptsächlich angewendet wurden.

Um die Observationen für Variationen im Kraftfeld zu korrigieren, wurden die Variationsinstrumente in Upsala Magnethaus dreimal täglich während der Dauer meiner Reise abgelesen, nämlich ungefähr 10³⁰ h. vm., 2 h. und 5 h. nm. Diese Instrumente geben die Variation der Deklination, der Horizontal- und der Vertikalintensität; daraus wird die Inklinationsvariation berechnet.

Die an einem Ort für eine gewisse Zeit erhaltenen Werte der erdmagnetischen Elemente können mit anderen Bestimmungen nur verglichen werden, wenn alle auf dieselbe Epoche reduziert werden. Dies ist möglich, da die sekuläre Variation nur geringe Verschiedenheiten für verschiedene Orte zeigt und überdies einen einfachen, gesetzmässigen Charakter in einem nicht allzugrossen Zeitintervall hat. Dazu kommt, dass die Werte der Elemente, die für die Epoche gelten, durch geeignet definierte Normalwerte ersetzt werden dürfen, die aus Ablesungen gebildet sind, welche auf der Hauptstation unter ebenso langer Zeit vor wie nach der Epoche gewonnen wurden. Da die Variationsablesungen hauptsächlich für die Zeit gelten, welche die Reise umfasst, 27. juni—31. Aug. 1915, hätte eine andere Epoche als der 1. Sept. 1915 gewählt werden sollen; dass dies nicht geschah, hat seinen Grund darin, dass ich Datumsübereinstimmung mit der Epoche CARLHEIM-GYLLENSKÖLD's erstrebte.¹

Was die geographische Lage, Polhöhe (φ) und Länge (λ) des Observationsortes im Verhältnis zum Observatorium Stockholms betrifft, wurde diese direkt aus den Karten des Generalstabs abgelesen; es kamen da zunächst Karten im Masstab 1:100000 zur Anwendung; wo solche nicht fertig waren, wurden die sog. Konzeptkarten im Masstab 1:50000 benutzt. Für einige Orte im westlichen und nordwestlichen Dalekarlien, wo die Kartierungsarbeit des Generalstabes in Gang ist, wurde die Lage des Ortes aus sog. ökonomischen Häradskarten erhalten.

Dass die Observationsorte nicht auf Triangelpunkte erster Ordnung verlegt wurden, wo der geographische Meridian mit grosser Genauigkeit aus geodetischen Daten hätte erhalten werden können, wie das bei der magnetischen Kartierung in Deutschland der Fall war,² beruht darauf, dass diese Punkte teils schwer zu finden sind, da die Signale an mehreren Stellen zerstört sind, und teils darauf, dass sie in diesen Gebieten besonders oft an unzugänglichen Stellen gelegen sind.

Die Deklinations- und Horizontalvariometer.

In Upsala Magnethaus ist der Deklinationsvariometer in der östlichen Ecke, der Horizontalvariometer in der nördlichen aufgestellt.

¹ Siehe S. 1.

² AD. SCHMIDT, a. a. O., S. 7.

Für den Deklinationsvariometer, der von LAMONT¹ ausführlich beschrieben ist, beträgt der Abstand zwischen Spiegel und Skala $A_D = 2530$ mm. Für denselben gilt die Formel

$$D = D_0 + d \quad D = 5^\circ 46',6 + 0',677 (n_D - 170), \quad (1)$$

wo n_D den abgelesenen Stand des Variometers bezeichnet. Der Skalenwert ist vorher bestimmt.² Der dem Teilstrich $n_D = 170$ entsprechende Wert von D_0 ist $5^\circ 46',6$ nach Mitteilung von Prof. G. GRANQVIST.

Das Horizontalvariometer ist nach LAMONT konstruiert. Seine Theorie ist von LAMONT³ gegeben, der das Instrument auch ausführlich beschrieben hat.¹

Die Variation dH kann geschrieben werden

$$dH = C_1 (n_H - N_H) - C_2 (n_D - N_D) - C_3 (t_H - 15^\circ),$$

wo C_1 , C_2 und C_3 Konstante sind, N_H und N_D die Ausgangslagen auf den resp. Skalen bezeichnen, von wo aus die gleichzeitigen Ausschläge n_H und n_D auf den Variometern gerechnet werden.

Bei der von Prof. G. GRANQVIST im Januar 1913 angestellten Bestimmung über die Empfindlichkeit des Horizontalvariometers, erhielt er $C_1 = 1,96 \cdot 10^{-5}$, $C_2 = 1,89 \cdot 10^{-5}$. Darf t_H den Mittelwert der Temperaturen der Deviationsmagnete in Celsiusgraden bedeuten, so ist $C_3 = 2,7812 \cdot 10^{-5}$.⁴

Rechnet man die Ausschläge von der resp. Nullpunkten der Skalen, so geben die zwei ersten Glieder $1,96 (n_H - n_D) + 0,07 \cdot n_D$, und da die Grösse $0,07 \cdot n_D$ vernachlässigt werden kann, ist die vollständige Formel zur Berechnung von dH

$$dH = 1,96 [n_H - n_D - 1,42 (t_H - 15^\circ)] \quad \text{C. G. S.} \quad (2)$$

Geht man von einer gewissen Horizontalintensität H_0 aus, so erhält man den Wert der Horizontalintensität in einem gewissen Augenblick aus der Formel

$$H = H_0 + dH. \quad (3)$$

Absolute Bestimmung der Horizontalintensität.

Für die absolute Bestimmung von H bedient man sich der GAUSS'schen Methode mit Schwingungs- und Deviationsversuchen. Beide wurden am Mittelpfeiler im Magnethaus ausgeführt. Zu den Deviationsversuchen wandte ich den grossen LAMONT'schen Theodoliten an, der von ihm selbst ausführlich beschrieben wurde.⁵ Bei den Schwingungsversuchen gebrauchte ich den Schwingungskasten des Magnethauses, beschrieben

¹ I. LAMONT, Ann. d. Münchener Sternwarte, Supplementband IV, 1863, S. 115.

² R. THALÉN, Kungl. Sv. Vet. Akad. Handl., Bd. 20, N:o 3, 1882, S. 17.

³ I. LAMONT, Handbuch des Erdmagnetismus, 1849, S. 207.

⁴ R. THALÉN, a. a. O., S. 17.

⁵ I. LAMONT, Ann. d. Münchener Sternwarte, Supplementband IV, 1863, S. 176.

von SOLANDER.¹ Der Magnet, der bei den beiden ersten Versuchen zur Anwendung kam, ist 20 cm lang und als N:r 1 bezeichnet. Es ist derselbe Magnet, der SOLANDER bei seiner Arbeit »Konstantenbestimmung mit einem LAMONT'schen Theodolit«² diente. Die Konstanten des Magnetes sind also bekannt. Mit ihrer Hülfe erhält man die Formeln:

$$\log H_0 = 9,99918 - \log T' - \frac{1}{2} \log \sin \varphi'. \quad (4)$$

$$\log M_0 = 4,37379 + \frac{1}{2} \log \sin \varphi' - \log T'. \quad (5)$$

$$\log T' = \log T - 3,89 \cdot 10^{-5} (t_T - 15^\circ) + 2,66 \cdot 10^{-5} [n'_H - n'_D - 1,42 (t'_H - 15^\circ)], \quad (6)$$

$$\frac{1}{2} \log \sin \varphi' = \frac{1}{2} \log \sin \varphi + 4,62 \cdot 10^{-5} (t_\varphi - 15^\circ) + 2,66 \cdot 10^{-5} [n''_H - n''_D - 1,42 (t''_H - 15^\circ)]. \quad (7)$$

wo M_0 das Moment des Magnetes ist. t_T ist die Temperatur des Magnetes in Celsiusgraden während des Schwingungsversuches, t_φ diejenige während des Deviationsversuches.

Die observierte Schwingungszeit $T_{beob.}$ wird zu unendlich kleinen Bogen reduziert. Weiter möge das Chronometer, nach welchem die Schwingungen gerechnet werden, einen Gang von Δ Sekunden in 24 Stunden haben. Der richtige Wert der Schwingungszeit in Sekunden ausgedrückt, ist dann:

$$T_{beob.} \left(1 \mp \frac{\Delta^s}{86400} \right) \text{ oder } \log T_{beob.} \mp 0,5 \cdot 10^{-5} \cdot \Delta^s. \quad (8)$$

Die observierte Schwingungszeit, die so korrigiert wurde, wurde in Formel (6) mit T' bezeichnet. Der Deviationswinkel φ muss für unregelmässige Variation in der Deklination korrigiert werden. Die Korrektion ist nach SOLANDER:³

$$\Delta \varphi = \frac{0',677}{8} (n_{D1} + n_{D2} - n_{D3} - 2n_{D4} - n_{D5} + n_{D6} + n_{D7}). \quad (9)$$

Der in die Formel (4) eingehende Wert von T' wurde weiter auf eine Temperatur von 15° C. und eine Horizontalintensität $H = 0,16$ C. G. S. reduziert. Dasselbe gilt für den Wert des Deviationswinkels φ in der Formel (5).

Die Schwingungsbestimmungen wurden am 5. Juli 1916 ausgeführt.

Ich wandte das Chronometer Frodsham N:r 3229 an. Der Gang in 24 Stunden ist für dieses Datum auf $+0,53$ Sekunden bestimmt. $\log T_{beob.}$ sollte deshalb mit $0,3 \cdot 10^{-5}$ verkleinert werden. Diese Korrektion kann man vernachlässigen. Auf gewöhnliche Weise wurde die Zeit für 100 vollständige Schwingungen bestimmt.

Als Mittelwert von 9 Serien erhielt ich

$$\log T' = 0,90186$$

Der wahrscheinliche Fehler des Mediums ist $+ 2 \cdot 10^{-5}$.

Die Deviationsbestimmung wurde nach A. J. ÅNGSTRÖM's Methode ausgeführt, in der Weise, dass eine Serie 7 Deviationen umfasst, von welchen die 3 letzten Wie-

¹ E. SOLANDER, Nova acta reg. soc. sc. Ups., Ser. III, Bd. XIV: XI, 1891, S. 8.

² » » , a. a. O.

³ » » , a. a. O., Ser. III, Bd. XIV: VIII, 1889, S. 5.

derholungen der 3 ersten in umgekehrter Ordnung sind. Die 4. Einstellung wird für die Berechnung des Deviationswinkels 2 mal angewendet, und deshalb kann die entsprechende Bestimmung des Horizontalvariometerstandes doppelt so grosses Gewicht beanspruchen wie die übrigen.

Wenn der Magnet umgelegt wird, zeigt sich eine deutliche Änderung im Stand des Horizontalvariometers. SOLANDER¹ hat eine besondere Durchrechnung angestellt, die zeigt, dass diese Einwirkung aus der Rechnung ausfällt.

Als Mittelwert der Deviationsbestimmungen, die am 6. Juli 1916 ausgeführt wurden, erhielt ich

$$\frac{1}{3} \log \sin \varphi' = 9,89405 - 10.$$

Daraus erhält man durch Kombination der Schwingungsbestimmung vom 5. Juli mit der Deviationsbestimmung vom 6. Juli nach (4) und (5)

$$H_0 = 0,15967 \text{ C. G. S.}$$

und $\log M_0 = 3,36598.$

Zusammenstellung der vorher gemachten Bestimmungen mit demselben Magnet und Theodolit ist aus folgender Tabelle ersichtlich.

Tabelle 1.

		H_{150}	H_0^4	$\log M$
1889, Sept. 15—17 ² . . .	E. SOLANDER	0,16190	—	3,379295
1890, Jan. 14—15 ² . . .	»	0,16188	—	3,378875
1890, Juni 3 ²	»	0,16221	—	3,378331
1913, Juli 17 ³	G. GRANQVIST	—	0,15991	—
1913, Juli 18	»	—	0,15992	—
1913, Juli 18	»	—	0,15988	—
1914, Juli 30	»	—	0,15994	—
1914, Juli 31	»	—	0,15993	—
1916, Juli 5—6	K. MOLIN	—	0,15967	3,36598

Vergleicht man die Bestimmungen für das Jahr 1914 mit denen vom Jahr 1916, so zeigt sich, dass das Variationsinstrument hinsichtlich des Nullpunktes sich verändert hat.

Für die fragliche Periode wurde deshalb folgende Formel angewendet:

$$H_0 = 0,15993 - 0,037 \cdot 10^{-5} \text{ (Datum — 31. Juli 1914).} \quad (10)$$

Diese Formel wird mit der entsprechenden bei THALÉN⁵ verglichen. Sie hat für die Zeit April—Okt. 1872 den Koeffizienten $0,099 \cdot 10^{-5}$ und für die Zeit 16 Nov. 1872—28 Juni 1873 den Koeffizienten $0,040 \cdot 10^{-5}$.

¹ E. SOLANDER, a. a. O. Ser. III, Bd. XIV: XI, 1891, S. 19.

² » » a. a. O., S. 29—31.

³ Prof. G. GRANQVIST's Messungen sind nicht publiziert.

⁴ Die Werte H_0 und H_{150} können nicht zur Vergleichung mit einander reduziert werden, da die Ableitungsskalen des Variationsinstrumentes während des Jahres 1913 gestört wurden.

⁵ R. THALÉN, a. a. O., S. 10—11.

Das Vertikalvariometer.

Am Südfeiler des Magnethauses ist das Vertikalvariometer, konstruiert von E. SOLANDER,¹ aufgestellt.

Für das Variometer gilt

$$\frac{dV}{V} = C(n_v - N_0) + ct + dt^2. \quad (11)$$

Für die Konstante C erhält man, ausgehend von der Grundgleichung für das Variometer, folgenden Ausdruck

$$C = \cotg I \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{n''_D - n'_D}{n''_v - n'_v} \cdot \frac{1}{2A_D} \quad (12)$$

Die Bestimmung von C ist auf folgende Weise geschehen. Ein Hilfsmagnet wird im Abstand e in der zweiten Hauptlage im Verhältnis zum Vertikalvariometer nördlich von demselben placiert. n'_v und n''_v dürfen die Gleichgewichtslagen auf der Skala bezeichnen, da das S - bzw. N -Ende des Hilfsmagneten nach oben gewandt ist. Die Temperatur wird während dieser Bestimmung konstant angenommen. Der Hilfsmagnet wird im selben Abstand in der ersten Hauptlage im Verhältnis zum Deklinationsvariometer placiert. n'_D und n''_D dürfen die Gleichgewichtslagen auf der Skala bezeichnen, da das N - bzw. S -Ende des Hilfsmagneten gegen das Deklinationsvariometer gewendet ist.

Der reduzierte² Wert von A_D ist 2546,7 mm, der approximative von A_v 2478 mm. Die Ausschläge $(n''_D - n'_D)$ und $(n''_v - n'_v)$ müssen korrigiert werden, was dadurch geschieht, dass von ihnen $\frac{1}{4} \frac{(n''_D - n'_D)^3}{A_D^2}$ und $\frac{1}{4} \frac{(n''_v - n'_v)^3}{A_v^2}$ subtrahiert wird. Der Abstand e betrug ungefähr 2 m.

In der Formel (12) ist die Inklination I enthalten. Die Messungen wurden zwischen 12 und 3 h. nm. ausgeführt, da die Inklination, abgesehen von zufälligen Störungen, beinahe konstant ist.³

Als Mittelwert wurde erhalten $C = 0.0002075$.

Die in der Formel (11) enthaltenen Temperaturkoeffizienten c und d sind von E. SOLANDER bestimmt. Er fand:⁴

$$c = 0,000\ 277,$$

$$d = 0,000\ 0007.$$

Die Formeln (11) kann also geschrieben werden:

$$\frac{dV}{V} = 0,000208 (n_v - N_0 + 1,335 t_v + 0,00336 t_v^2) \quad (13)$$

¹ E. SOLANDER, Modifizierte Lloydsche Wage, Nova acta reg. soc. sc. Ups., Ser. III, Vol XIV: X, 1890.

² I. LAMONT, Handbuch des Erdmagnetismus 1849, S. 93–97.

³ E. MASCART, Traité de magnétisme terrestre, 1900, S. 246.

⁴ Nach Mitteilung von Prof. G. GRANQVIST.

Um dV zu erhalten, muss V bestimmt werden.

Deswegen wurden Inklinationmessungen am Mittelpfeiler des Magnethauses ausgeführt. Gleichzeitig mit jeder Einstellung des Inklinatoriums wird der Deklinations- und Horizontalvariometer abgelesen. Der Horizontalkomponent H ist dann bekannt und V wird aus der Formel berechnet:

$$V = H \operatorname{tg} I = (H_0 + dH) \operatorname{tg} I.$$

Wird gleichzeitig mit den andern Variationsinstrumenten auch das Vertikalvariometer abgelesen, so kann V auf einen gewissen Teilstrich der Skala reduziert werden.

So wird $N_0 = 450$ gewählt.

Der Vertikalkomponent kann deswegen in jedem Augenblick aus der Gleichung berechnet werden:

$$V = V_{450} + dV$$

oder

$$V = V_{450} \{1 + 0,000208 (n_v - 450 + 1,335 t_v + 0,00336 t_v^2)\}.$$

Bestimmungen von V_{450} wurden 1915 am 30. April, 1. Mai, 21. Oktober und 1916 am 14. August vorgenommen. H_0 ist für diese Zeitpunkte mit Hilfe der Formel (10) berechnet. Als Mittelwert ergibt sich:

$$V_{450} = 0,46370 \text{ C. G. S.}$$

Irgend eine Änderung des Wertes V_{450} mit der Zeit wurde nicht erhalten.

Also:

$$dV = 9,66 \cdot 10^{-5} (n_v - 450 + 1,335 t_v + 0,00336 t_v^2). \quad (14)$$

Um die Variation der Inklination zu erhalten, geht man von der Formel aus:

$$dI = \frac{H dV - V dH}{H^2 + V^2}.$$

Als Wert von H wird der Normalwert¹ $H_n = 0,15985$ C. G. S. genommen und als Wert von V der Normalwert¹ $V_n = 0,46546$ C. G. S.

Die Formel zur Berechnung von dI ist dann:

$$dI = 6,41 \cdot 10^{-5} (n_v - 450 + 1,335 t_v + 0,00336 t_v^2) - 3,66 \cdot 10^{-5} [n_H - n_D - 1,42 (t_H - 15^\circ)].$$

Oder wenn die Variation in Minuten ausgedrückt wird:

$$dI' = 0,2211 (n_v - 450 + 1,335 t_v + 0,00336 t_v^2) - 0,1262 [n_H - n_D - 1,42 (t_H - 15^\circ)]. \quad (15)$$

Die Inklination in einem bestimmten Augenblick wird nach der Formel bestimmt:

$$I = I_{450} + dI'. \quad (15 a)$$

Als Mittelwert von I_{450} erhält man für die fragliche Periode $70^\circ 59',2$.

¹ Siehe S. 16.

Störungen und die tagesperiodische Variation.

Die Variation in dem erdmagnetischen Feld ist aus periodischen Variationen und Störungen zusammengesetzt. Von den ersteren haben die tagesperiodischen Variationen die grösste Bedeutung. Die Störungen sind zufälliger Natur. Man unterscheidet zwischen zufälligen Störungen und an gewissen Orten auftretenden lokalen Störungen.

Von einer zufälligen Störung darf man annehmen, dass sie beispielsweise im Magnethaus in Upsala und an den fraglichen Observationsorten für denselben Zeitpunkt gleich sei. Dagegen ist eine solche Annahme für das Zustandekommen der tagesperiodischen Variation prinzipiell unrichtig; denn diese ist eine Funktion der Ortszeit der Stelle.

Die lokale Störung im Magnethaus Upsala infolge von Erdströmen vagabundierender Natur hat nicht bestimmt werden können. Diese Störung, die sich zusammensetzt aus der zufälligen Störung und der tagesperiodischen Variation kommt mit in den täglichen Bestimmungen über den Stand des Variationsinstrumentes. Diese Störungen, die oft sehr ungleich auf die Elemente D , H und V wirken, können eine bedeutende Amplitude haben, sind aber gewöhnlich von äusserst kurzer Dauer.¹

Da die für jeden Tag vorliegenden drei Variationsbestimmungen mit einer Linie von der Form der tagesperiodischen Variation für das fragliche Element verbunden werden, so wird dadurch die lokale Störung vermutlich graphisch ausgeglichen werden.

u sei der der Zeit t nach der Ortszeit des Magnethauses Upsala entsprechende Wert eines der erdmagnetischen Elemente in Upsala und u_0 das Tagesmedium desselben Elementes.

$$u - u_0 = f(t)$$

ist ein Ausdruck für den Verlauf der Variation.

Dieser wird als nur aus der tagesperiodischen Variation und der zufälligen Störung vektorial zusammengesetzt betrachtet. Liegt der Observationsort im Abstand Δt westlich von Upsala, so ist seine Ortszeit im Verhältnis zu Upsala $(t - \Delta t)$. Nimmt man an, dass die Variation dort dieselbe Funktion der Ortszeit ist, wie in Upsala, so erhält man analog

$$s - s_0 = f(t - \Delta t) = f(t) - f'(t - \frac{1}{2} \Delta t) \cdot \Delta t$$

$$\text{und } s_0 = s + u_0 - u + f'(t - \frac{1}{2} \Delta t) \cdot \Delta t.$$

Die Grösse s ist zu einer gewissen mitteleuropäischen Zeit (M. E. T.) beobachtet. Im Verhältnis zu dieser hat das Observatorium in Upsala die Ortszeit M. E. T. + $10^m 30^s.13$. Approximativ kann man setzen, dass das Magnethaus in Upsala die Ortszeit hat:

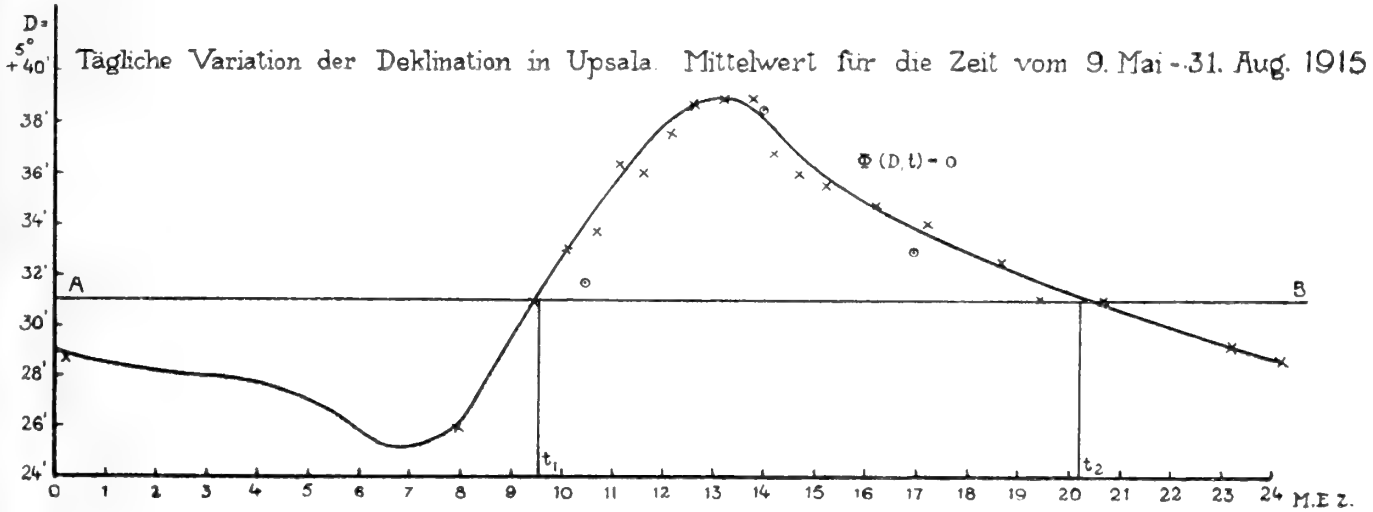
$$t = \text{M. E. T.} + 10,5^m.$$

¹ I. EDLER, Untersuchungen des Einflusses der vagabundierenden Ströme elektrischer Strassenbahnen auf erdmagnetische Messungen. Elektrotechnische Zeitschrift 1900, Heft 10.

Der dieser Zeit entsprechende Wert von u wird aus der Tagesvariationskurve interpoliert. Aus dieser Kurve kann man f' für die Zeit $(t - \frac{1}{2} \Delta t)$ bestimmen, um $f' \Delta t$ zu bilden. Diese Korrektion wird für meine Observationen vernachlässigt. AD. SCHMIDT erwähnt,¹ dass für Potsdam, wo die Variation photographisch aufgenommen wird, $f' \Delta t$ im allgemeinen für die Deklination $0',5$, für die Inklination $0',2$ und für die Horizontalintensität $2 \text{ à } 3 \gamma$ ist,² wenn Δt ungefähr von derselben Grössenordnung ist wie für meine Observationsorte ($\Delta t =$ Zeitunterschied zwischen Hauptstation und Observationsorte).

Die Medien ε_0 und u_0 gelten nach obenstehendem für den fraglichen Observationsstag. Da indessen die sekulären Variationen der Elemente für die Zeit, in der ich meine Observationen ausführte, vernachlässigt wurden, so kann man die eingeführten Grössen ε_0 und u_0 als für den 1. Sept. 1915 geltend betrachten. Weiter werden diese Tagesmedien für die Epoche durch die Normalwerte ε_n und u_n ersetzt.

Fig. 1.



Die Normalwerte.

AD. SCHMIDT³ definiert den Normalwert u_n zur Epoche t_0 als

$$u_n = \frac{1}{\alpha} \int_{t_0 - \frac{\alpha}{2}}^{t_0 + \frac{\alpha}{2}} u_0 dt,$$

wo u_0 das Tagesmedium zur Zeit t und α die Zeit ist, während welcher die Observationen stattfinden. Die Zeit ist in Tagen als Einheit berechnet. Nach dieser Defini-

¹ AD. SCHMIDT, Veröff. d. Königl. Preuss. Meteorol. Inst. N:o 217. Abhandlungen Bd. III, N:o 4, 1910, S. 15.
² 1 C. G. S.-Einheit für magnetische Kraft, 1 Gauss, hat die Dimension $[L]^{-1/2} [M]^{1/2} [T]^{-1}$. $1 \gamma = 10^{-5}$ C. G. S.
³ AD. SCHMIDT, a. a. O., S. 17.

tion würden also die Tagesmedien u_0 während einer Zeit $\alpha = 132$ Tage gebildet worden sein, da meine Reise 66 Tage umfasst und die Epoche auf den letzten derselben verlegt wurde.

Meine Normalwerte wurden statt dessen auf folgende Weise gebildet.

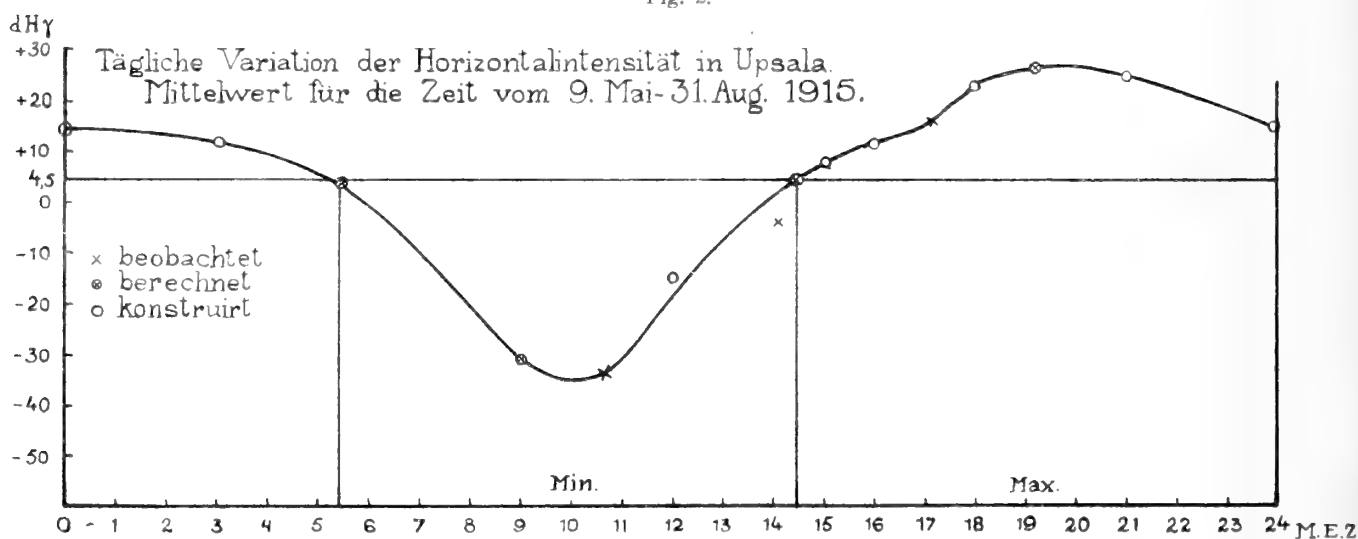
I. Der Normalwert der Deklination D_n .

Während der Zeit vom 9. Mai—24. Juni 1915 wurde das Deklinationsvariometer zu verschiedenen Zeiten des Tages abgelesen, wie aus Tabelle 2 hervorgeht, wo die Mittelwerte angegeben sind. Aus den Ablesungen n_D wurden die Variationen dD nach der Formel (1) berechnet.

Tabelle 2.

M. E. T.	8	9-10	10-10 ³⁰	10 ³⁰ -11	11-11 ³⁰	11 ³⁰ -12	12-12 ³⁰	12 ³⁰ -1	1-1 ³⁰	1 ³⁰ -2	2-2 ³⁰
$D = 5^\circ +'$	25,8	30,9	32,9	33,7	36,4	36,0	37,5	38,6	38,7	7,8	36,5
M. E. T.	2 ⁰ -3	3-3 ³⁰	4-4 ³⁰	5-5 ³⁰	5 ³⁰ -6	6-6 ³⁰	6 ³⁰ -7	7-8	8 ³⁰ -9	11-11 ³⁰	0-0 ³⁰
$D = 5^\circ +'$	35,9	35,5	34,6	34,0	33,6	32,7	32,4	31,0	31,0	29,0	28,6

Fig. 2.



Im Diagramm Fig. 1 sind die Mittelwerte von dD für verschiedene Zeiten des Tages eingezeichnet. Weiter sind die drei Punkte eingetragen, die den Mittelwert von D 10³⁰ h. vm., 2 und 5 h. nm. M. E. T. vom 27. Juni—31. Aug. 1915 repräsentieren, nämlich

$$10^{30} \text{ h. vm. } D = 5^\circ 31',5.$$

$$2 \text{ h. nm. } D = 5^\circ 38',3.$$

$$5 \text{ h. nm. } D = 5^\circ 32',8.$$

Aus dem Diagramm geht hervor, dass D sein Maximum 1¹⁸ h. nm. M. E. T. oder 1 h. 28 m. Ortszeit hat. Dies stimmt z. B. mit dem überein, was man für die Monate

Mai, Juni und Juli während der Periode 1883—1897 für Parc Saint-Maur¹ gefunden hat, wo das Maximum 1 h. 26 m. Ortszeit eintrifft.

Im Diagramm ist die Linie AB als Zeitachse gedacht. Man lasse die Kurve durch die Gleichung $\Phi(D, t) = 0$ in diesem Koordinatensystem repräsentiert werden.

Die Linie AB ist so gezogen, dass

$$\int_0^{t_1} \Phi(D, t) dt + \int_{t_1}^{t_2} \Phi(D, t) dt + \int_{t_2}^{24} \Phi(D, t) dt = 0.$$

Dadurch werden die Zeiten t_1 und t_2 bestimmt, da die Deklination ihren Mittelwert hat. Dies trifft 9³⁸ h. vm. und 8¹² h. nm. M. E. T. ein. Die Linie AB schneidet die D -Achse in einem Punkt 6° 31',0. Diesen Wert habe ich als Normalwert D_n betrachtet.

II. Der Normalwert der Horizontalintensität H_n .

Folgende Mittelwerte des Horizontalvariometerstandes dH während der Zeit vom 27. Juni—31. Aug. wurden erhalten:

10 ^h 40,5 ^m vm. Ortszeit	$dH = - 33,5 \gamma$.
2 ^h 10,5 ^m nm.	$dH = - 3,7 \gamma$.
5 ^h 10,5 ^m nm.	$dH = + 15,8 \gamma$.

Für Parc Saint-Maur² hat während der Periode Mai, Juni und Juli 1883—1897 die tagesperiodische Variation der Horizontalintensität das Minimum 9 h. 45 m. vm. Ortszeit und das Maximum 7 h. 15 m. nm. Ortszeit gehabt. Man dürfte deshalb ohne einen allzu grossen Fehler zu begehen — 33,5 γ als den Minimumwert von dH in Upsala für die fragliche Zeit betrachten. Nun hat THALÉN³ für die Zeit Mai—Aug. 1872 für die Tagesamplitude 61 γ gefunden. Also dürfte dH um 7 h. 15 m. nm. Ortszeit ein Maximum von 27,5 γ haben.

Um den Normalstand zu erhalten, nehme ich Gleichförmigkeit zwischen dem Diagramm für Upsala und Parc Saint-Maur an. Im Verhältnis zum Normalwert verhalten sich dort Max.:Min. = 0,6. Dies würde für Upsala die Werte ergeben: Max. = + 23 γ und Min. = - 38 γ . Der Normalstand in Upsala liegt also 4,5 γ über der Linie $dH = 0$. Die Linie $dH = + 4,5\gamma$ dürfte in Übereinstimmung mit Parc Saint-Maur 5 h. 30 m. vm. und 2 h. 30 m. nm. Ortszeit passiert werden. Siehe das Diagramm Fig. 2.

Der Wert H_0 verändert sich linear mit der Zeit nach der Formel (10).

Berechnet man den Wert für den 31. Juli 1915, so erhält man

$$H_0 = 0,15980 \text{ C. G. S.}$$

¹ E. MASCART, Traité de magnétisme terrestre. 1900, S. 246.

² E. MASCART, a. a. O., S. 246.

³ R. THALÉN, Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl. 1882, Bd. 20, N:r 3, S. 9.

Der Normalstand dieser Zeit ist dann

$$H_n = H_0 + 4,5\gamma = 0,15985 \text{ C. G. S.}$$

Dieser Wert sollte auf den 1. Sept. 1915 reduziert werden, da aber die sekuläre Variation klein ist, so betrachte ich H_n als gültig für die Epoche.

III. Der Normalwert der Inklination I_n .

Folgende Mittelwerte des Vertikalvariometerstandes während der Zeit vom 27. Juni—31. Aug. 1915 wurden erhalten.

$$10^h \ 40,5^m \text{ vm. Ortszeit. } dV = 143,2\gamma.$$

$$2^h \ 10,5^m \text{ nm. } dV = 163,2\gamma.$$

$$5^h \ 10,5^m \text{ nm. } dV = 181,0\gamma.$$

Aus dem Diagramm¹ über die tägliche Mittelvariation des Vertikalkomponentes für Mai, Juni und Juli während der Periode 1883—1897 für Parc Saint-Maur geht hervor, dass die Variation 5 h. 10,5 m. nm. den Normalstand um ebensoviel übersteigt, wie sie um 2 h. 10,5 m. nm. unter denselben heruntergeht.

Also dürfte für die Zeit vom 27. Juni—31. Aug. 1915 der Wert

$$dV = 172\gamma$$

als der Normalstand des Vertikalvariometers betrachtet werden. Der Normalwert V_n wird berechnet

$$V_n = V_{450} + dV\gamma = 0,46546 \text{ C. G. S.}$$

Als Mittelwert der Inklination wurde aus Formel (15 a) erhalten

$$10^h \ 40,5^m \text{ vm. Ortszeit } I = 71^\circ \ 4',5.$$

$$2^h \ 10,5^m \text{ nm. } I = 71^\circ \ 3',0.$$

$$5^h \ 10,5^m \text{ nm. } I = 71^\circ \ 2',3.$$

Aus dem Diagramm² für die tagesperiodische Variation der Inklination in Parc Saint-Maur für die oben zitierte Zeit ersieht man, dass zwischen 1—3 h. nm. die Ortszeit I beinahe konstant und ihren Normalwert ähnlich ist. Gestützt darauf betrachte ich

$$I_n = 71^\circ \ 3',5$$

als den Normalwert der Inklination für die Epoche.

¹ E. MASCART, a. a. O., S. 253.

² E. MASCART, a. a. O., S. 246.

Variationsobservationen.

Wie bereits erwähnt fanden Ablesungen von den Variationsinstrumenten in der Zeit vom 9. Mai—31. Aug. 1915 statt. Der Stand der Variationsinstrumente wurde berechnet, und eine Tagesvariationskurve wurde für jeden Tag für die resp. Elemente *D*, *H* und *I* aufgezeichnet.

Aus dieser Kurve wurden die Werte *u* interpoliert (s. S. 13).

Um zu sehen, wie meine Observationen an verschiedenen Orten ausfielen während Tagen mit geringer Störung, dass ja beim Aufzeichnen der Tagesvariationskurven durch die drei bestimmten Punkte 10h. 30 m. vm., 2h. und 5h. nm. vorausgesetzt wird, habe ich den magnetischen Charakter der Tage studiert, wie dieser von folgenden naheliegenden magnetischen Observatorien, wo die Variationen photographisch registriert werden, angegeben wird.¹

Pavlovsk:	$\varphi = 59^{\circ} 41'$	$\lambda = 30^{\circ} 29'$	E. Greenwich:	N. TROUBYATCHINSKY
Rude Skov:	$\varphi = 55^{\circ} 51'$	$\lambda = 12^{\circ} 27'$	»	V. HJORT
Wilhelmshaven:	$\varphi = 53^{\circ} 32'$	$\lambda = 8^{\circ} 9'$	»	CAPELLE
Seddin:	$\varphi = 52^{\circ} 17'$	$\lambda = 13^{\circ} 1'$	»	O. VENSKE

Deklinationsbestimmungen.

I. Astronomische Bestimmungen.

1. Instrumentkonstanten.

Für Zeit und Azimutbestimmung wird das sog. BJURZON'SCHE Instrument verwendet, der Theodolit N:r 1591 von C. BAMBERG, Berlin-Friedenau. Der Theodolit war mit geradem, exzentrischem Fernrohr versehen. Der Höhen- und Azimutalkreis, jeder mit einem Diameter von 13,5 cm, war für jede 10'' graviert und konnte mit dem Mikroskop und Schraubenmikrometer auf 1'' genau abgelesen werden. Die Gradierung des Azimutalkreises wächst in trig. neg. Richtung, diejenige des Höhenkreises in trig. pos. Richtung.

Der Winkelwert eines Skalenteils (*p*) beim Niveau wurde

für das Höhenniveau zu 5'',³

für das Hauptniveau zu 8'',⁰²

bestimmt.

Das Fadennetz in der Fokalebene des Fernrohrs besteht aus 2 nahe bei einander liegenden horizontalen Fäden und 10 vertikalen, je 4 auf jeder Seite der 2 nahegelegenen Mittelfäden geordnet. Die Fäden sind in der Ordnung von links nach rechts nummeriert, wenn man sich das Fernrohr in Tubenrechtslage denkt.

¹ Commission Internationale de Magnétisme Terrestre, Caractère Magnétique. Publié par l'Institut météorologique royal des Pays-Bas.

² Über die angewandte Methode siehe: A. MARCUSE, Handbuch der Geographischen Ortsbestimmung, 1905. S. 169.

Die Äquatorialfadendistanzen¹ sind vom Mittelfaden gerechnet:

1—M	2—M	3—M	4—M	M—7	M—8	M—9	M—10			
fa ^S	1 ^m	13 ^{s,52}	59 ^{s,92}	45 ^{s,11}	30 ^{s,56}	—33 ^{s,01}	—46 ^{s,16}	—58 ^{s,72}	—1 ^m	12 ^{s,67}

Der Zenithpunkt *Z* wurde jedesmal bestimmt, wenn der Theodolit aufgestellt war. $Z = \frac{H_h + H_v}{2}$, wo H_h und H_v die für die Höhenniveausneigung korrigierten Mittelwerte aus den Ablesungen des Höhenzirkels bei Einstellung auf eine Mire in Tubenrechts- bzw. Tubenlinkslage bedeuten.

2. Bestimmung des Kollimationsfehlers (*c*).

Bezeichnen A_h und A_v die Mittelwerte der² Ablesungen des Azimutzirkels bei Einstellung auf einer Mire dicht am Horizont im Abstand *d* in den Lagen rechts und links, so erhält man aus der Definition des Kollimationsfehlers (*c*)² folgende Formel:

$$c = \frac{A_h - A_v}{2} - 90^\circ + \frac{l}{d \sin 1''} = C_0 + \frac{l}{d \sin 1''}$$

Die Grösse *l* wird zu 0,102 m bestimmt.

Der Kollimationsfehler *c* soll jedesmal bestimmt werden, wenn der Theodolit für Azimutbestimmungen aufgestellt wird. Da es sich indessen oft als schwer erwiesen hat, eine Mire so zu erhalten, dass ihr Abstand vom Observationsort genau aus der Karte abgelesen werden kann, so wird die Parallaxe $\frac{l}{d \sin 1''}$ schlecht bestimmt und der Wert des Kollimationsfehlers unsicher.

Statt des für jedesmal erhaltenen Wertes von *c* habe ich bei den Rechnungen $c = 40''$ angewendet. Dass dieser Wert während der Reise ebenfalls konstant war, geht aus den Werten hervor, die in Tabelle 3 zusammengestellt werden und die für Aufstellungen gelten, bei denen sich *d* hinreichend genau bestimmen liess.

Tabelle 3.

Bestimmung von *c* zu verschiedenen Zeiten während der Reise.

		C_0''	<i>d</i> m	$\frac{l}{d \sin 1''}$	<i>c''</i>
Torsby	Juli 1	36,0	17600	1,2	37,2
		36,5	17600	1,2	36,7
Edebäck	Juli 14	—0,8	500	42,1	41,3
		0,0	500	42,1	42,1

¹ Die allgemein gebräuchliche Methode aus α Ursæ minoris die Äquatorialfadendistanz zu berechnen, habe ich nicht angewandt, da ich diesen Stern während des Monats Juni, als diese Bestimmungen ausgeführt wurden, nur mit Schwierigkeit wahrnehmen konnte. Statt dessen bediente ich mich einer terrestrischen Methode, s. A. MARCUSE, a. a. O., S. 165.

² TH. ALBRECHT, Formeln und Hülftafeln für Geographische Ortsbestimmung, 1894, S. 19.

		C_0''	$d \text{ m}$	$\frac{l}{d \sin 1''}$	c''
Ämot	Juli 17	31,7	2250	9,4	41,1
Vika B.	Aug. 2	40,0	8350	2,5	42,5
Mora	Aug. 14	18,8	850	24,7	43,5
		16,3	850	24,7	41,0
Furudal	Aug. 21	37,8	3700	5,7	43,5
		32,5	3700	5,7	38,2
Långbacka	Aug. 27	-17,5	400	52,6	35,1

Der Mittelwert von c ist $40,2''$.

Die Zenithdistanz und der Azimut werden nach folgenden Formeln berechnet.

$$z = \bar{z} + r,$$

wo \bar{z} die instrumentale Zenithdistanz und r die Refraktionskorrektur ist.

$$z = Z - \left(\frac{M_I + M_{II}}{2} + z \right) \text{ (K. R.)}$$

$$z = 360^\circ - Z + \left(\frac{M_I + M_{II}}{2} + z \right) \text{ (K. L.),}$$

wo Z der Zenithpunkt ist; M_I und M_{II} bezeichnen die Ablesungen am Höhenzirkel und z die Korrektur für die Neigung des Höhenniveaus. Für den Azimut A gilt

$$A = \bar{A} + i \cotg z + \frac{c}{\sin z} \begin{cases} \text{K. L.} \\ \text{K. R.} \end{cases}$$

wo A den instrumentalen Azimut bezeichnet, i die Neigung der Horizontalachse.

3. Zeitkorrekturen.

Das angewendete Chronometer, Frodsham Nr. 3229, ist ein nach M. E. Z. gehendes Chronometer. Als Ausgangspunkt für die Chronometerkorrekturen wurde die mittlere Zeit des Observatoriums in Upsala gewählt

$$(\varphi = 59^\circ 51' 29'', \lambda = 1^m 43^s,84 \text{ w. vom Stockholmer Observatorium}).$$

Der Stand (γ) des Chronometers zu dieser Zeit wurde bestimmt teils durch Zeitobservationen an α Bootis¹ und an der Sonne, teils durch Vergleichung mit der Normaluhr des Observatoriums in Upsala (Hohwü). Da dieses nach Sternzeit geht, kann mittels der Koinzidenzmethode eine direkte Vergleichung leicht und genau ausgeführt werden.

Die für astronomische Berechnungen erforderlichen Daten sind dem Berliner Astronomischen Jahrbuch für 1915 entnommen.

¹ Für Kontrollmessungen wurden in einigen Fällen auch andere Sterne beobachtet, wie α Aquilæ und α Lyrae.

Folgende Reduktionen werden vom Abstand des Observationsortes von den Observatorien in Upsala und Berlin bedingt.

1) Sternzeitkorrektion.‡

Die Sternzeit eines Ortes im mittleren Mittag erhält man, wenn zu der für Berlin geltenden $+ 236^s,555 L$ addiert werden, wo L die Längendifferenz des Ortes von Berlin in Tagen gerechnet bezeichnet. Das pos. Zeichen gilt für westl. Länge. Aus den Generalstabskarten erhält man die Länge (λ) des Observationsortes vom Stockholmer Observatorium. Subtrahiert man davon die Längendifferenz $0^h 18^m 39^s,17$ zwischen Stockholm und Berlin, so erhält man die Länge im Verhältnis zu Berlin.

2) Die Ortszeit (Ω_u) im Verhältnis zum Observatorium in Upsala.

Der Stand des Chronometers (γ) wird auf die mittlere Zeit des Observatoriums in Upsala zurückgeführt. Der Längenunterschied zwischen den Observatorien in Stockholm und Upsala beträgt $1^m 43^s,84$. Also

$$\Omega_u = \lambda - 1^m 43^s,84.$$

Ω_u ist pos. für Örter westl. von Upsala.

4. Zeitbestimmung mittels eines Sternes.

Die Zeitbestimmung mittels eines Sternes mit bekannter Rektaszension (AR) und Deklination (δ) wird nach folgenden Formeln berechnet, wo (φ) die Polhöhe des Observationsortes, T_{beob} die gegen die Zenithdistanz (z) am Chronometer abgelesene Zeit und (t) den Stundenwinkel bezeichnen

$$\text{tg}^2 \frac{t}{2} = \frac{\sin(\sigma - \varphi) \sin(\sigma - \delta)}{\cos \sigma \cdot \cos(\sigma - z)}$$

$$\sigma = \frac{\varphi + \delta + z}{2}$$

$$T_{\text{ber.}} = (AR \pm t) \frac{u}{o}.$$

Hat man die Observation an andern Sternen als an der Sonne angestellt, so muss $(AR \pm t)$ mit der Korrektion zur mittleren Zeit reduziert und darauf mit Hülfe von Ω_u dahin gebracht werden, dass es für das Observatorium in Upsala gilt.

Der Stand des Chronometers (γ) ist also

$$\gamma = T_{\text{ber.}} - T_{\text{beob.}}$$

Wenn γ_1 und γ_2 den Stand zu den Zeiten T_1 und T_2 ($T_2 > T_1$) bezeichnen, so ist der Stand γ zur Zeit T ($T_2 > T > T_1$)

$$\gamma = \gamma_1 + \frac{\gamma_2 - \gamma_1}{T_2 - T_1} (T - T_1).$$

Die Grösse $\frac{\gamma_2 - \gamma_1}{T_2 - T_1}$ bezeichnet den Gang (\mathcal{A}) des Chronometers in 24 Stunden, wenn $T_2 - T_1$ und $T - T_1$ in Tagen berechnet werden.

In Tabelle 11 sind die Mittelwerte des Chronometerstandes vor, während und nach der Reise aufgenommen.

5. Azimutbestimmung vermittels der Sonne.

Am Chronometer werden die Zeiten abgelesen, da der Sonnenrand die vertikalen Fäden des Fadenkreuzes passiert. Hieraus wird die Zeit berechnet, da der Sonnenmittelpunkt den Mittelfaden M passiert. Diese Zeit möge t sein. Ist φ die Polhöhe des Ortes und δ_{\odot} die Deklination der Sonne zur Zeit t , so wird das Azimut A_{\odot} der Sonne, von Süden in trig. neg. Richtung gerechnet, aus den Gleichungen erhalten

$$\operatorname{tg} A_{\odot} = \frac{\operatorname{tg} t \cos \vartheta}{\sin (\varphi - \vartheta)},$$

$$\operatorname{tg} \vartheta = \operatorname{tg} \delta_{\odot} \cdot \sec t,$$

wo der Hülfswinkel ϑ so gewählt werden soll, dass das Zeichen für $\sin \vartheta$ mit dem Zeichen für $\operatorname{tg} \delta_{\odot}$ übereinstimmt und das Zeichen für $\cos \vartheta$ mit demjenigen für $\cos t$.

L_m bedeute das Medium der Einstellungen der Mire in Rechts- und Links-Lage, \bar{L}_{\odot} die auf dem Horizontalkreis abgelesene Projektion der Richtung zur Sonne zur Zeit t und z die Zenithdistanz des Sonnenmittelpunktes.

Dann ist

$$L_{\odot} = L_{\odot} \pm i \cotg z + \operatorname{cosec} z \begin{cases} \text{K. L.} \\ \text{K. R.} \end{cases}$$

Ist A_m der Azimut der Mire, so ist

$$A_m = A_{\odot} + L_m - L_{\odot}$$

Die beobachteten Kontakte bei den verschiedenen Vertikalfäden werden auf den Mittelfaden M reduziert.

fa = Äquatorialfadendistanz oder Veränderung im Azimut.

dt = Veränderung im Stundenwinkel oder Zeit für den Durchgang zwischen den Fäden.

q = parallaktischer Winkel.

$$dt = \frac{fa}{\cos \delta_{\odot} \cos q}.$$

Zur Berechnung von q wurden folgende Formeln angewendet.

$$\operatorname{tg} N = \operatorname{cotg} \varphi \cdot \cos t,$$

$$n = \frac{\sin \varphi}{\cos N},$$

$$\operatorname{tg} q = \frac{\cos \varphi \cdot \sin t}{n \cos (\delta_{\odot} + N)}.$$

Ist der Azimut A_{\odot} bekannt, so erhält man den parallaktischen Winkel q aus der Formel

$$\sin q = \frac{\sin A_{\odot} \cos \varphi}{\cos \delta_{\odot}}.$$

Diese Formel wurde als Kontrollformel benutzt.

Zur approximativen Bestimmung von q wurden in vielen Fällen Hülftabellen aus der KUFFNER'schen Sternwartepublikation, Bd II, Wien 1892, IV. Bestimmung der grossen Kometen von 1811, Hilfstabeln S. 129, angewendet.

q wird berechnet nach der Formel

$$\operatorname{tg} q = \frac{\operatorname{cotg} n}{\cos (\delta + N)},$$

wo n und N aus Tabellen als Funktionen von t und φ interpoliert werden.

II. Deklinationsmessungen.

Im Terrain wird eine Deklinationsbestimmung auf folgende Weise ausgeführt.

Der BAMBERG'sche Theodolit wird auf dem Stativtisch im Verhältnis zu 3 Bohrungen für die Fusschrauben des LAMONT'schen Theodoliten zentriert.

Die Zentren der beiden Instrumente kommen dadurch auf derselben Vertikal-
linie zu liegen.

Der Reisetheodolit ist ausführlich beschrieben VON LAMONT.¹ Was die Einstellung desselben und die Nivellierung des sog. Magnethauses betrifft, vgl. THALÉN.² Deklinations- und Horizontalintensitätsbestimmungen werden im Zusammenhang nach folgendem Schema ausgeführt.

1. Mire
2. Deklinationsbestimmung
- 3, 4, 5. Deviationsbestimmungen
6. Deklinationsbestimmung
7. Mire

Was die Einstellung auf Mire betrifft, ist folgendes zu bemerken. Falls das Fernrohr des LAMONT'schen Theodoliten beim Okularende mittels seiner Stellungsschraube gesenkt werden muss, um auf einer Mire mit grösserer Höhe eingestellt werden zu können als das Gesichtsfeld des Fernrohres erlaubt, wenn das Fernrohr so steht, dass seine optische Achse und die Normale des Magnetspiegels in derselben Ebene liegen,

¹ I. LAMONT, Abhandlungen der Mathem.-Physikalischen Classe der Königl. Bayerischen Akademie der Wissenschaften, 1847, Bd. V:1, S. 16.

² R. THALÉN, Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl. 1872, Bd. 10, N:o 12, S. 6.

ereignet sich, wie weiter unten ausgeführt werden soll, eine Verschiebung des Fadenskreuzes in azimuthaler Richtung, die die Deklinationsbestimmung verdirbt. In einigen Fällen ist deshalb eine Einstellung auf Miren mit verschiedenen Höhen h angestellt worden. Δ ist der Unterschied zwischen den Resultaten einer Deklinationsbestimmung im Verhältnis zu einer Mire mit solcher Höhe, dass die Schraube nicht angewendet zu werden braucht und einer Deklinationsbestimmung im Verhältnis zu einer Mire, für welches die Einstellung mit Hilfe der Stellschraube zustande gekommen ist.

Laknäs	11'.4	1° 28'
Rättvik	10'.9	1° 42'
Leksand B.	9'.7	1° 51'

Diese Fehler sind dadurch vermieden worden, dass ich eine Mire mit solcher Höhe wählte, dass die Stellschraube nicht verwendet zu werden brauchte.

An der gemessenen Deklination müssen zwei Korrekturen angebracht werden, die Kollimation k und die Torsion c .

Mit der Kollimation ist der Winkel zwischen der Magnetisierungsrichtung der Deklinationsnadel und der Normalen zu dem mit der Nadel fest verbundenen Spiegel gemeint. Die Kollimation wird dadurch gemessen, dass die Deklinationsbestimmung mit dem Instrument am Mittelpfeiler des Magnethauses in Upsala ausgeführt wird, wo die Deklination für jede Zeit bekannt ist.

Das Azimut der Mire, positiv von Norden nach Westen gerechnet, sei $A_n = 40^\circ 45',5$.¹ α ist der Winkel zwischen der Richtung zur Mire und der Normalen des Magnetspiegels. Der Kollimationswinkel pos. von Norden nach Westen gerechnet sei k , die Torsionskorrektur c . Für die Deklination erhält man dann den Ausdruck

$$D = A_n - \alpha + k + c,$$

$$k = k + c = 5^\circ 46',6 + (n_D - 170) \cdot 0',677 + \alpha - 40^\circ 45',5.$$

Wird gleichzeitig α und n_D observiert, so kann k berechnet werden.

Die folgende Tabelle nimmt die erhaltenen Werte von k auf, die als Instrumentkonstanten betrachtet werden und den Kollimationsfehler und die Torsionskorrektur enthalten.

Tabelle 4.

	k	Mittelwert
1915 Juni 1	2° 1',7	
1915 Juni 10	2° 5',7	2° 3',7
1915 Okt. 5	2° 3',3	
1915 Okt. 8	2° 2',2	
1915 Okt. 11	2° 4',3	2° 3',3

¹ Siehe S. 24.

Der Mittelwert von k beträgt $2^{\circ} 3',5$.

Der Kollimationsfehler k wird als konstant betrachtet.¹

Die Torsion in dem Faden, an welchem der Magnet aufgehängt ist, wird von der Temperatur, Feuchtigkeit und Streckung beeinflusst. Die Streckung trifft jedes Mal ein, wenn das Instrument zur Messung aufgestellt und die Arretierung der Deklinationsnadel ausgelöst wird. Für eine genaue Messung ist es deshalb notwendig, die Grösse der Torsion gerade während der Observationsserie zu messen.

Dies ist möglich, wenn Deklinations- und Horiz.-int.-messungen kombiniert werden.² Durch Berechnung habe ich mich davon überzeugt, dass der Fehler, der durch das Rechnen mit einer Torsionskorrektion entsteht, die in den Instrumentkonstanten enthalten ist, innerhalb der Fehlergrenzen liegt, die sich bei der Interpolierung von d D' vorfinden.

Die Deklination wird nach folgender Formel berechnet:

$$D = A_n - \alpha + 2^{\circ} 3',5.$$

Westliche Deklination wird mit pos. Zeichen gerechnet. Also ist der Normalwert der Deklination des fraglichen Ortes

$$D_{sn} = D - \delta.$$

δ ist der Unterschied zwischen dem Normalwert der Deklination in Upsala Du_n und dem im entsprechenden Augenblick durch Interpolierung bestimmten Wert.

$$\delta = Du_n - (D_{170} + dD') = 5^{\circ} 31',0 - 5^{\circ} 46',6 - dD'.$$

$$D_{sn} = A_n - \alpha + 2^{\circ} 3',5 - 15',6 - dD'.$$

Die Deklinationsbestimmungen sind in Tabelle 13 aufgenommen. Vom Mittelpfeiler des Magnethauses in Upsala ($\varphi = 59^{\circ} 51' 11''$, $\lambda = 0^{\circ} 25' 47''$) pflegt man als Mire einen Blitzableiter des Epidemie-Krankenhauses anzuwenden. Der Azimut der Mire, von Norden nach Osten gerechnet, wurde bestimmt auf

$$\begin{aligned} & - 40^{\circ} 45' 31'' \\ & \qquad \qquad 16'' \\ & \qquad \qquad 57'' \end{aligned}$$

Als Mittelwert ist der Wert $-40^{\circ} 45',5$ angewendet worden. Dies stimmt mit dem von Prof. J. KOCH gemessenen überein. Der maximale Fehler in meinem Werte ist auf $+27''$ berechnet.³

Horizontalintensitätsbestimmungen.

Die Horizontalintensitätsbestimmungen wurden im Zusammenhang mit den Deklinationsbestimmungen ausgeführt, s. S. 22. Man erhält für jede Serie 2 Werte

¹ Vgl. I. LAMONT, a. a. O., S. 18.

² Vgl. I. LAMONT, Handbuch des Erdmagnetismus, 1849, S. 115, und E. SOLANDER, Über den Einfluss der Fadentorsion bei Magnetischen Ablenkungsversuchen.

Nova acta reg. soc. sc. Ups. 1899, Ser. III, Vol. XIV: VIII, S. 2.

³ Vgl. E. A. HINTIKKA, Absolute Erdmagnetische Bestimmungen in Finnland, ausgeführt im Sommer 1910, S. 18. Meteorol. Zentralanstalt 1910, Bd. I, Teil I, Helsingfors.

für den doppelten Deviationswinkel aus den Einstellungen 3, 4 und 5, wo 4 eine Umlegung des Deflektors repräsentiert. φ ist das halbe Medium dieser Werte.

Nach jeder Aufmontierung des Instrumentes muss das Ablesungsmikroskop untersucht werden, indem man die Anzahl Umdrehungen und Teilstriche auf dem Trommelkopf des Okularmikrometers untersucht, der 1° der Zirkelskala entspricht. Diese Messung hat sich als notwendig erwiesen, da die Mikroskope während der Reisen in ihre Hülsen niedersanken und deswegen jedes Mal eine neue Einstellung erforderten. Die Ablesungen sind für den Skalenwert des Teilstriches auf dem Trommelkopf korrigiert.

Der Deflektor, der angewendet wurde, enthält 2 Magneten Nr. 3 und Nr. 4.¹ Bedeuten α_3 und α_4 die Temp.-Koeffizienten des resp. Deviationsmagneten und β den Ausdehnungs-Koeffizienten, so erhält man die Formel:

$$\log H_0 = \log C_0 - \log \sin \varphi - \text{mod.} \frac{dH}{H_0} + \log \left[1 - \left(\frac{\alpha_3 + \alpha_4}{2} + 3\beta \right) t \right]$$

α_3 und α_4 sind nach WEBER'S Kompensationsmethode bestimmt worden. Als einen Mittelwert zwischen den Temperaturen $+5^\circ$ bis $+50^\circ$ erhielt ich

$$\frac{\alpha_3 + \alpha_4}{2} = 10,8 \cdot 10^{-5} + 0,1 \cdot 10^{-5} t.$$

Als Wert für β wurde 0,000018 angewendet.

Also erhält man, wenn t_φ die Temperatur in Celsiusgraden bei Deflektorschiene während der Observationsserie ist,

$$\log C_0 = \log H_0 + \log \sin \varphi + \text{mod.} \frac{dH}{H_0} + \text{mod.} 16,2 \cdot 10^{-5} \cdot t_\varphi + \text{mod.} 0,1 \cdot 10^{-5} t_\varphi^2.$$

Bestimmung der Konstante C_0 .

Der Reisetheodolit wird am Mittelpfeiler des Magnethauses in Upsala placiert. Diviationsbestimmungen werden ausgeführt, und gleichzeitig liest man die Variationsinstrumente ab. H_0 wird aus der Formel (10) berechnet.

Tabelle 5 nimmt die Mittelwerte der ausgeführten Bestimmungen auf.

Tabelle 5.

	log C_0
1915 Juni 1	2,96184
1915 Juni 10	2,96147
1915 Okt. 5	2,96030
1915 Okt. 8	2,96026

Aus dieser Tabelle geht hervor, das sich log C_0 mit der Zeit verändert hat. Wird in einem Diagramm die Zeit als Abszisse und log C_0 als Ordinate eingetragen, so kann log C_0 graphisch leicht für jeden Tag, an dem Deviationsversuche angestellt

¹ R. THALÉN, Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl. 1872. Bd. 10, Nr. 12, S. 5.
K. Sv. Vet. Akad. Handl. Band 58. N:o 10.

wurden, bestimmt werden. Angenommen wird dann, dass die Veränderung in der Konstante des Deflektors regelmässig vor sich gegangen sei.

Die Werte von $\log C_0$, die so bestimmt wurden, sind in Tabelle 14 aufgenommen. In der Zeit vom 17. Juni—30. Aug. hat sich $\log C_0$ mit der Zeit nach einem beinahe linearen Verhältnis geändert.¹

Für die Berechnung von H aus φ und t_φ wird die Formel angewendet

$$\log H = \log C_0 - \log \sin \varphi - 7,04 \cdot 10^{-5} t_\varphi - 0,04 \cdot 10^{-5} t_\varphi^2.$$

Der so erhaltene Wert von H muss für die Variation dH folgenderweise korrigiert werden.

$$H_{sn} = H + H u_n - H u = H + H_0 + 4,5 \gamma - (H_0 + dH \gamma)$$

$$H_{sn} = H + 4,5 \gamma - dH \gamma.$$

Die erhaltenen Werte von H_{sn} sind in Tabelle 14 aufgenommen.

Inklinationsbestimmungen.

Zur Bestimmung der Inklination wurde das Inklinatorium Dover Nr. 60 angewendet. Ich bediente mich dabei verschiedener Nadeln: während der Reisen der Nadeln Nr. 1 und Nr. 3; im Magnethaus Upsala wurde die Inklination auch mit Hilfe von Nadel Nr. 4 bestimmt. Nadel 2 ist nur in der Observationsserie Nr. 15 zur Anwendung gekommen.²

Um die Fehler zu eliminieren, womit eine einfache Beobachtung verbunden ist, wurde immer eine Reihe von Einstellungen veranstaltet. Diese wurden in Übereinstimmung mit den Anweisungen ausgeführt, die MASCART auf Grund theoretischer Untersuchungen anführt.³

Folgendes Schema wurde bei den Observationen befolgt.

I. Bestimmung des magnetischen Meridians.

II. Observationen im Meridian.

Die erste Magnetisierung. (A-Zeichen nach oben.)

α) A nach vorn.

Front — O. Fr. — W

φ_1

β) A nach hinten.

Fr. — O. Fr. — W

ψ_1

Die zweite Magnetisierung. (A nach unten.)

α) A nach vorn

Fr. — O. Fr. — W

φ_2

β) A nach hinten.

Fr. — O. Fr. — W

ψ_2

¹ A. NIPPOLDT, Magnetische Karten von Südwestdeutschland für 1909. Veröff. d. Königl. Preuss. Meteorolog. Institut. 1910. Abhandl. Bd. III, Nr. 224, S. 43, sagt der Verfasser: — — »als Endergebnis ist die Zulässigkeit der Annahme anzusehen, dass $\log C_0$ linear in der Zeit verläuft.« —

² Vgl. E. SOLANDER, Nova acta reg. soc. sc. Ups. 1889, Ser. III, Vol. XIV: VII, S. 2.

³ E. MASCART, a. a. O., S. 157—159.

III. Observationen in 45° Azimut.

Die zweite Magnetisierung. (A nach unten.)

α) A nach vorn

Fr. — NO. Fr. — SO. Fr. — SW. Fr. — NW.

ψ'_2

Die erste Magnetisierung. (A nach oben.)

α) A nach vorn

Fr. — NW. Fr. — SW. Fr. — SO. Fr. — NO.

ψ'_1

β) A nach hinten.

Fr. — NW. Fr. — SW. Fr. — SO. Fr. — NO.

ψ'_2

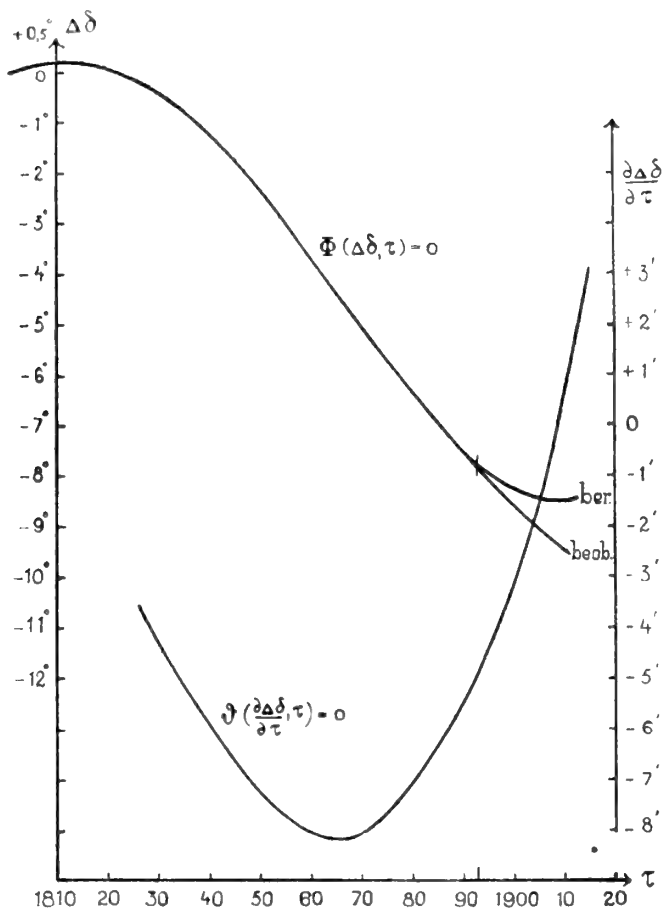
β) A nach hinten

Fr. — NO. Fr. — SO. Fr. — SW. Fr. — NW.

ψ'_1

IV. Bestimmung des magnetischen Meridians.

Fig. 3.



Die Inklination wird nach der Formel berechnet:

$$I = \frac{1}{8} (g_1 + g'_1 + \psi'_1 + \psi''_1 + g_2 + g'_2 + \psi'_2 + \psi''_2).$$

Ich habe bei diesen Berechnungen den Messungen im Meridian ebenso viel Gewicht beigemessen wie den Messungen ausserhalb des Meridianes, in Übereinstimmung mit E. SOLANDER.¹

¹ E. SOLANDER, a. a. O., S. 4.

Wie die Messungen geeignet ausgeführt werden können, ist von E. SOLANDER beschrieben.¹ Seine Anweisungen, um Einstellungen zu erhalten, die sich nicht stark von einander unterscheiden, wurden bei meinen Messungen befolgt.

In einigen Fällen kommen in den Tabellen unvollständige Serien vor. So verhält es sich mit den Serien Nr. 1, 2, 8 und 100. Die erhaltenen Werte wurden zu Werten korrigiert, welche eine vollständige Serie ergeben hätte.²

Die Korrekturen wurden für die Nadeln Nr. 1 für φ_1 und ψ_1 , für Nadel Nr. 3 für φ_2 folgendermassen berechnet:

$$\text{Nadel Nr. 1 } \varphi_1 \text{ korr.} = \frac{1}{n} \sum_1^n (Im - I\varphi_1) = 1',3 \pm 0',23 \quad (n = 15)$$

$$\psi_1 \text{ korr.} = \frac{1}{n} \sum_1^n (Im - I\psi_1) = 3',5 \pm 0',60 \quad (n = 18)$$

$$\text{Nadel Nr. 3 } \varphi_2 \text{ korr.} = \frac{1}{n} \sum_1^n (Im - I\varphi_2) = 0',9 \pm 0',09 \quad (n = 33)$$

Diese Korrekturen enthalten die Differenzen zwischen dem nach obiger Formel (s. S. 27) berechneten Werte von I (Im) und resp. observierten Werten. Die angeführten Fehler sind die wahrscheinlichen Fehler.

Tabelle 15 nimmt die ausgeführten Inklinationsbestimmungen auf. Der berechnete Wert (I) der Inklination muss nach der folgenden Formel korrigiert werden.

Folglich	$I_{sn} = I + I_{u_n} - I_u$
wo	$I_{u_n} = 71^\circ 3',0$
und	$I_u = 70^\circ 59',2 + dI.$
Also	$I_{sn} = I + 3',8 - dI.$

Reduktion auf die Epoche 1915,⁶⁷.

I. *Deklination.*

Für Haparanda, Stockholm, Kopenhagen und Christiania, wo Deklinationsbestimmungen für verschiedene Zeiten ausgeführt wurden, hat CARLHEIM-GYLLENSKÖLD³ mit der Methode der kleinsten Quadrate Formeln für die Variation der Deklination mit der Zeit berechnet und gefunden, dass diese ausgedrückt werden kann

$$\delta = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 t^2 + \alpha_3 t^3 + \alpha_4 t^4 = \alpha_0 + \Delta\delta.$$

wo $x = t - 1800$ ist.

Die Koeffizienten sind an den verschiedenen Orten beinahe dieselben, woraus hervorgeht, dass innerhalb des fraglichen Gebietes die sekuläre Variation der Deklination

¹ E. SOLANDER, a. a. O., S. 2.

² Vgl. V. CARLHEIM-GYLLENSKÖLD, Kungl. Sv. Vet. Akad. Handl. 1894, Bd. 27: 7, S. 21.

³ V. CARLHEIM-GYLLENSKÖLD, Kungl. Sv. Vet. Akad. Handl. 1894, Bd. 27: 7, S. 28.

unabhängig von der geographischen Lage des Ortes ist. Als Mittelwert für die Reduktion der Deklinationsobservationen erhält man folgenden Wert von $\Delta\delta$:

$$\Delta\delta = [0,3778]r - [1,0588]r^2 - [5,9595]r^3 + [6,7021]r^4.$$

Die Zahlen in den Klammern sind Brigg'sche Logarithmen. Das Gültigkeitsgebiet der Formel erstreckt sich auf die Jahre 1700—1900.

Wird die Gültigkeit der Formel ausgedehnt, sodass sie auch 1915,67 umfasst, so erhält man für 1892,67, indem man $r = 92,67$ setzt, $\Delta\delta_1 = -7^\circ 41',5$ und für das Jahr 1915,67, indem man $r = 115,67$ setzt, $\Delta\delta_2 = -8^\circ 15',3$.

Also werden die Deklinationsobservationen, die für die Epoche 1892,67 gelten, dadurch auf 1915,67 reduziert, dass man zu diesen

$$\Delta\delta_2 - \Delta\delta_1 = -33,8' \text{ addiert.}$$

Untersucht man die von CARLHEIM-GYLLENSKÖLD aufgestellte Formel, so findet man, dass

$$\frac{d(\Delta\delta)}{dr} = 0 \text{ für } r_1 = -105, \quad r_2 = +10, \quad r_3 = +108 \text{ und } \frac{d^2(\Delta\delta)}{dr^2} > 0 \text{ für } r_1 \text{ und } r_3 \text{ und } < 0 \text{ für } r_2.$$

Die Funktion $\Delta\delta$ hat also ein Minimum $\Delta\delta_3 = -8^\circ 17',3$ für 1908.

In Fig. 3 sind die Funktionen $\Phi(\Delta\delta, r) = 0$ und $\vartheta\left(\frac{d(\Delta\delta)}{dr}, t\right) = 0$ graphisch dargestellt.

Da das Gültigkeitsgebiet der Formel über die angegebene Grenze 1900 ausgedehnt wurde und die Funktion ein Minimum für das Jahr 1908 hat, so wollte ich den berechneten Reduktionsfaktor $-33',8$ mit den observierten Werten vergleichen.

Für diesen Zweck hat eine Zusammenstellung der Deklination in Kopenhagen¹ und Rude Skov¹ ergeben

Kopenhagen	1892,67	$10^\circ 52',5$
Rude Skov	1915,67	$8^\circ 42',4$
Kopenhagen	1915,67 ²	$8^\circ 42',4 - 6',3 = 8^\circ 36',1$.

Eine Änderung also von $-2^\circ 16',4$. Diese Änderung wird durch die mit beob. bezeichnete Strecke der Kurve Φ im Diagramm 3 repräsentiert; sie ist bei der Reduktion der Observationen von 1892,67 auf 1915,67 auch zur Anwendung gelangt.

Diese Observationen sind aufgenommen in Tabelle 6.

¹ Annuaire magnétique. Danske Meteorologiske Institut. Kjøbenhavn.

² Die magnetische Differenz zwischen den Orten ist $6',3$ [Rude Skov $- 6',3 =$ Kopenhagen]. Siehe: Annuaire magnétique. Années 1907—1908. Publié par l'Institut météorologique de Danmark, S. 9.

Tabelle 6.

	φ	λ	D^1 1892,67	D 1915,67	
Bremö kalf	62° 11',1	0° 21',2	8° 30',1	6° 14'	A.
Jältholmarna	61° 56',5	0° 34',1	8° 44',0	6° 28'	A.
Bjuråker	61° 51',6	1° 28',5	8° 48',1	6° 32'	S.
Hudiksvall	61° 44',2	0° 56',8	8° 22',8	6° 6'	A.
Järfös	61° 43',2	1° 50',5	9° 7',2	6° 51'	S.
Härje hägnan	61° 43',0	5° 57'	8° 30'	6° 14'	M.
Tansjö	61° 41',5	3° 38'	9° 31',4	7° 15'	W.
Agö	61° 32',6	0° 38',9	7° 3',8	4° 47'	A.
Gördalen	61° 23',0	5° 21'	9° 12'	6° 56'	M.
Stugsund	61° 18',2	0° 55',5	7° 48',8	5° 32'	A.
Kilafors	61° 13',2	1° 27',1	8° 43',9	6° 28'	S.
Storgrytan	61° 12',0	0° 53',2	7° 9',0	4° 53'	A.
Skattungbyn	61° 10',3	3° 12'	11° 1',1	8° 45'	W.
Midskogstorpen	60° 41'	5° 36'	10° 18'	8° 2'	M.
Eskilstorp	60° 21'	5° 48'	10° 18'	8° 2'	M.
Norra Emterud	59° 55'	5° 55'	11° 30'	9° 14'	M.
Högsäter	59° 54'	5° 52'	11° 30'	9° 14'	M.
Bön	59° 38'	6° 12'	10° 42'	8° 26'	M.
Häll	59° 30'	6° 16'	10° 42'	8° 26'	M.

A.: ARWIDSSON, M.: MARELIUS, S.: SOLANDER, W.: WEGELIN.

Von bisher nicht publizierten Messungen² werden folgende während der Jahre 1912 und 1914 ausgeführten veröffentlicht. Mit Hilfe von Tabellen über die Deklination in Rude Skov wurden die Reduktionszahlen für 1915,67 auf bzw. — 28',8³ und — 11',6 bestimmt.

Tabelle 7.

	φ	λ		D^4	D 1915,67	
Ostra Fältholmen	61° 57' 35''	0° 35' 40''	1912 Aug. 18	6° 18'	5° 49'	G.
Hudiksvall	61° 43' 15''	0° 56' 0''	1912 » 17	6° 43'	5° 14'	G.
Arnövik	61° 42' 20''	0° 40' 20''	1912 » 18	6° 33'	5° 4'	G.
Innerstö	61° 34' 30''	0° 47' 10''	1912 » 17	6° 9'	5° 40'	G.
Söderham	61° 18' 20''	0° 59' 30''	1912 » 16	6° 35'	6° 6'	G.
Skattskärr	59° 25',0	4° 21',7	1915 Juni 3	9° 3'	8° 51'	L.
Alster A.	59° 23',7	4° 27',2	1915 » 3	9° 12'	9° 0'	L.

G.: GRENANDER, L.: LJUNGDAHL.

¹ V. CARLHEIM-GYLLENSKÖLD, a. a. O., S. 49.² S. Seite 2.³ Der nach der Formel für $\Delta\delta$, Seite 29, berechnete Wert wäre + 8',1 gewesen.⁴ Was diese Werte für die Deklination betrifft, hat man folgendes zu beachten: Die während des Jahres 1912 ausgeführten Bestimmungen sind korrigiert für tägliche Variation im Verhältnis zu den resp. Tagesmedien mit Anwendung von Registrierungen des Deklinationsvariometers des Königl. Nautisch-Meteorologischen Bureaus in Stockholm.

II. Die Horizontalintensität.

Von Kopenhagen, Gothenburg, Christiania, Stockholm, Upsala, Haparanda findet sich Observationsmaterial über H von verschiedenen Zeiten. CARLHEIM-GYLLENSKÖLD¹ hat gefunden, dass die Sekulärvariation von H durch eine lineare Relation ausgedrückt werden kann

$$H_t = H_{t_0} + a (t - t_0).$$

Also kann man die jährliche Variation gleich $\frac{\partial H}{\partial t}$ schreiben

$$\frac{\partial H}{\partial t} = a_0 + a_1 (\varphi - \varphi_0) + a_2 (\lambda - \lambda_0) \cos \varphi,$$

wo φ_0 und λ_0 Konstante sind.

Die Koeffizienten a_0 , a_1 und a_2 werden aus den Relationen berechnet, die für die 4 obengenannten schwedischen Orte gelten. Auf diese Weise erhält er folgende Formel für die jährliche Variation:

$$\frac{\partial H}{\partial t} = 13,44 - 0,647 (\varphi - 59^{\circ},13) + 1,32 (\lambda \cos \varphi - 1^{\circ},48).$$

Mittels dieser Formel wurden die H -Observationen an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten ausgeführt auf 1892,67 reduziert. Diese Werte findet man in Tabelle 9. Nach derselben Formel habe ich die Werte von 1892,67 auf 1915,67 reduziert.

Unter diesen Observationsorten gibt es einige, an welchen ich Observationen ausgeführt habe. Also kann man einen Vergleich zwischen berechnetem und observiertem Wert von H anstellen. Die Übereinstimmung geht aus Tabelle 8 Differenzen I hervor. Der Grund, dass alle Differenzen dasselbe Zeichen haben, ist darin zu suchen, dass für Upsala (beob.—ber.) eine Differenz von -553γ erscheint. Als Normalwert wurde erhalten $H_n = 0,15985$ C. G. S. Nach CARLHEIM-GYLLENSKÖLD's Formel für Upsala berechnet²

$$H = 0,16049 + 10,88 (1915,67 - 1870) = 0,16538 \text{ C. G. S.}$$

Also (beob.—ber.) = -553γ .

Hätten sich meine Werte von $\log C_0$ und damit von $\log H$ um mod. $\frac{553 \gamma}{0,15980}$ vermehrt, so würde, die Differenz (beob.—ber.) ausfallen, wie aus Diff. II hervorgeht. Diese neuen Differenzen sind derart, dass sie daraus vollständig erklärt werden können, dass die Observationspunkte nicht zusammenfallend sind.

Bei der Behandlung der übrigen ist das Tagesmedium durch das resp. Monatsmedium, wie es durch Registrierung im magnetischen Observatorium in Rude Skov sich bildete, ersetzt worden. (Laut Schreiben des Vorstehers und Chefs für das Königl. Nautisch-Meteorologische Bureau in Stockholm.)

¹ V. CARLHEIM-GYLLENSKÖLD, a. a. O., S. 25.

² V. CARLHEIM-GYLLENSKÖLD, a. a. O., S. 26.

Tabelle 8.

	Berechnet H 1915,67	H beob.	beob.-ber. Diff. I. γ	H beob.	beob.-ber. Diff. II. γ	
Bollnäs	0,15510	0,15196	- 304	0,15731	+ 221	T.
Utmeland	0,15796	0,15194	- 602	0,15732	- 64	T.
Leksandsnoret	0,16110	0,15586	- 525	0,16134	+ 24	T.
Torsby	0,16048	0,15514	- 534	0,16060	+ 12	T.
Sunne	0,16120	0,15642	- 478	0,16193	+ 73	T.
Åmot	0,16115	0,15641	- 474	0,16102	+ 77	T.
Säs	0,15757	0,15311	- 446	0,15850	+ 93	T.
Garberg	0,15719	0,15136	- 583	0,15669	- 50	T.

T.: THALÉN.

Daraus dürfte nun hervorgehen, dass auch die für die andern Orte berechneten H -Werte zu hoch sind. Wird so jeder auf die Epoche 1915,67 reduzierte H -Werte mit 553γ herabgesetzt, dürfte man Werte erhalten, die mit den observierten besser übereinstimmen.

Tabelle 9.

	φ	λ	$\frac{\partial H}{\partial t}$	H 1892,67	H 1915,67	H 1915,67-553 γ	
Hudiksvall	61° 44',2	0° 56',8	10,4	0,14901	0,15140	0,14587	A. B.
Bollnäs	61° 20',0	1° 38',5	11,1	0,15256	0,15510	0,14957	T.
Stugsund	61° 18',2	0° 55',5	10,7	0,15258	0,15503	0,14950	A.
Söderhamn	61° 15'	0° 51'	10,7	0,15324	0,15569	0,15016	B. T.
Garberg	61° 9'	3° 50'	12,6	0,15430	0,15719	0,15166	T.
Säs	61° 4'	3° 40'	12,6	0,15468	0,15757	0,15204	T.
Utmeland	61° 0'	3° 31'	12,6	0,15507	0,15796	0,15243	T.
Noreberg	61° 0'	3° 26',5	12,5	0,15331	0,15618	0,15065	T.
Leksandsnoret	60° 43'	3° 3'	12,4	0,15825	0,16110	0,15357	T.
Torsby	60° 8'	5° 4'	14,2	0,15722	0,16048	0,15495	T.
Charlottenberg	59° 54'	5° 47'	14,8	0,15620	0,15960	0,15407	T.
Sunne	59° 50'	4° 56'	14,3	0,15792	0,16120	0,15567	T.
Åmot	59° 48'	5° 40'	14,8	0,15775	0,16115	0,15562	T.
Strand	59° 47'	5° 38'	14,8	0,15726	0,16066	0,15513	H.
Arvika	59° 41'	5° 28'	14,8	0,15816	0,16156	0,15603	T.
Lerhol	59° 38'	5° 14'	14,6	0,15731	0,16066	0,15513	H.
Boda	59° 35'	5° 1'	14,6	0,15889	0,16224	0,15671	T.
Prästbol	59° 31',3	4° 49',2	14,5	0,15783	0,16116	0,15563	H.
Skåre	59° 27'	4° 39',5	14,4	0,15871	0,16201	0,15648	T.
Karlstad	59° 22'	4° 34'	14,4	0,15753	0,16083	0,15530	H. T.

A.: ARWIDSSON, B.: BOECK-MEYER, H.: HANSTEEN, T.: THALÉN.

III. Die Inklination.

Um eine Inklinationsbestimmung auf eine gegebene Epoche zu reduzieren, ist eine etwas umständliche Rechnung erforderlich, da die Änderung sowohl von der Zeit wie den geographischen Koordinaten des Observationsortes φ und λ abhängig ist. Die von CARLHEIM-GYLLENSKÖLD¹ berechnete Formel ist:

$$AI = -1',437 r + 1,683 \cdot 10^{-2} r^2 + 0',304 \cdot 10^{-4} r^3 + 0',129 r \cdot A\varphi + 0,0101 \cdot r \cdot A\lambda$$

wo: $r = t - 1850$,

$$A\varphi = \varphi - 60^\circ,$$

$A\lambda$ = Länge vom Stockholmer Observatorium, gerechnet pos. nach Westen. Um von 1850 auf 1892,67 und 1915,67 zu reduzieren wird $r = 42,67$ und $65,67$ resp. gesetzt. Also erhält man:

$$\text{für } 1892,67 \quad AI_1 = -28',3 + 5',50 A\varphi + 0',43 \cdot A\lambda,$$

$$\text{für } 1915,67 \quad AI_2 = -13',2 + 8',47 A\varphi + 0',66 \cdot A\lambda.$$

Für die Reduktion von 1892,67 auf 1915,67 erhält man

$$II = AI_2 - AI_1 = 15',1 + 2',97 A\varphi + 0',33 \cdot A\lambda.$$

Mit Hilfe dieser Formel werden folgende in dem Gebiete gemachten Inklinationsbestimmungen auf 1915,67 reduziert.

Tabelle 10.

	φ	λ	I 1892,67	I 1915,67	
Hudiksvall	61° 44',2	0° 56',8	72° 36',9	72° 57',4	A.
Stugsund	61° 1',3	0° 55',5	72° 3',6	72° 23',2	A.
Karlstad	59° 23',0	4° 33',0	71° 18',3	71° 36',7	H.

A.: ARWIDSSON, H.: HANSTEEN.

In die Tabelle über die Inklinationsbestimmungen wurde eine Kolonne eingeführt (beob.—ber.).

Die Inklination wurde auf folgende Weise berechnet.²

$$I = P_0 + P_1 \cdot A\varphi^\circ + P_2 \cdot A\lambda^\circ, \text{ wo}$$

$$P_0 = 71^\circ 40',8 - 1,437 r + 1,683 \cdot 10^{-2} r^2 + 0',304 \cdot 10^{-4} r^3,$$

$$P_1 = +30',86 + 0,129 r,$$

$$P_2 = -0',796 + 0,0101 r.$$

Für 1915,67 ist $r = 65,67$ zu setzen.

¹ V. CARLHEIM-GYLLENSKÖLD, a. a. O., S. 29.

² V. CARLHEIM-GYLLENSKÖLD, a. a. O., S. 32.

1. Kil.¹

$$\varphi = 59^{\circ} 30' 27'' \quad \lambda = 4^{\circ} 44' 27'' \quad 98 \text{ m ü. M.}$$

Der Observationsort befindet sich neben der Landstrasse, die von Karlslund in östlicher Richtung geht. Zu den Wohnhäusern etwa 30 m. Bodenbeschaffenheit: sandige Ackererde.

$$D = 8^{\circ} 16' \quad H = 0,15690 \quad I = 71^{\circ} 10',5$$

2. Sunne.

$$\varphi = 59^{\circ} 50' 7'' \quad \lambda = 4^{\circ} 54' \quad 80 \text{ m ü. M.}$$

Der Observationsplatz liegt auf der östlichen Seite des Sundes, 8 m in der Richtung gegen das Ufer von dem Weg, der von der Kirche parallel mit dem Sunde läuft. 475 Schritte von der Kirche. Bodenbeschaffenheit: toniger Acker.

THALÉN hat an diesem Ort Messungen über H ausgeführt (Kungl. Sv. Vet. Akad. Handl., Bd. 20, N:r 3, S. 55, 1882). Der von ihm C genannte Platz lässt sich am ehesten mit meinem Observationsort vergleichen. »Der Platz C ist unten am östlichen Ufer des Flusses, 150 à 200 Schritte gerade westlich von der Kirche und 10 Schritte vom Flussrand auf dem von der alten Dampfschiffbrücke zum Pfarrhof führenden Pfad.» Abstand von meinem Observationsort 400 m in südl. Richtung.

$$D = 8^{\circ} 10' \quad H = 0,15642 \quad I = 71^{\circ} 22',7$$

3. Torsby.

$$\varphi = 60^{\circ} 8' 22'' \quad \lambda = 5^{\circ} 2' 34'' \quad 104 \text{ m ü. M.}$$

Der Observationsplatz ist 40 m westlich von der Kirche in der Ecke des Kirchenparkes. Bodenbeschaffenheit: tonhaltig. THALÉN hat H an diesem Ort gemessen. Der Abstand von THALÉN's Platz A (a. a. O., S. 55) bis zu meinem Observationsort beträgt 500 m in NW-licher Richtung.

$$D = 7^{\circ} 47' \quad H = 0,15514 \quad I = 71^{\circ} 30',5$$

4. Lekvattnet.

$$\varphi = 60^{\circ} 11' 31'' \quad \lambda = 5^{\circ} 23' 7'' \quad 205 \text{ m ü. M.}$$

Der Observationsplatz liegt ca. 90 m in östlicher Richtung vom Hotel Lillhem. Das Stativ steht auf einem kleinen Waldpfad. Daneben Sumpfboden.

$$D = 8^{\circ} 32' \quad H = 0,15495 \quad I = 71^{\circ} 27',3$$

¹ In dem im Archiv der Physischen Institution befindlichen Archivexemplar finden sich Karten über jeden einzelnen Observationsort.

5. Östra Emtervik.

$$\varphi = 59^{\circ} 43' 48'' \quad \lambda = 4^{\circ} 50' 42'' \quad 85 \text{ m ü. M.}$$

Observationsplatz auf Waldabhang ca. 30 m über der Dampfschiffbrücke.
Bodenbeschaffenheit: Kiesboden.

$$D = 8^{\circ} 18' \quad H = 0,15585 \quad I = 71^{\circ} 23',3$$

6. Dalboängen.

$$\varphi = 60^{\circ} 42' 2'' \quad \lambda = 5^{\circ} 8' 59'' \quad 147,5 \text{ m ü. M.}$$

Observationsplatz 6 m vom Flussufer. Von der Dampfschiffbrücke 500 m in
NW-licher Richtung. Zum nächsten Haus etwa 100 m. Sandiger Wiesboden.

$$D = 7^{\circ} 14' \quad H = 0,15548 \quad I = 71^{\circ} 33',0$$

7. Stöllet.

$$\varphi = 60^{\circ} 24' 47'' \quad \lambda = 4^{\circ} 47' 5'' \quad 149 \text{ m ü. M.}$$

Observationsplatz in der Mitte zwischen N. Ny Kirche und dem Gasthof von
Stöllet auf einem Feldweg. Zur Kirche ca. 80 m. Bodenbeschaffenheit: Sandboden.

$$D = 7^{\circ} 3' \quad H = 0,15594 \quad I = 71^{\circ} 22',3$$

8. Fastnäs.

$$\varphi = 60^{\circ} 17' 16'' \quad \lambda = 4^{\circ} 38' 53'' \quad 142 \text{ m ü. M.}$$

Observationsort östl. vom Gasthof Fastnäs. Sandiger Boden.

$$D = 7^{\circ} 24' \quad H = 0,15644 \quad I = 71^{\circ} 25',7$$

9. Edebäck.

$$\varphi = 60^{\circ} 3' 42'' \quad \lambda = 4^{\circ} 29' 24'' \quad 137 \text{ m ü. M.}$$

Observationsort 500 m östl. von der Brücke über den Klarälven.

$$D = 8^{\circ} 59' \quad H = 0,15484 \quad I = 71^{\circ} 33',2$$

10. Edane.

$$\varphi = 59^{\circ} 37' 47'' \quad \lambda = 5^{\circ} 13' 17'' \quad 170 \text{ m ü. M.}$$

Der Observationsplatz liegt auf der Höhe ONO. von der Bahnstation. 50 m
zum nächsten Haus. Boden steinig. 20 m. nach NO. eine tiefe und schmale Talsohle.

$$D = 8^{\circ} 8' \quad H = 0,15746 \quad I = 71^{\circ} 9',2$$

11. Ämot.

$$q = 59^{\circ} 46' 10'' \quad \lambda = 5^{\circ} 41' 11'' \quad 80 \text{ m ü. M.}$$

Observationsplatz unten am Strand, gerade Ö. von der Bahnstation. THALÉN hat an diesem Ort 2 Observationspunkte (Kunzl. Sv. Vet. Akad. Handl., Bd. 20 N:r 3, S. 55, 1882) *A* und *B*, etwa 100 Schritte von einander entfernt und in steinigem Terrain. Der Abstand zwischen dem nächsten Punkt *A* und meinem Observationsplatz beträgt 250 m in SW. Richtung. Mein Observationsplatz ist auf Wiesboden.

$$D = 9^{\circ} 33' \quad H = 0,15641 \quad I = 71^{\circ} 20',2$$

12. Vansbro.

240 m ü. M.

Der Observationsplatz *A* ist in der SW. Ecke des zum Schulhaus gehörigen Sandplatzes und 50 Schritte von diesem Gebäude. Die Plätze *B*, *C* und *D* liegen ganz nahe bei einander, ca. 800 m gerade W. von *A*.

$$\begin{array}{l} q = 60^{\circ} 30' 40'' \quad \lambda = 3^{\circ} 50' 10'' \quad A \quad H = 0,15715 \\ q = 60^{\circ} 30' 43'' \quad \lambda = 3^{\circ} 51' \quad \left\{ \begin{array}{l} B \quad H = 0,15380 \\ C \quad H = 0,15589 \\ D \quad H = 0,15715 \end{array} \right. \end{array}$$

13. Brintbodarna.

$$q = 60^{\circ} 42' 31'' \quad \lambda = 3^{\circ} 56' 52'' \quad 250 \text{ m ü. M.}$$

Observationsplatz auf dem östlichen Ufer des Vall-baches ca. 300 m NW. von der Bahnstation. Bodenbeschaffenheit: Sandterrasse.

$$D = 7^{\circ} 14' \quad H = 0,15423 \quad I = 71^{\circ} 44',1$$

14. Malung.

$$q = 60^{\circ} 41' 16'' \quad \lambda = 4^{\circ} 19' 50'' \quad 310 \text{ m ü. M.}$$

Observationsort ca. 150 Schritte in SO. Richtung von der Chaussee mit Erstreckung nach NO. Ca. 600 m vom Kreuzweg. Wiesboden.

$$H = 0,15625 \quad I = 71^{\circ} 31',4$$

15. Limesforsen.

$$q = 60^{\circ} 54' 44'' \quad \lambda = 4^{\circ} 40' 18'' \quad 353 \text{ m ü. M.}$$

Observationsplatz am östlichen Ufer des Västerdalälven. Vom Bahnhof ca. 800 m in SW. Richtung. Zur Bahnlinie ca. 600 m. Bodenbeschaffenheit: Sandterrasse.

$$D = 6^{\circ} 53' \quad H = 0,15506 \quad I = 71^{\circ} 47',5$$

16. Megrinn.

$$q = 60^{\circ} 47' 26'' \quad \lambda = 4^{\circ} 35' 56''$$

Observationsplatz auf der Landstrasse längs dem Ostufer des Västerdalälven. Ca. 300 m in gerade W. Richtung von der Bahnwärterhütte beim Haltplatz Megrinn. Bodenbeschaffenheit: steiniger Kiesboden.

$$H = 0,15591$$

17. Malungsfors.

$$q = 60^{\circ} 44' 46'' \quad \lambda = 4^{\circ} 31' 6'' \quad 311 \text{ m ü. M.}$$

Die Observationsplätze *A*, *B* und *C* liegen auf Grundstücken des Hofes Spännas in westl. Richtung von der Bahnstation Malungsfors.

$$D = 7^{\circ} 58' \quad H = 0,15605$$

18. Gäfvunda.

$$q = 60^{\circ} 46' 48'' \quad \lambda = 3^{\circ} 53' 31'' \quad 270 \text{ m ü. M.}$$

Der Observationsort *A* liegt in SSO. Richtung von der Bahnstation auf einem Dorfweg. Das Terrain ist felsig. Von *A* zum Platz *B* 138 Schritte in der Richtung gegen die Eisenbahn und demselben Dorfweg entlang. *B* ist auf tiefliegendem Boden gelegen.

$$A. \quad D = 7^{\circ} 27',5 \quad H = 0,15283 \quad I = 72^{\circ} 1',4$$

$$B. \quad D = 7^{\circ} 1' \quad H = 0,15577$$

19. Vika.

$$q = 60^{\circ} 57' 7'' \quad \lambda = 3^{\circ} 34' 31'' \quad 185 \text{ m ü. M.}$$

Observationsplatz *A* neben der Chaussee ca. 300 m südl. des Weilers Pörushol. Platz *B* 110 Schritte östl. von *A* auf einem Hügel. Boden steinig.

$$A. \quad D = 8^{\circ} 31' \quad H = 0,15140$$

$$B. \quad D = 8^{\circ} 31' \quad H = 0,15100 \quad I = 72^{\circ} 9',6$$

20. Sollerö.

$$q = 60^{\circ} 55' 14'' \quad \lambda = 3^{\circ} 26' 34'' \quad 202 \text{ m ü. M.}$$

Observationsplatz *A* auf offenem Acker ca. 400 m von der Kirche Sollerö in NW. Richtung gerechnet.

$$D = 8^{\circ} 43' \quad H = 0,15243 \quad I = 71^{\circ} 56',3$$

21. Leksand.

<i>A.</i>	$\varphi = 60^{\circ} 43' 26''$	$\lambda = 3^{\circ} 2' 42''$	170 m ü. M.
<i>B.</i>	$\varphi = 60^{\circ} 42' 34''$	$\lambda = 3^{\circ} 2' 5''$	180 m ü. M.

Der Observationsplatz *A* ist auf einer Wiese ca. 500 m SW. von Öfvermo gelegen. Platz *B* liegt 350 m südl. von Yttermo auf einem Feldweg. THALÉN hat hier 2 Observationspunkte. Der Abstand von seinem Punkt *A* bis zu meinem Platz *A* beträgt 1,5 km in SO. Richtung.

<i>A.</i>	$D = 8^{\circ} 12'$	$H = 0,15585$	
<i>B.</i>	$D = 8^{\circ} 12'$	$H = 0,15457$	$I = 71^{\circ} 36',4$

22. Laknäs.

$\varphi = 60^{\circ} 50' 29''$	$\lambda = 3^{\circ} 4' 7''$	161 m ü. M.
---------------------------------	------------------------------	-------------

Observationsplatz ca. 175 m von der Dampfschiffbrücke längs der Landstrasse nach W. auf einem kleinen Steinhügel.

$D = 8^{\circ} 33'$	$H = 0,15349$	$I = 71^{\circ} 48',8$
---------------------	---------------	------------------------

23. Rättvik.

$\varphi = 60^{\circ} 51' 13''$	$\lambda = 2^{\circ} 55' 45''$	165 m ü. M.
---------------------------------	--------------------------------	-------------

Observationsplatz ca. 100 m vom En-Bach an seinem nördl. Ufer. Ca. 400 m bis zur Landstrasse. Der Platz liegt auf einer Waldlichtung. Boden sandig.

$D = 8^{\circ} 1'$	$H = 0,15435$
--------------------	---------------

24. Eldris.

$\varphi = 61^{\circ} 1' 8''$	$\lambda = 3^{\circ} 38' 21''$	210 m ü. M.
-------------------------------	--------------------------------	-------------

Der Observationsplatz liegt zwischen Sennhütte und Station Eldris, ca. 300 m von der letzteren in einer Waldlichtung auf einem Sandhügel. THALÉN hat einen Observationspunkt in Säs. Derjenige meiner Orte, der am nächsten bei diesem liegt, ist Eldris, in einem Abstand von 5 km von Säs in der Richtung 15° von S. nach O. (A. a. O., Bd. 20, Nr. 3, S. 48, 1882.)

$D = 9^{\circ} 9'$	$H = 0,15311$
--------------------	---------------

25. Älfdalen.

<i>A.</i>	$\varphi = 61^{\circ} 13' 35''$	$\lambda = 4^{\circ} 0' 16''$	237 m ü. M.
-----------	---------------------------------	-------------------------------	-------------

Observationsplatz *A* auf der Höhe NO. von der Bahnstation, ca. 300 m von dieser. Bodenbeschaffenheit: Acker.

<i>B.</i>	$\varphi = 61^{\circ} 13' 45''$	$\lambda = 4^{\circ} 1' 0''$
-----------	---------------------------------	------------------------------

Observationsplatz 500 m von Nya Hotellet in der Richtung nach Österdalälven. Zur Flusskante ca. 100 m. Wiesboden.

$$\begin{array}{l} A. D = 8^{\circ} 28' \\ B. D = 8^{\circ} 28' \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} A. \\ B. \end{array}} \right\} H = 0,15178 \quad I = 72^{\circ} 7',8$$

26. Öxberg.

$$\varphi = 61^{\circ} 7' 35'' \quad \lambda = 3^{\circ} 53' 4'' \quad 207 \text{ m ü. M.}$$

Observationsplatz 350 Schritte westl. vom Bahnhof auf einer mit Erica bewachsenen Sandheide. THALÉN hat einen Observationspunkt in Garberg. Mein nächster Observationsplatz ist Oxberg, 4,4 km vom Garberg in der Richtung 80° von N. nach O. (THALÉN a. a. O., Bd. 20, Nr. 3, S. 48., 1882).

$$D = 7^{\circ} 40' \quad H = 0,15136 \quad I = 72^{\circ} 12',9$$

27. Mora.

$$\varphi = 61^{\circ} 0' 55'' \quad \lambda = 3^{\circ} 29' 10'' \quad 171 \text{ m ü. M.}$$

Observationsplatz auf Wiesboden 500 m gerade nördl. von der Eisenbahnbrücke östl. von Mora Station. THALÉN hat einen Observationspunkt in Utmeland. Abstand von diesem bis zu meinem Observationsplatz 2 km.

$$D = 8^{\circ} 13' \quad H = 0,15194 \quad I = 71^{\circ} 59',4$$

28. Lillhamra.

$$\varphi = 61^{\circ} 38' 29'' \quad \lambda = 3^{\circ} 14' 45'' \quad 470 \text{ m ü. M.}$$

Observationsplatz *A* 180 Schritte vom Stationshaus Lillhamra nördl. von der Landstrasse, die in SO. Richtung läuft. Platz *B* ist auf der Landstrasse 40 Schritte von *A* in der Richtung nach der Station

$$\begin{array}{l} A. D = 9^{\circ} 17' \quad H = 0,14582 \quad I = 72^{\circ} 39',0 \\ B. \quad \quad \quad H = 0,14513 \end{array}$$

29. Tallheden.

$$\varphi = 61^{\circ} 12' 40'' \quad \lambda = 3^{\circ} 20' 24'' \quad 200 \text{ m ü. M.}$$

Observationsplatz 350 m östl. von der Station Tallheden an dem Rande einer grossen Sandheide. Das Stativ steht auf einer Waldlichtung.

$$D = 8^{\circ} 22' \quad H = 0,15188 \quad I = 72^{\circ} 8',9$$

30. Orsa.

$$\varphi = 61^{\circ} 7' 21'' \quad \lambda = 3^{\circ} 26' 59'' \quad 166 \text{ m ü. M.}$$

Observationsplatz westl. des Gasthofes auf einer grossen Wiese. Abstand vom Gasthof ca. 100 m.

$$D = 7^{\circ} 50' \quad H = 0,15376 \quad I = 71^{\circ} 49',4$$

31. Skattungbyn.

$$\varphi = 61^{\circ} 11' 48'' \quad \lambda = 3^{\circ} 11' 10'' \quad 220 \text{ m ü. M.}$$

Der Observationsplatz liegt gerade östl. vom Wege, der von der Station Skattungbyn nach der Kapelle Skattungbyn führt; ca. 350 m südl. des Stationshauses.

$$D = 7^{\circ} 38' \quad H = 0,15176 \quad I = 72^{\circ} 9',8$$

32. Furudal.

$$\varphi = 61^{\circ} 10' 10'' \quad \lambda = 2^{\circ} 54' 45'' \quad 200 \text{ m ü. M.}$$

Observationsplatz am Ufer des Oresjö, ca. 300 m östl. vom Gasthof. Bodenbeschaffenheit: steinig.

$$D = 8^{\circ} 55' \quad H = 0,15298 \quad I = 71^{\circ} 56',7$$

33. Fågelsjö.

$$A. \quad \varphi = 61^{\circ} 47' 49'' \quad \lambda = 3^{\circ} 24' 8'' \quad 409 \text{ m ü. M.}$$

$$B. \quad \varphi = 61^{\circ} 47' 46'' \quad \lambda = 3^{\circ} 24' 21''$$

Observationsplatz *A* ca. 230 m südl. vom Triangelpunkt am Ufer des Myrsjö. Platz *B* ca. 100 m von *A* in SW. Richtung.

$$A. \quad D = 9^{\circ} 36'' \quad H = 0,15101 \quad I = 72^{\circ} 24',3$$

$$B. \quad D = 9^{\circ} 16',5 \quad H = 0,14975$$

34. Sveg.

$$\varphi = 62^{\circ} 1' 57'' \quad \lambda = 3^{\circ} 41' 39'' \quad 351 \text{ m ü. M.}$$

Observationsplatz ca. 300 m östl. von der Eisenbahnbrücke über den Ljusne-Fluss in einem Gehölz nahe dem Flussufer.

$$D = 8^{\circ} 54' \quad H = 0,15146 \quad I = 72^{\circ} 16',7$$

35. Voxna.

$$\varphi = 61^{\circ} 20' 18'' \quad \lambda = 2^{\circ} 29' 14'' \quad 200 \text{ m ü. M.}$$

Observationsplatz 150 m südl. vom Gasthaus bei der Station Voxna. Bodenbeschaffenheit: toniger Boden.

$$D = 7^{\circ} 42' \quad H = 0,15259$$

36. Lobenäs.

$$\varphi = 61^{\circ} 31' 58'' \quad \lambda = 2^{\circ} 43' 36'' \quad 215 \text{ m ü. M.}$$

Observationsplatz ca. 300 m südl. vom Gasthaus Lobenäs. Bodenbeschaffenheit: Wiesboden.

$$D = 7^{\circ} 15' \quad H = 0,15065 \quad I = 72^{\circ} 13',3$$

37. Edsbyn.

$$\varphi = 61^{\circ} 22' 25'' \quad \lambda = 2^{\circ} 14' 47'' \quad 175 \text{ m ü. M.}$$

Observationsplatz längs eines Feldweges vom Gasthof Edsby nach Gårdtjärn. Nördl. von diesem Weg und ca. 350 m vom Gasthof.

$$D = 7^{\circ} 2' \quad H = 0,15187 \quad I = 72^{\circ} 0',3$$

38. Alfta.

$$\varphi = 61^{\circ} 20' 58'' \quad \lambda = 1^{\circ} 58' 43'' \quad 100 \text{ m ü. M.}$$

Observationsplatz ca. 350 m nördl. der Kirche Alfta. Bodenbeschaffenheit: Acker.

$$D = 6^{\circ} 45' \quad H = 0,15134 \quad I = 72^{\circ} 5',2$$

39. Bollnäs.

$$\varphi = 61^{\circ} 20' 59'' \quad \lambda = 1^{\circ} 40' 30'' \quad 70 \text{ m ü. M.}$$

Observationsplatz auf dem Grundstück Hamra ca. 250 m gerade westl. von der Eisenbahn. THALÉN hat Horizontalintensitätsmessungen an diesem Ort und auf demselben Grundstück ausgeführt (THALÉN, a. a. O., S. 47). Der Abstand zwischen unseren Plätzen beträgt ca. 200 m in SO. Richtung von meinem Beobachtungsort.

$$D = 6^{\circ} 23' \quad H = 0,15196 \quad I = 72^{\circ} 1',8$$

40. Ljusdal.

$$\varphi = 61^{\circ} 49' 43'' \quad \lambda = 1^{\circ} 57' \quad 131 \text{ m ü. M.}$$

Observationsplatz ca. 300 m östl. vom Gasthaus Ljusdal auf einem Feld.

$$H = 0,14790 \quad I = 72^{\circ} 32',4$$

41. Långbacka.

$$\varphi = 61^{\circ} 48' 18'' \quad \lambda = 1^{\circ} 35' 57'' \quad 100 \text{ m ü. M.}$$

Observationsplatz gerade gegenüber der Station Långbacka an dem gegenüberliegenden Ufer des Sees Längen.

$$D = 6^{\circ} 13' \quad H = 0,14775$$

42. Forsa.

$$\varphi = 61^{\circ} 43' 39'' \quad \lambda = 1^{\circ} 4'$$

Observationsplatz östl. von der Kirche Forsa am gegenüberliegenden Ufer. Ca. 200 m bis zu den Gebäuden der Volkshochschule Forsa.

$$D = 6^{\circ} 20' \quad H = 0,14896$$

43. Rogsta.

$$\varphi = 61^{\circ} 45' 57'' \quad \lambda = 0^{\circ} 52' 38''$$

Observationsplatz 350 m östl. von der Station Rogsta und auf einem Feld südl. von der Landstrasse.

$$D = 6^{\circ} 9' \quad H = 0,15022 \quad I = 72^{\circ} 15',3$$

44. Kinstaby.

$$\varphi = 61^{\circ} 17' 20'' \quad \lambda = 1^{\circ} 8' 30'' \quad 39 \text{ m ü. M.}$$

Observationsplatz 100 m nördl. der Bahnstation Kinstaby.

$$D = 6^{\circ} 13' \quad H = 0,15295 \quad I = 71^{\circ} 56',9$$

Mit Hilfe der Deklinationsbestimmungen, die in den Tabellen 13 und 6, 7 aufgenommen sind, sind die Linien für gleiche Deklination, die Isogonen, eingetragen worden. S. Tafel I. — Nach den Tabellen 14 und 9 sind die Linien für gleiche Horizontalintensität gezogen. S. Tafel II. — Inklinationsbestimmungen sind in den Tabellen 15 und 10 aufgenommen. Die Linien für gleiche Inklination, die Isoklinen, werden auf Tafel III wiedergegeben.

Tabelle 11.

		M. E. Z.	γ	δ
1915				
Vor der Abreise				
	<i>d</i>			
15 Juni	0,49	α Bootis	+ 14 ^m 43 ^s ,6	
16 "	0,28	Hohwü	14 43,4	- 0 ^s ,25
17 "	0,34	"	14 44,9	+ 1,41
17 "	0,48	α Bootis	14 43,7	
18 "	0,50	"	14 44,4	+ 0,69
25 "	0,44	Hohwü	14 46,3 ¹	+ 0,27
Während der Reise				
29 Juni	0,53	α Bootis	+ 10 36,9	
30 "	0,50	"	10 39,3	+ 2,33
7 Juli	0,34	⊙	11 4,3	+ 3,65
11 "	0,32	⊙	11 22,7	+ 4,62
14 "	0,47	α Bootis	11 22,0	- 0,22
25 "	0,19	⊙	11 40,0	+ 1,68
28 "	0,89	⊙	12 8,9	+ 7,81
11 Aug.	0,46	α Bootis	12 37,3	+ 2,9
12 "	0,44	"	12 38,6	+ 1,30
14 "	0,47	"	12 44,6	+ 2,96
16 "	0,17	⊙	12 49,4	+ 2,82
17 "	0,49	α Bootis	12 57,0	+ 5,76
21 "	0,41	"	12 59,6	+ 0,66
22 "	0,40	"	13 5,0	+ 5,40
26 "	0,96	⊙	13 20,3	+ 2,78
30 "	0,39	α Bootis	13 34,6	+ 4,09
Nach der Reise				
4 Sept.	0,20	Hohwü	+ 13 37,7	+ 0,64
7 "	0,20	"	13 44,8	+ 2,2
14 "	0,14	"	13 57,6	+ 1,9

¹ Der Chronometer blieb in Kil stehen. Der Stand vom 27—29 Juni ist extrapoliert.

Verzeichnis der Miren.

1. Turmspitze eines Hauses in der Richtung SO. Abstand 500 m.
2. Tannengipfel in der Richtung SSW. Abstand 20 km.
3. Blitzableiter auf dem Schornstein der Dampfmühle Sumne in der Richtung NW. Abstand 600 m.
4. Turmspitze des Aussichtsturmes auf dem Tossebergsklätten in den Richtung SSO. Abstand 17,6 km.
5. Spitze der Kapelle Lekvattnet in der Richtung S. Abstand 300 m.
6. Blitzableiter der Kirche von Västra Emtervik in W-licher Richtung. Abstand 3,8 km.
7. Flaggenstange des Heilsarmee-Hauses in Hole. Richtung NNW. Abstand 1,8 km.
8. Tannengipfel in der Richtung NNW. Abstand ca. 1,2 km.
9. Telegraphenstange in der Richtung NNW. Abstand 450 m.
10. » » » » NW. » 350 m.
11. Tannengipfel » » » » NW. » ca. 3,7 km.
12. Telegraphenstange auf der Brücke der Landstrasse über den Klarälven. Richtung W. Abstand 500 m.
13. Fensterpfosten eines Gütchens in der Richtung WSW. Abstand ca. 1 km.
14. Boden des Hauses Sjöstugan auf der Halbinsel Öna in der Richtung SO. Abstand 2300 m.
15. Tannengipfel in der Richtung SSW. Abstand ca. 1300 m.
- 16 und 17. Tannengipfel am westlichen Ufer des Väster-Dalälven in der Richtung WSW. Abstand ca. 1,2 km.
18. Tannengipfel in der Richtung SW. Abstand ca. 10 km.
19. Isolierungsknopf eines elektrischen Galgens in der Richtung SSW. Abstand 200 m.
20. Tannengipfel in der Richtung WSW. Abstand ca. 5 km.
21. Telegraphenstange in der Richtung WSW. Abstand 400 m.
22. Tannengipfel in der Richtung WSW. Abstand ca. 10 km.
23. Tannengipfel auf dem Leksberget in der Richtung SW. Abstand 6100 m.
24. Windflügel eines Schornsteins im Weiler Pörushol. Richtung NNO. Abstand 300 m.
25. Spitze der Kirche Sollerö. Richtung OSO. Abstand 8350 m.
26. Spitze der Kirche Mora in der Richtung NNW. Abstand 10600 m.
27. Blitzableiter der Kirche Sollerö in der Richtung SO. Abstand 330 m.
28. Flaggenstange der Aussichtsturmes auf dem Kärringberget. Richtung NNW. Abstand 2550 m.
29. Flaggenstangenknopf in der Richtung NNW. Abstand 300 m.
30. Spitze der Kirche Rättvik in der Richtung NW. Abstand 8350 m.
31. Flaggenstange des Badhauses in Rättvik in der Richtung SSW. Abstand 400 m.
32. Fensterpfosten einer Villa in der Richtung SW. Abstand 250 m.
33. Isolierungsknopf einer Telephonleitung derselben Villa.
34. Pfahl bei der Sennhütte Eldris. Richtung WSW. Abstand 300 m.
35. Blitzableiter der Kirchturmspitze von Älfdalen. Richtung WNW. Abstand 350 m.
36. » des Tinghauses in Älfdalen. Richtung O. Abstand 400 m.
37. Vertikaler Strich des Zifferblattes auf dem Kirchturm von Älfdalen. Richtung OSO. Abstand 450 m.
38. Hausgiebel in der Richtung SO. Abstand 700 m.
39. Blitzableiter des Länskrankenhauses von Mora-Noret. Richtung ONO. Abstand 850 m.
40. Hausgiebel in der Richtung SSW bis S. Abstand 66 m.
41. Tannengipfel in der Richtung SO. Abstand 100 m.
42. Tannengipfel in der Richtung WSW.
43. Schornstein der Dampfsäge am Fågelsjön. Richtung WSW. Abstand 300 m.
44. Turmspitze der Missionskapelle. Richtung W. Abstand 500 m.
45. Fensterpfosten des Stationshauses in Lillhamra. Richtung WNW. Abstand 300 m.

46. Tannengipfel in der Richtung WNW. Abstand ca. 3 km.
47. Fensterpfosten einer Hütte in N-licher Richtung. Abstand 2,6 km.
48. » » » Richtung WSW. Abstand 1500 m.
49. Spitze der Kirche Ore. Richtung SSW. Abstand 3700 m.
50. Telegraphenknopf. Richtung W. Abstand 200 m.
51. Isolierknopf einer Telegraphenstange WNW. Abstand 200 m.
52. Tannengipfel in S-licher Richtung. Abstand 1200 m.
53. Flaggenstange in der Richtung NNW. Abstand 600 m.
54. » » » » WNW. » ca. 1000 m.
55. » » » » NW. » 500 m.
56. » des Stationshauses. Richtung SSW bis S. Abstand 400 m.
57. Blitzableiter auf der Turmspitze der Kirche in Forsa. Richtung NW. Abstand 2 km.
58. Kirchturmspitze der Kirche in Rogsta. Richtung OSO. Abstand 600 m.
59. Flaggenstange des Agnesberg. Richtung NW. Abstand 600 m.

Tabelle 12.
Azimutbestimmungen.

Ort	φ	λ	Mire	A	A Mittelwert	Ort	φ	λ	Mire	A	A Mittelwert
Kil	59°30'27"	4°44'27"	1	301°39',7		Limedforsen .	60°54'44"	4°40'18"	16	58° 7',3	58° 8',3
				37,0	301°38',4				17	38 58,3	
Sunne	59 50 7	4 54	2	34 48,7						38 56,2	38 57,3
				34 49,8	34 49,3	Malungsfors .	60 44 46	4 31 6	18	41 44,2	
			3	124 9,3						41 45,0	
				124 10,5	124 9,9					41 45,7	41 45,0
Torsby	60 8 22	5 2 34	4	346 13,6					19	25 59,0	
				346 15,1						25 59,9	
				346 14,9	346 14,5					26 0,6	25 59,8
Lekvattnet . . .	60 11 31	5 23 7	5	5 48,7		Gäfvunda A .	60 46 28	3 53 31	20	61 31,1	
				5 48,9	5 48,8					61 30,8	61 31,0
Östra Emtervik	59 43 48	4 50 42	6	94 31,0	94 31,0	» B .			21	63 17,4	
Dalboängen . .	60 42 2	5 8 59	7	141 41,7	141 41,7					63 18,0	63 17,7
			7'	141 32,8						63 9,5	
				141 32,0	141 32,2					63 10,2	63 9,8
Stöllet	60 24 47	4 47 5	8	153 12,9		Vika A	60 57 7	3 34 31	23	42 54,8	
				153 13,5						42 53,9	42 54,4
				153 12,7						195 46,2	
				153 11,8	153 12,5					195 45,3	195 45,8
			9	153 9,2		» B			25	— 63 15,9	
				153 9,8						— 63 15,7	— 63 15,8
				153 9,0		Sollerö	60 55 14	3 26 34	26	158 42,3	
				153 8,1	153 9,5					158 42,2	
Fastnäs	60 17 16	4 38 53	10	138 2,6						158 41,5	158 42,0
				138 2,5						27 — 43 53,0	
				138 1,1						— 43 53,1	
				138 1,3						— 43 53,8	— 43 53,3
				138 0,0	138 1,5	Leksand A . . .	60 43 26	3 2 42	28	155 42,7	
			11	137 59,5						155 41,6	155 42,2
				137 59,4		» B	60 42 34	3 2 5	29	148 24,7	
				137 57,8						148 24,4	
				137 58,0						148 24,6	148 24,6
				137 56,6	137 58,2	Laknäs	60 50 29	3 4 7	30	—134 14,9	
Edebäck	60 3 42	4 29 24	12	77 48,3						—134 14,9	—134 14,9
				77 49,2	77 48,8	Rättvik	60 51 13	2 55 45	32	50 31,7	
Edane	59 37 47	5 13 17	13	62 27,3						50 30,7	
				62 27,0						50 26,8	
				62 26,8	62 27,0					50 29,8	50 30,0
Ämot	59 46 10	5 41 11	14	43 32,0					33	51 11,5	
				43 30,9	43 31,5					51 10,5	
Brintbodarne .	60 42 31	3 56 52	15	29 34,6						51 6,7	
				29 30,1	29 32,3					51 9,6	51 9,6
Limedforsen .	60 54 44	4 40 18	16	58 8,5		Eldris	61 1 8	3 38 21	34	54 53,7	
				58 9,4						54 54,7	

Ort	φ	λ	Mire	A	A Mittelwert	Ort	φ	λ	Mire	A	A Mittelwert
Eldris	61° 1' 8"	3° 38' 21"	34	54° 53',4	54° 54',0	Skattungbyn . . .	61° 11' 48"	3° 11' 10"	48	64° 43',1	
Alfdalen A . . .	61 13 35	4 0 16	35	112 25,1						64 42,1	64° 42',8
				112 24,3	112 24,7	Furudal	61 10 10	2 54 45	49	- 27 48,4	
B	61 13 45	4 1 0	36	- 87 47,6						- 27 51,3	- 27 49,8
				- 87 47,7	- 87 47,7	Voxna	61 20 18	2 29 14	50	85 25,7	
				- 72 10,1						85 27,5	
				- 72 10,3	- 72 10,2					85 20,6	85 26,6
Oxberg	61 7 35	3 53 4	38	- 43 11,9		Lobenäs	61 31 58	2 43 36	51	-107 37,7	
				- 43 11,3	- 43 11,6					-107 36,6	-107 37,1
Mora	61 0 55	3 29 10	39	-108 21,8						- 5 25,3	
				-108 22,7						- 5 24,1	- 5 24,7
				-108 21,0		Edsbyn	61 22 25	2 14 47	53	161 31,8	
				-108 20,3	-108 20,6					161 31,0	161 31,4
Fågelsjö A . . .	61 47 49	3 24 8	40	13 26,2		Alfta	61 20 58	1 58 43	54	106 18,1	
				13 25,9	13 26,0					106 18,0	
				41 - 24 42,6						106 19,0	106 18,4
				- 24 43,8	- 24 42,8	Bollnäs	61 20 59	1 40 30	55	138 48,3	
B	61 47 46	3 24 21	42	72 27,2						138 52,2	
				72 27,0						138 51,9	138 50,8
				72 27,0	72 27,1	Långbacka . . .	61 48 18	1 35 57	56	14 55,3	
				43 73 7,1						14 55,3	
				73 6,9						14 58,2	14 56,3
				73 6,9	73 6,9	Forsa	61 43 39	1 4 0	57	127 49,0	
Sveg	62 1 57	3 41 39	44	85 58,8						127 49,0	
				85 59,7	85 59,3					127 49,9	127 49,3
Lillhamra . . .	61 38 29	3 14 45	45	112 32,7		Rogsta	61 45 57	0 52 38	58	- 68 27,1	
				112 31,1						- 68 26,5	
				112 31,7	112 31,8					- 68 26,9	- 68 26,8
Tallheden . . .	61 12 40	3 20 24	46	109 33,3	109 33,8	Kinstaby . . .	61 17 20	1 8 30	59	137 28,0	
Orsa	61 7 21	3 26 59	47	171 7,3	171 7,3					137 27,9	
Skattungbyn . .	61 11 48	3 11 10	48	64 43,2						137 28,6	137 28,2

Tabelle 13.
Deklinationsbestimmungen.

	M. E. Z.	Azimut	α	$-dD'$	Dsn	Mittelwert		
1915								
Kil	Juni 27	11 ^h 42 ^m vm.	$A_N = 301^\circ 38',4$	232° 12',3	17,6	8° 14',8		
		12 17 m.		12,4	17,6	14,7		
		12 32	$A_N = 238 21,6$	7,8	14,0	15,7		
		12 57		1,4	12,0	16,2		
		1 18 nm.		7,3	13,6	15,8		
		3 27		5,1	14,0	18,6		
		3 47		8,2	14,5	15,8		
		4 0		7,7	15,0	16,8		
		4 37		9,0	15,6	16,1		
		4 55		9,0	15,6	16,1	8° 16'	
Sunne	Juni 29	11 49 vm.	$A_{SI} = 34 49,3$	$\alpha_1 = 138 50,9$ $\alpha_2 = 49 30,1$	10,0	8 17,8		
		12 13 m.	$A_{NI} = 145 10,7$	$\alpha_2 = 49 33,9$ $\alpha_1 = 138 50,6$	9,2	15,3		
		2 6 nm.	$A_{SII} = 124 9,9$	$\alpha_1 = 138 54,4$ $\alpha_2 = 49 33,6$	9,4	13,7		
		2 25	$A_{NII} = 55 50,1$	$\alpha_1 = 138 56,7$ $\alpha_2 = 49 35,5$	9,8	12,0		
		2 40		$\alpha_1 = 139 0,7$ $\alpha_2 = 49 39,4$	10,2	8,5		
		3 0		$\alpha_1 = 139 0,4$ $\alpha_2 = 49 39,9$	10,6	8,8		
		3 19		$\alpha_1 = 138 58,6$ $\alpha_2 = 49 37,9$	11,0	11,1		
		3 40		$\alpha_2 = 49 40,8$ $\alpha_1 = 139 1,8$	11,6	8,6		
		3 52		$\alpha_1 = 138 59,9$ $\alpha_2 = 49 38,5$	11,8	10,9		
		4 8		$\alpha_1 = 139 1,3$ $\alpha_2 = 49 39,0$	12,4	10,5		
		4 19		$\alpha_1 = 139 0,7$ $\alpha_2 = 49 38,8$	12,6	11,2		
		4 38		$\alpha_1 = 139 2,7$ $\alpha_2 = 49 41,6$	13,0	9,2		
		4 49		$\alpha_1 = 138 57,6$ $\alpha_2 = 49 36,4$	13,0	8 8,2		
		5 6		$\alpha_1 = 139 3,7$ $\alpha_2 = 49 42,5$	14,0	9,2	8 10	
		Torsby	Juli 1	10 59 vm.	$A_N = 346 14,5$	188 1,4	13,6	7 45,6
				11 13	$A_N = 193 45,5$	0,4	12,0	45,0
				11 23		187 59,8	11,0	44,6
				11 42		59,9	9,2	42,7

	M. E. Z.	Azimut	α	$-dD'$	Dsn	Mittelwert		
Torsby	Juli 1	1 ^h 48 ^m nm.	187° 50',5	7,0	7° 49',9			
		2 6	49,6	7,0	50,8			
		2 14	49,7	8,0	51,7			
		2 32	51,4	8,4	50,4	7° 47'		
Lekvattnet	Juli 2	2 40 nm. $A_s = 5° 48',8$	167 40,5	10,8	8 29,4			
		3 12 $A_n = 174 11,2$	38,4	11,4	32,1			
		3 40	36,6	11,8	32,8			
		4 7	37,1	12,0	34,0			
		4 28	37,9	12,6	33,8	8 32		
Östra Emtervik	Juli 3	12 0 m. $A_s = 94 31,0$	79 12,9	10,0	8 14,0			
		12 24	11,0	9,2	15,3			
		12 47 $A_n = 85 29,0$	10,8	8,8	14,9			
		1 14 nm.	9,0	8,6	17,5			
		1 43	8,2	8,4	17,1			
		1 52	7,6	9,0	18,3			
		2 10	7,3	9,3	18,9			
		5 12 $A_s = 94 31,0$	6,9	15,0	25,0			
		5 28 $A_n = 85 29,0$	8,7	15,6	23,8	8 18		
		Dalboängen	Juli 6	5 46 nm. $A_s = 141 41,7$	33 8,5	15,6	7 13,3	
				6 6 $A_n = 38 18,3$	11,5	16,6	11,3	
	Juli 7	11 24 vm. $A_s = 141 32,4$	33 17,6	12,6	7 10,5			
		11 46 $A_n = 38 27,6$	14,6	12,0	12,9			
		12 0 m.	13,7	11,0	12,8			
			11,3	10,5	13,7			
			10,0	10,0	15,5			
			8,8	9,6	16,3			
			8,2	9,4	16,7			
			9,9	9,8	15,4			
		1 58 nm.	9,6	10,0	15,9			
		2 17	10,3	10,5	15,7	7 14		
Stället	Juli 9	10 22 vm. $A_{s1} = 153 12,5$	$\alpha_1 = 21 45,1$	14,8	7 4,9			
			$\alpha_2 = 48,6$					
		10 40 $A_{n1} = 26 47,5$	$\alpha_1 = 45,6$	14,6	4,5			
			$\alpha_2 = 48,5$					
		10 49 $A_{s11} = 153 9,5$	$\alpha_1 = 45,1$	14,0	4,3			
			$\alpha_2 = 48,1$					
		11 5 $A_{n11} = 26 50,5$	$\alpha_1 = 47,0$	12,6	0,5			
			$\alpha_2 = 51,0$					
		11 20	$\alpha_1 = 44,2$	12,0	2,8			
			$\alpha_2 = 48,0$					
		2 15 nm.	$\alpha_1 = 39,8$	7,5	2,6			
			$\alpha_2 = 43,8$					
		2 32	$\alpha_1 = 40,5$	8,0	2,5			
	$\alpha_2 = 44,4$							
2 40	$\alpha_1 = 40,1$	8,2	3,0					
	$\alpha_2 = 44,1$							
2 57	$\alpha_1 = 39,1$	8,4	4,2					

		M. E. Z.	Azimut	α	$-dD'$	D_{sn}	Mittelwert
Stöllet	Juli 9	2 ^h 57 ^m nm.		$\alpha_2 = 21^\circ 43',1$	8,4	7° 4',2	
		Juli 10	1 44 nm.	$\alpha_1 = 21 33,8$	4,5	5,6	
		2 2		$\alpha_2 = 37,8$			
		2 10		$\alpha_1 = 38,3$	4,8	1,3	
				$\alpha_2 = 42,6$			
		2 27		$\alpha_1 = 40,0$	6,0	0,8	
				$\alpha_2 = 44,2$			
		4 27		$\alpha_1 = 39,9$	6,8	1,8	
				$\alpha_2 = 44,0$			
		5 5		$\alpha_1 = 42,2$	11,0	3,7	
				$\alpha_2 = 46,2$			
		5 12		$\alpha_1 = 42,6$	11,8	4,4	
				$\alpha_2 = 46,0$			
		5 27		$\alpha_1 = 42,5$	12,0	4,7	
			$\alpha_2 = 45,9$				
			$\alpha_1 = 42,5$	12,2	4,9		
			$\alpha_2 = 46,0$				
Fastnäs	Juli 11	2 40 nm.		$\alpha_1 = 36 31,6$	7,2	22,6	7° 3'
				$\alpha_2 = 33,6$			
		2 59		$\alpha_1 = 34,7$	8,2	22,6	
				$\alpha_2 = 32,6$			
		3 22		$\alpha_1 = 32,8$	9,2	23,1	
				$\alpha_2 = 35,4$			
		3 38		$\alpha_1 = 34,3$	10,0	22,7	
				$\alpha_2 = 36,5$			
		3 47		$\alpha_1 = 36,3$	10,4	21,1	
				$\alpha_2 = 38,5$			
		4 8		$\alpha_1 = 35,1$	11,4	23,2	
				$\alpha_2 = 37,1$			
		4 35		$\alpha_1 = 35,1$	12,0	24,0	
				$\alpha_2 = 37,1$			
4 53		$\alpha_1 = 35,3$	12,4	24,3			
		$\alpha_2 = 37,1$					
	5 0		$\alpha_1 = 35,6$	12,6	24,2		
			$\alpha_2 = 37,4$				
	5 22		$\alpha_1 = 36,0$	12,8	23,9	7 24	
			$\alpha_2 = 38,0$				
Edebäck	Juli 14	12 10 nm.	$A_s = 77^\circ 48',8$	95 8,3	8,0	8 58,7	
		12 20		9,1	6,0	56,0	
		12 39	$A_n = 102 11,2$	5,1	5,5	59,5	
		1 0 nm.		3,0	5,0	9 1,1	
		2 55		10,2	7,6	8 56,5	
		3 10		8,1	8,6	59,6	
		3 30		8,2	9,2	9 0,1	
	3 47		8,7	10,0	9 0,4	8 59	
Edane	Juli 15	1 30 nm.	$A_s = 62 27,0$	111 21,6	8,2	8 7,5	
		1 50		23,0	9,0	6,9	

	M E. Z.	Azimut	α	$-dD'$	Dsn	Mittelwert	
Edane	Juli 15	2 ^h 5 ^m nm.	$\bar{A}_n = 117^\circ 33',0$	111° 22',2	9,5	8° 8',2	
		2 20		23,2	9,8	7,4	
		2 40		21,8	10,0	9,1	
		3 0		22,4	10,8	9,3	
		4 55		26,0	14,1	9,0	
		5 15		26,9	15,0	9,0	8° 8'
Ämot	Juli 17	2 25 nm.	$A_s = 43 31,5$	215 58,5	8,5	9 29,8	
		2 45	$A_n = 223 31,5$	58,1	9,0	30,3	
		2 55		57,2	9,6	31,8	
		3 10		58,1	10,2	31,5	
		3 20		56,8	10,4	33,0	
		3 45		56,8	11,2	33,8	
		4 59		56,1	13,0	36,3	
		5 16		55,4	13,4	37,4	9 33
		Brintbodarna	Juli 22	12 57 in.	$A_s = 29 32,3$	145 7,2	5,4
1 15 nm.				6,9	5,2	13,9	
1 22	$A_n = 150 27,7$			6,5	5,2	14,3	
1 41				5,4	5,3	15,5	
1 48				5,1	5,4	15,9	
2 3				6,8	5,8	14,6	7 14
Linedsforsen	Juli 25	6 38 nm.	$A_{sI} = 38 8,3$	$\alpha_1 = 116 59,5$			
				$\alpha_2 = 136 11,1$	14,5	6 54,3	
		6 43	$A_{nI} = 121 51,7$	$\alpha_2 = 136 14,1$			
				$\alpha_1 = 117 2,5$	14,8	51,6	
		7 8	$A_{sII} = 38 57,3$	$\alpha_1 = 117 2,5$			
				$\alpha_2 = 136 13,6$	15,0	52,1	
		7 18	$A_{nII} = 141 2,7$	$\alpha_2 = 136 11,4$			
				$\alpha_1 = 117 0,3$	15,3	54,6	
		7 35		$\alpha_2 = 136 10,9$			
				$\alpha_1 = 117 0,3$	15,6	55,1	6 53
Malungsfors	Juli 28	9 40 vm.	$A_{sI} = 41 45,0$	$\alpha_1 = 132 21,4$			
				$\alpha_2 = 148 6,2$	15,4	7 57,1	
		10 20	$A_{nI} = 138 15,0$	$\alpha_2 = 148 0,3$			
				$\alpha_1 = 132 15,0$	12,8	8 0,7	
		10 50	$A_{sII} = 25 59,8$	$\alpha_1 = 132 18,0$			
				$\alpha_2 = 148 3,4$	11,0	7 55,8	
Gäfvunda A	Juli 29	6 47 nm.	$A_s = 61 31,1$	113 2,0	9,6	7 58,7	
		7 10		1,6	14,7	29,9	
		7 21	$A_n = 118 28,9$	2,9	15,0	28,9	
		7 41		3,0	15,3	29,1	
		7 29		3,0	15,3	29,1	7 29
	Juli 30	5 50 nm.		5,2	15,0	26,6	
		6 10		6,2	15,6	26,2	
		6 30		5,5	16,0	27,3	
		7 0		8,5	16,5	24,8	
		7 26		8,5	16,5	24,8	7 26
B.	Juli 31	7 42 vm.	$A_{sI} = 63 17,7$	$\alpha_1 = 111 49,6$			

	M. E. Z.	Azimut	α	$-dD'$	Dsn	Mittelwert	
Gäfvunda B.	Juli 31	7 ^h 42 ^m vm.	$A_{nI} = 116^{\circ} 42',3$	$\alpha_2 = 111^{\circ} 56',8$	22,0	7° 3',0	
		8 0	$A_{sII} = 63 0,8$	$\alpha_1 = 53,2$			
		11 34	$A_{nII} = 116 50,2$	$\alpha_2 = 59,9$	22,0	0,2	
				$\alpha_1 = 41,6$			
		11 54		$\alpha_2 = 49,1$	11,2	0,0	
				$\alpha_1 = 40,6$			
		12 0 m.		$\alpha_2 = 47,8$	10,0	0,0	
				$\alpha_1 = 45,4$			
		12 30		$\alpha_2 = 38,0$	8,6	2,7	
				$\alpha_1 = 36,5$			
	12 50		$\alpha_2 = 43,7$	8,0	2,1		
			$\alpha_1 = 37,9$				
Vika A.	Aug. 2	5 25 nm.	$A_{sI} = 42 54,4$	$\alpha_1 = 130 35,4$	7,6	0,8	7° 1'
		5 52	$A_{nI} = 137 5,6$	$\alpha_2 = 22 16,3$	14,0	8 32,2	
		6 4	$A_{sII} = 195 45,8$	$\alpha_2 = 22 13,8$	14,8	30,6	
				$\alpha_1 = 130 37,8$			
		6 27	$A_{nII} = -15 45,8$	$\alpha_1 = 130 36,4$	15,0	32,2	
				$\alpha_2 = 22 15,3$			
		6 58		$\alpha_1 = 22 14,2$	15,4	31,5	
				$\alpha_2 = 130 37,5$			
		Aug. 3	12 10 m.	$\alpha_1 = 130 38,3$	15,6	30,8	8 31
			12 30	$A_s = 63 15,8$	$\alpha_2 = 22 13,1$	10,0	8 33,9
	1 30 nm.	$A_n = 243 15,8$	236 29,8	9,0	31,4		
				8,6	32,9		
	1 50		39,4	8,9	30,5		
				42,1	8,9	31,2	
	2 20		41,4	9,6	28,7	8 31	
				44,6			
Sollerö	Aug. 4	8 50 vm.	$A_{sI} = 158 42,0$	$\alpha_1 = 14 37,7$			
		9 11	$A_{nI} = 21 18,0$	$\alpha_2 = 217 16,3$	17,0	8 43,6	
		10 40		$\alpha_1 = 14 38,6$	15,6	42,9	
					37,6	14,6	42,9
		10 57	$A_{sII} = 43 53,3$	$\alpha_2 = 36,8$	14,0	43,1	
				$\alpha_1 = 36,9$	14,0	43,0	
		11 7	$A_{nII} = 223 53,3$	$\alpha_1 = 35,5$			
				$\alpha_2 = 217 13,1$	13,0	42,0	8 43
		Aug. 5	11 53 vm.	$A_s = 155 42,2$	18 7,7	12,2	8 10,2
			12 16 m.	$A_n = 24 17,8$	4,6	9,2	10,3
	12 24		3,8	9,0	10,9		
			1,4	8,8	13,1		
	2 7		1,4	9,0	13,2		
			0,6	9,0	14,1		
	6 6 nm.	$A_{sI} = 148 24,6$	3,9	10,0	11,8		
		$A_{nI} = 31 35,4$	4,5	11,0	12,2	8 12	
	6 6 nm.	$A_{sI} = 148 24,6$	25 26,0	15,6	8 12,9		
		$A_{nI} = 31 35,4$	27,8	16,8	12,3	8 12	

	M. E. Z.	Azimut	α	$-dD'$	Dsn	Mittelwert	
Laknäs	Aug. 6	11 ^h 19 ^m vm.	$A_s = 134^\circ 14',9$	307 ^o 41',7	10,0	8° 31',2	
		11 43	$A_n = 314 14,9$	39,6	9,0	32,3	
		11 56		37,8	8,6	33,7	
		12 15 m.		37,1	8,0	33,8	8° 33'
Rättvik	Aug. 7	11 0 vm.		$\alpha_2 = 123 30,2$	14,0	8 1,7	
		11 23		$\alpha_2 = 123 29,2$	12,4	1,1	
		11 41		$\alpha_2 = 123 27,7$			
				$\alpha_3 = 122 47,6$	10,8	1,2	
		11 55		$\alpha_2 = 123 28,3$			
Eldris	Aug. 10	2 35 nm.	$A_s = 54 54,0$	117 50,5	7,4	9 11,8	
		2 44		51,2	8,6	11,3	
		2 54	$A_n = 125 6,0$	52,5	8,8	10,2	
		3 13		52,7	9,4	11,3	
		5 18		118 0,2	13,8	7,5	
		5 32		0,5	14,0	7,4	
							9 9
Alfdalen A.	Aug. 11	6 21 nm.	$A_s = 112 24,7$	61 9,0	14,8	8 29,0	
		6 49		9,9	15,0	28,3	
		7 1	$A_n = 67 35,3$	9,8	15,2	28,6	
		7 26		10,5	15,6	28,3	8 28
B.	Aug. 12	4 55 nm.		$\alpha_1 = 261 23,2$	14,8	8 27,3	
				$\alpha_2 = 245 45,6$			
		5 20		$\alpha_1 = 261 22,6$	15,0	27,9	
				$\alpha_2 = 245 45,3$			
		5 40		$\alpha_2 = 245 44,3$	15,2	29,1	
		6 5		$\alpha_1 = 261 21,6$			
Oxberg	Aug. 13	12 0 m.	$A_s = 43 11,6$	217 30,9	8,8	7 37,4	
				28,1	8,6	40,0	
		1 55 nm.	$A_n = 223 11,6$	26,4	8,8	41,9	
		2 12		26,6	9,2	42,1	7 40
Mora	Aug. 14	11 40 vm.	$A_s = 108 20,6$	282 6,2	9,2	8 11,5	
			$A_n = 288 20,6$	6,6	9,2	11,1	
				6,2	9,2	11,4	
		12 32 m.		1,4	6,8	13,9	
				0,8	6,5	14,2	
				281 59,1	6,0	15,4	
Fågelsjö A.	Aug. 16	11 10 vm.	$A_{sI} = 13 26,0$	$\alpha_1 = 159 4,2$	14,9	9 33,8	
				$\alpha_2 = 197 10,9$			
		11 50	$A_{nI} = 106 34,0$	$\alpha_2 = 197 6,7$	11,0	35,0	
				$\alpha_1 = 158 57,9$			
		12 5 m.	$A_{sII} = 24 42,8$	$\alpha_1 = 158 52,9$	8,8	37,8	
		$\alpha_2 = 197 1,8$					
	12 20	$A_{nII} = 204 42,8$	$\alpha_1 = 158 54,2$	8,0	35,6		

	M. E. Z.	Azimut	α	$-dD'$	Dsn	Mittelwert			
Fågelsjö A. B.	Aug. 16	12 ^h 20 ^m vm.	$A_{nII} = 204^{\circ} 42',8$	$\alpha_2 = 197^{\circ} 3',2$	8,0	8° 35',6			
				$\alpha_2 = 197 1,3$	8,0	37,6			
				$\alpha_1 = 158 52,3$					
				$\alpha_1 = 158 52,8$	7,6	36,8	9° 36'		
				$\alpha_2 = 197 1,5$					
				$\alpha_2 = 100 12,2$	7,3	9 15,9			
				$\alpha_2 = 99 32,5$					
	1 40 nm.	$\alpha_1 = 100 12,2$	7,5	15,9					
		$\alpha_2 = 99 32,9$							
		$\alpha_2 = 99 31,6$	7,8	17,5					
		$\alpha_1 = 100 10,9$							
		$\alpha_2 = 99 32,3$	8,0	16,8	9 16,5				
		$\alpha_1 = 100 11,9$							
Sveg	Aug. 17	12 10 m.	$A_s = 85 59,3$	87 4,0	9,0	8 53,6			
					5,0	9,0	52,6		
				$A_n = 94 0,7$	3,6	8,6	53,1		
					1 20 nm.	2,0	7,0	53,6	
						1,9	7,0	53,7	
						2,3	7,5	53,8	
						2,8	7,5	53,4	
		2,5	7,5	53,6	8 54				
	Lillhamra	Aug. 19	11 0 vm.	$A_s = 112 31,8$	60 16,2	14,9	9 14,8		
						14,3	13,0	14,8	
					11 32				
					$A_n = 67 28,2$	10,9	11,0	16,2	
						1 45 nm.	11,4	11,0	15,7
							5,5	7,0	17,6
						5,3	7,6	18,4	
		5,9	7,9	18,0					
		4,3	8,0	19,8					
		5,4	8,5	19,2					
		7,4	9,0	16,6					
		5,7	9,5	16,4					
		5,7	9,5	16,4					
		5,9	10,0	16,7					
	5,1	10,0	17,5	9 17					
Tallheden	Aug. 19	5 5 nm	$A_s = 109 33,8$	64 5,9	14,5	8 22,7			
					6,5	14,8	22,4		
				5 22					
				$A_n = 70 26,2$	5,7	15,0	23,4		
					8,1	15,6	21,6	8 22	
Orsa	Aug. 20	11 0 vm.	$A_s = 171 7,3$	3 2,1	12,0	7 50,5			
					2,1	11,5	49,4		
				11 10					
				$A_n = 8 52,7$	2,0	11,0	49,6		
					0,0	10,0	50,6	7 50	
Skattungbyn	Aug. 20	3 35 nm.	$A_s = 64 42,8$	108 37,1	12,0	7 40,0			
					40,6	12,5	37,0		
				3 50					
				$A_n = 115 17,2$	42,7	14,2	36,8		
					43,1	14,6	36,6	7 38	

	M. E. Z.	Azimut	α	$-dD'$	Dsn	Mittelwert		
Furudal	Aug 21	11 ^h 32 ^m vm.	$A_s = 27^\circ 49',8$	200° 50',1	9,0	8° 56',6		
		11 50		50,3	8,0	55,4		
		11 56	$\bar{A}_n = 207 49,8$	50,6	7,8	54,9		
		12 14 m.		50,9	7,8	54,6	8° 55'	
Voxna	Aug. 21	4 53 nm.	$A_s = 85 26,6$	88 52,6	13,6	7 42,3		
		5 15		52,5	13,7	42,5		
		5 25	$A_n = 94 33,4$	52,3	14,2	42,2		
		5 40		53,2	14,4	42,5	7 42	
Lobenäs	Aug. 23	10 30 vm.	$A_{sI} = 107 37,1$	$\alpha_1 = 282 20,1$				
				$\alpha_2 = 180 8,1$	10,2	7 14,9		
			$A_{nI} = 287 21,9$	$\alpha_1 = 282 21,9$				
				$\alpha_2 = 180 9,3$	9,4	12,6		
			$A_{sII} = 5 24,7$	$\alpha_1 = 180 7,4$				
				$\alpha_1 = 282 20,0$	9,2	14,3		
			$A_{nII} = 185 24,7$	$\alpha_1 = 282 19,4$				
				$\alpha_2 = 180 6,7$	9,2	14,9		
				$\alpha_2 = 180 5,3$				
				$\alpha_1 = 282 17,9$	8,9	16,1		
				$\alpha_1 = 282 17,5$				
				$\alpha_2 = 180 4,8$	8,5	16,6		
				$\alpha_2 = 180 4,0$				
				$\alpha_1 = 282 16,7$	8,0	16,4		
		$\alpha_1 = 282 14,9$						
			$\alpha_2 = 180 2,4$	7,0	17,2	7 15		
Edsbyn	Aug. 23	4 55 nm.	$A_s = 161 31,4$	13 28,9	14,2	7 1,8		
		5 20		29,4	15,0	2,1		
		5 30	$\bar{A}_n = 18 28,6$	28,8	15,2	2,9		
		5 45		29,2	15,6	2,9	7 2	
Alfta	Aug. 24	11 30 vm.	$A_s = 106 18,4$	68 55,3	10,0	6 44,2		
				54,5	9,6	44,5		
		12 0 m.	$A_n = 73 41,6$	51,9	9,6	45,9		
		12 15		53,3	9,2	45,4		
				53,6	9,2	45,1		
				55,9	10,2	43,8		
Bollnäs	Aug. 25	2 10 nm.	$A_s = 138 50,8$	36 46,2	10,0	6 20,9		
		2 28		44,8	10,8	23,1		
			$A_n = 41 9,2$	44,8	10,8	23,1		
		2 38		44,9	11,0	23,1	6 23	
Långbacka	Aug. 27	10 19 vm.	$A_s = 14 56,3$	160 54,9	15,0	6 11,7		
				55,2	15,0	10,4		
		10 50	$A_n = 165 3,7$	51,6	13,0	13,0		
				51,4	12,8	13,0		
		11 15		47,9	10,5	14,2		
		11 28		46,0	9,8	15,4	6 13	
Forsa	Aug. 27	6 23 nm.	$A_s = 127 49,3$	47 55,8	17,2	6 20,0		
		6 46	$\bar{A}_n = 52 10,7$	57,0	17,8	19,4	6 20	

	M. E. Z.	Azimut	α	$-dD'$	Dsn	Mittelwert
Rogsta	Aug. 28	2 ^h 0 ^m nm.	$A_s = 68^\circ 26',8$	244° 19',5	12,9	6° 8',1
		2 15		19,3	12,9	8,3
		2 30	$A_n = 248 26,8$	17,5	12,9	10,1
Kinstaby	Aug. 30	4 30 nm.	$A_s = 137 28,2$	38 23,1	14,5	6 11,1
		4 45		22,4	15,0	12,3
		4 53	$A_n = 42 31,8$	21,3	15,5	13,9
		5 15		22,0	16,0	13,7
		5 22		22,4	16,2	13,6
		5 38		24,7	16,4	11,4

Tabelle 14.
Horizontalintensitätsbestimmungen.

Nr.		Zeit M. Z.		φ	$t_{\varphi}^{\circ} C$ (korr)	$\log C_0$	$d H. \gamma'$	H_{SN}	Mittelwert
1915									
1	Juni 27	12 ^h 1 ^m	Kil	35°32' 20''	26,9	$\bar{2},96116$	- 8,0	0,15667	
2		12 44		33 34	27,9		- 3,0	0,15650	
3		1 30 nm		28 48	28,1		+ 3,0	0,15674	
4		3 37		22 58	22,2		+15,0	0,15719	
5		4 8		21 49	21,6		+18,0	0,15725	
6		4 45		23 45	21,9		+23,0	0,15707	0,15690
7	29	12 3 m	Sunne	35 40 16	25,4	$\bar{2},96112$	-27,0	0,15639	
8		2 15 nm		40 27	20,8		- 3,7	0,15629	
9		2 50		35 54	20,0		+ 4,0	0,15653	
10		3 30		35 59	20,0		+11,0	0,15645	
11		4 0		35 0	19,1		+17,0	0,15648	
12		4 30		34 48	19,8		+23,0	0,15637	
13		4 57		33 16	20,8		+29,4	0,15642	0,15642
14	Juli 1	11 4 vm	Torsby	35 59 21	27,3	$\bar{2},96109$	-23,0	0,15508	
15		11 32		56 35	32,3		-20,0	0,15505	
16		1 57 nm		52 44	30,6		- 3,0	0,15518	
17		2 22		53 47	25,7		- 1,0	0,15526	0,15514
18	2	3 0 nm	Lekvattnet . . .	36 4 9	19,6	$\bar{2},96108$	0,0	0,15479	
19		3 56		35 53 16	24,9		+21,0	0,15509	
20		4 41		53 47	25,9		+26,0	0,15498	0,15495
21	3	12 12 m	Östra Emtervik .	35 47 45	24,4	$\bar{2},96106$	-20,0	0,15586	
22		1 0 nm		47 24	31,1		-21,5	0,15567	
23		1 34		48 35	25,8		-23,0	0,15579	
24		2 2		44 59	26,8		-23,8	0,15599	
25		5 22		39 54	21,7		- 0,2	(0,15624) ¹	0,15585
26	6	5 57 nm	Dalboängen . . .	35 49 41	18,5	$\bar{2},96103$	+23,0	0,15548	
27	7	11 36 vm		50 9	27,3	$\bar{2},96102$	-17,0	0,15557	
28		12 10 m		50 28	28,6		- 5,0	0,15549	
29		1 0 nm		52 52	27,6		- 8,0	0,15542	
30		1 42		49 21	26,5		+ 4,0	0,15543	
31		2 6		49 30	25,3		+ 8,1	0,15542	0,15548
32	9	10 31 vm	Stöllet	35 46 38	27,0	$\bar{2},96099$	-30,7	0,15593	
33		10 57		43 15	32,3		-26,0	0,15591	
34		11 19		45 39	29,6		-22,0	0,15581	
35		2 23 nm		42 19	22,5		+23,0	0,15580	
36		2 48 nm		39 5	24,3		+27,0	0,15591	
37	10	1 52 nm		39 22	16,2	$\bar{2},96098$	+31,0	0,15610	
38		2 20		44 3	16,4		+32,7	0,15578	
39		4 55		40 23	18,6		+12,3	0,15615	
40		5 19		39 17	22,4		+14,0	0,15609	0,15594
41	11	2 51 nm	Fastnäs	35 37 30	21,3	$\bar{2},96097$	0,0	0,15637	
42		3 32		35 16	20,1		+ 4,0	0,15651	
43		4 0		33 27	23,7		+ 7,0	0,15648	

Nr.	Zeit	M. Z.		φ	$t_{\gamma}^{\circ} C$ (korr.)	$\log C_0$	$d H. \gamma'$	H_{8n}	Mittelwert
44	Juli 11	4 ^h 48 ^m mn	Fastnäs	35° 33' 7"	22,4		+10,0	0,15651	
45		5 11		35 23	22,8		+11,7	0,15633	
46	14	12 35 m	Edebäck	36 4 43	27,4	2,96094	-33,0	0,15479	0,15644
47		12 50		5 9	25,0		-30,0	0,15481	
48		3 10 nm		35 59 13	21,8		+7,0	0,15491	
49		3 38		59 18	23,0		+10,0	0,15484	0,15484
50	15	1 45 nm	Edane	35 21 39	19,6	2,96092	-10,0	0,15752	
51		2 15		19 22	24,7		-7,5	0,15748	
52		2 45		18 29	21,7		0,0	0,15756	
53		3 10		17 30	19,7		+19,9	0,15749	0,15746
54	17	2 36 nm	Åmot	35 36 7	23,8	2,96090	-3,0	0,15638	
55		3 6		34 1	25,1		+1,0	0,15643	
56		3 35		33 46	23,8		+6,0	0,15644	
57		5 7		33 0	22,4		+19,0	0,15640	0,15641
58	20	4 23 nm	Vansbro A.	35 24 16	19,4	2,96087	+9,0	0,15714	
59		4 44		24 45	18,1		+10,0	0,15715	0,15715
60		6 0	B.	36 17 53	17,1		+15,0	0,15380	0,15380
61		6 51	C.	35 44 10	15,4		+2,0	0,15589	0,15589
62	21	11 7 vm	D.	35 27 49	21,2	2,96086	-20,0	0,15715	0,15715
63	22	11 15 vm	Brintbodarna . .	36 15 57	16,6	2,96085	-17,0	0,15423	
64		1 6 nm		11 57	19,0		0,0	0,15425	
65		1 30		12 7	18,3		+3,0	0,15424	
66		2 0		11 1	20,0		+6,4	0,15422	0,15423
67	23	12 0 m	Malung	35 45 16	15,3	2,96084	-16,0	0,15617	
68	24	12 4 m		41 40	19,2	2,96083	-13,0	0,15625	
69		12 33		39 54	20,6		-8,0	0,15627	
70		2 9		38 4	20,2		+3,5	0,15628	
71		2 42		37 24	20,7		+6,0	0,15628	0,15625
72	25	6 28 nm	Limedforsen . .	35 54 23	22,6	2,96082	+15,0	0,15506	
73		7 0		56 22	19,3		+13,0	0,15506	
74		7 27		56 26	20,0		+10,0	0,15506	0,15506
75	27	2 0 nm	Megrinn	35 45 29	14,6	2,96080	+20,3	0,15580	
76		2 36		46 21	14,9		+23,0	0,15572	
77		3 0		42 1	14,6		+26,0	0,15596	
78		4 9		41 6	14,4		+34,0	0,15595	
79		4 40		38 42	14,8		+37,0	0,15606	
80		4 48		38 51	15,4		+39,0	0,15602	
81		5 4		41 4	15,5		+42,3	0,15584	0,15591
82	28	10 0 vm	Malungsfors A. .	35 41 9	21,2	2,96079	-40,0	0,15648	
83		10 39		40 8	23,5		-48,0	0,15655	
84		1 45 nm	B.	35 38 25	27,8		+5,0	0,15600	
85		2 0		36 51	28,8		+8,8	0,15601	
86		2 30		38 55	27,7		+10,0	0,15592	
87		3 0		37 58	26,4		+11,0	0,15600	
88		4 15	C.	35 38 57	23,0		+11,6	0,15605	
89		5 0		39 19	21,8		+12,3	0,15605	0,15605
90	29	7 0 nm	Gäfvunda A. . . .	36 35 10	14,7	2,96078	+11,0	0,15284	
91		7 30		34 13	14,2		+8,0	0,15294	

Nr.		Zeit M. Z.		φ	$t_{\varphi}^{\circ} C$ (korr)	$\log C_0$	$d. H. \gamma$	H_{sn}	Mittelwert
92	Juli 30	6 ^h 0 ^m nm	Gäfvunda A. . .	36°37' 43"	14,4	2,96077	+10,0	0,15270	
93		6 40		36 31	15,1		+ 9,0	0,15276	
94		7 30		34 54	14,3		+ 8,0	0,15289	0,15283
95	31	8 0 vm	B. . .	35 45 18	18,3	2,96076	-10,0	0,15599	
96		11 45		48 44	24,6		-14,0	0,15562	
97		12 10 m		47 11	22,9		-12,0	0,15575	
98		12 40		46 31	24,3		-10,0	0,15573	0,15577
99	Aug. 2	5 40 nm	Vika A.	36 51 6	25,0	2,96075	+17,7	0,15150	
100		6 15		52 34	25,9		+19,0	0,15138	
101		7 0		50 1	23,5		+20,0	0,15159	0,15149
102	3	12 15 m	B.	37 14 3	20,9	2,96074	-37,0	0,15084	
103		1 40 nm		9 11	18,3		-22,0	0,15104	
104		2 10		6 37	18,5		-15,0	0,15112	0,15100
105	4	9 0 vm	Sollerö	36 45 46	23,0	2,96073	-25,0	0,15230	
106		10 50		46 53	24,6		-37,0	0,15230	
107		11 15		42 27	20,2		-36,5	0,15269	0,15243
108	5	12 0 m	Leksand A. . . .	35 46 56	22,1	2,96072	-30,0	0,15596	
109		12 30		46 21	23,6		-27,0	0,15599	
110		2 17 nm		43 10	31,1		-13,0	0,15573	
111		3 30		43 52	26,0		0,0	0,15572	0,15585
112		6 17	B.	35 59 51	25,2		+18,0	0,15457	0,15457
113	6	11 33 vm	Laknäs	36 25 47	26,1	2,96071	-39,0	0,15352	
114		12 10 m		25 18	26,6		-30,0	0,15345	0,15349
115	7	11 14 vm	Rättvik	36 17 14	18,6	2,96070	-53,0	0,15441	
116		11 48		16 47	17,4		-43,0	0,15435	
117		2 38 nm		8 3	23,3		+ 1,0	0,15429	0,15435
118	10	2 33 nm	Eldris	36 29 43	20,6	2,96068	- 7,0	0,15313	
119		3 2		32 28	17,4		- 3,0	0,15302	
120		5 25		28 17	18,1		+ 4,0	0,15318	0,15311
121	11	6 30 nm	Alfdalen A. . . .	36 51 46	22,0	2,96067	+15,0	0,15155	
122		7 15		53 52	20,8		+17,0	0,15145	
123	12	5 10 nm	B.	36 47 6	25,6	2,96066	+ 8,8	0,15178	
124		5 50		48 27	23,3		+ 9,0	0,15177	0,15178
125	13	12 0 m	Oxberg	36 59 28	25,3	2,96066	-20,0	0,15135	
126		2 0 nm		55 51	26,8		- 4,7	0,15136	0,15136
127	14	12 0 m	Mora	36 47 10	28,6	2,96065	-16,0	0,15192	
128		12 30		44 28	30,7		-15,0	0,15199	
129		1 0 nm		44 46	30,7		-13,0	0,15196	
130		1 20		44 44	31,6		-12,0	0,15192	
131		1 50		44 6	32,9		-11,0	0,15190	0,15194
132	16	11 15 vm	Fågelsjö A. . . .	37 7 49	18,2	2,96063	-17,0	0,15104	
133		12 0 m		7 19	19,2		-15,0	0,15102	
134		12 30		7 25	19,6		-13,0	0,15098	0,15101
135		1 50 nm	B.	37 29 2	17,7		- 6,0	0,14972	
136		2 15		27 20	18,7		- 4,0	0,14977	0,14975
137	17	12 10 m	Sveg	36 59 56	23,7	2,96062	-21	0,15143	
138		12 45		37 3 30	14,7		-18	0,15139	
139		1 5		36 58 53	19,3		-17	0,15152	

Nr.		Zeit M. Z.		φ	$t_{\varphi}^{\circ} C$ (korr)	$\log C_0$	$d. H. \gamma'$	H_{sn}	Mittelwert
140	Aug. 17	1 ^h 35 ^m nm	Sveg	37° 0' 30''	18,3		-14	0,15142	
141		2 0		36 59 55	15,1		-11,2	0,15152	0,15146
142	18	11 15 vm	Lillhamra A. . .	38 44 37	17,6	2,96061	-28	0,14581	
143		11 40		41 59	17,4		-26	0,14592	
144		12 10 m		38 43 11	20,1	2,96061	-23	0,14596	
145		12 30		43 54	18,6		-22	0,14575	
146		1 30 nm		40 8	19,0		-14	0,14586	
147		2 0		36 33	26,4		- 9,2	0,14585	0,14582
148		5 45	B. . .	38 47 59	16,9		+22	0,14515	
149		6 15		48 31	16,3		+23	0,14512	
150		6 25		48 28	16,9		+24	0,14510	
151		6 35		48 4	15,8		+24	0,14515	0,14513
152	19	5 10 nm	Tallheden . . .	36 50 4	14,9	2,96061	+ 9,1	0,15190	
153		5 35		50 24	15,6		+11,0	0,15185	0,15188
154	20	11 10 vm	Orsa	36 20 48	19,0	2,96060	-19	0,15380	
155		11 30		21 54	19,5		-17	0,15371	0,15376
156		3 40 nm	Skattungbyn . .	36 50 43	20,0		+ 9	0,15171	
157		5 15		50 19	17,4		+15	0,15175	0,15173
158	21	11 40 vm	Furudal	36 34 3	17,9	2,96059	-18	0,15303	
159		12 0 m		35 17	18,1		-15	0,15292	0,15298
160		5 0 nm	Voxna	36 33 42	22,4		+13,2	0,15260	
161		5 30		36 25	17,8		+15,0	0,15256	0,15258
162	23	10 40 vm	Lobenäs	37 14 14	21,2	2,96057	-28	0,15067	
163		11 10		15 50	19,1		-26	0,15062	
164		11 35		14 49	20,1		-24	0,15062	
165		12 0 m		13 25	20,5		-22	0,15067	0,15065
166		5 0 nm	Edsbyn	36 47 52	17,9		+10,4	0,15192	
167		5 30		50 4	16,6		+12	0,15181	0,15187
168	24	11 35 vm	Alfta	37 2 29	23,4	2,96056	-31	0,15130	
169		12 5 m		1 42	23,0		-28	0,15133	
170		2 0 nm		36 58 5	21,4		- 6,4	0,15137	
171		2 30		58 8	21,1		- 4	0,15136	0,15134
172	25	11 45 vm	Bollnäs	36 47 30	21,0	2,96056	- 7	0,15202	
173		2 15 nm		45 38	22,3		+ 5,0	0,15196	
174		2 45		47 3	21,7		+ 6	0,15189	0,15196
175	26	4 10 nm	Ljusdal	37 57 39	18,2	2,96055	+17	0,14785	
176		4 30		53 49	17,8		+25	0,14799	
177		5 0		54 49	17,4		+33,5	0,14786	0,14790
178	27	10 30 vm	Långbacka . . .	38 13 20	19,5	2,96054	-58,2	0,14770	
179		11 0		10 26	19,1		-53	0,14782	
180		11 20		38 10 28	21,2	2,96054	-50	0,14773	0,14775
181		6 30 nm	Forsa	37 25 36	13,6		+ 3	0,14896	0,14896
182	28	2 0 nm	Rogsta	37 14 48	22,7	2,96053	+ 1,7	0,15027	
183		2 25		14 40	22,7		+ 3,0	0,15027	0,15027
184	30	4 40 nm	Kinstaby	36 32 41	16,6	2,96052	+10	0,15285	
185		5 0		28 59	17,6		+13,4	0,15301	
186		5 30		29 35	17,7		+11	0,15299	0,15295

Die Observation Nr. 25 ist ausgelassen. Gewitter und Regen unterbrechen die Beobachtung.

Tabelle 15.

Inklinationsbestimmungen.

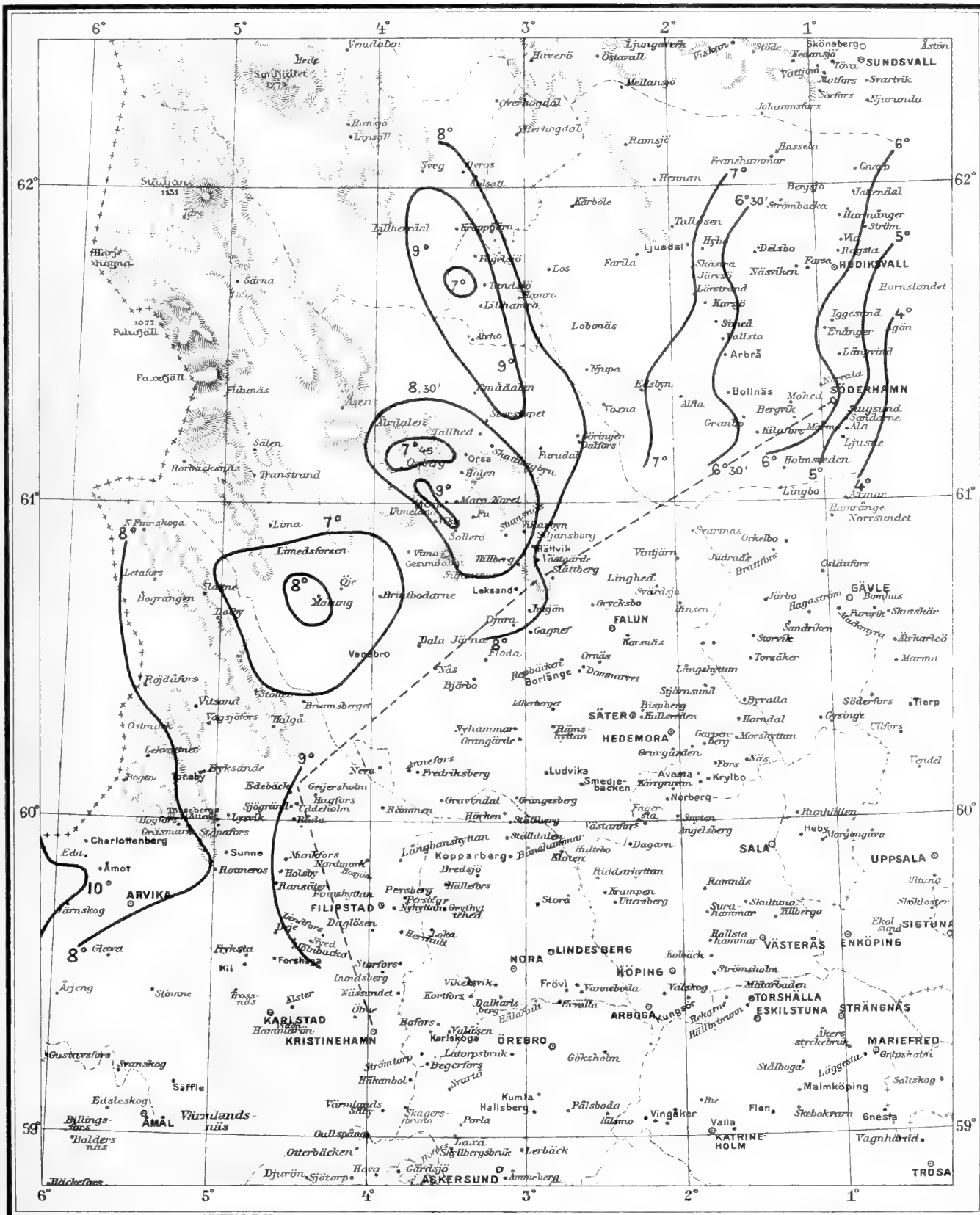
Nr.		Nadel		M. E. Z.		I	dI'	I_{sn}	Mittelwert	beob.—ber.
			1915							
1	Kil	1	Juni 27	9 ^h 0 ^m nm	φ_1	71°12',34	71°11',1	5',4	71° 9',5	
2		1			ψ_1	14,83	11,3	5,2	9,9	
		1	28		φ_1	12,39				
					ψ_1	16,50				
					φ_2	12,63				
					ψ_2	11,17				
					φ_2	12,0				
3				8 0 vm	ψ_2	12,2	71 13,2	6,0	71 11,0	
					φ_1	16,65				
4	Sunne	1	Juni 30	9 20 vm	ψ_1	16,25	14,2	6,3	11,7	71°10',5
					φ_1	71 22,5				2',9
					ψ_1	23,7				
					φ_2	17,25				
					ψ_2	15,13				
					φ_2	22,56				
5				9 0 vm	ψ_2	21,05	71 20,8	2,5	71 22,1	
					φ_2	23,80				
6	Torsby	1	Juli 1	10 0 vm	ψ_2	24,53	21,6	2,0	23,4	71 22,7
					φ_2	71 28,31				2,2
					ψ_2	24,13				
					φ_2	28,23				
					ψ_2	26,00				
					φ_1	32,00				
					ψ_1	32,67				
					φ_1	33,37				
7				7 30 nm	ψ_1	33,34	71 29,8	1,4	71 32,2	
8	Lekvattnet . . .	1	Juli 2	8 55 vm	ψ_1	32,57	71 29,1	4,1	28,8	71 30,5
		1	Juli 2		φ_1	71 29,84				-1,8
					ψ_1	30,96				
					φ_1	23,53				
					ψ_1	26,82				
					φ_2	26,17				
9	Ostra Emtervik .	1	Juli 3	8 0 nm	ψ_2	24,00	71 25,2	1,7	71 27,3	
					φ_1	71 23,00				
					ψ_1	28,94				
					φ_2	23,19				
10	Dalboängen . . .	1	Juli 7	3 30 nm	ψ_2	18,17	71 23,3	3,8	71 23,3	7,0
					φ_1	71 33,46				
					ψ_1	40,44				
					φ_2	28,70				
					ψ_2	25,85				
					φ_2	26,90				
11				5 35 nm	ψ_2	26,00	71 31,5	1,6	71 33,7	

Nr.		Nadel		M. E. Z.			I	dI'	$I \sin$	Mittelwert	beob.—ber.	
11	Dalboängen	1	Juli 7	5'35" nm	φ'_1	71°33',63						
12	Stöllet	1	Juli 10	7 15 nm	ψ'_1	25,60	71°29',8		32',4	71°33',0	-21',5	
					φ_2	71 16,9						
					ψ_2	19,7						
					φ'_2	15,0						
					ψ'_2	22,2						
					φ_1	22,25						
					ψ_1	23,90						
					φ'_1	25,9						
13	Fastnäs	1	Juli 12	7 15 nm	ψ'_1	26,5	71 21,5	3',0		71°22,3	-21,3	
					φ_1	71 18,44						
					ψ_1	29,64						
					φ'_1	36,20						
					ψ'_1	29,43						
					φ_2	37,88						
14		2		10 0 vm	ψ_2	21,16	71 28,9	7,2		71 25,5		
					φ_1	29,90						
					ψ_1	23,30						
					φ'_2	30,0						
15	Edebäck	1	Juli 14	3 30 nm	ψ'_2	28,50	71 28,0	6,0		25,8	71 25,7	-12,6
					φ_2	71 30,70						
					ψ_2	21,20						
					φ_2	32,7						
					φ_1	39,12						
16				8 20' vm	ψ_1	42,26	71 33,6	5,1		71 32,3		
					φ_2	29,90						
17				9 0 vm	ψ_2	32,60	71 35,9	5,7		34,0		
					φ_1	31,42						
18				9 35 vm	ψ_1	38,62	71 33,1	5,1		71 31,8		
					φ_2	29,90						
19				10 15 vm	ψ_2	31,9	33,8	5,1		32,5		
					φ'_2	35,00						
					ψ'_2	33,00						
					φ'_1	30,76						
20				6 0 nm	ψ'_1	35,40	32,8	2,4		34,2		
					φ'_2	30,73						
21	Edane	1	Juli 15	12 30 m	ψ'_2	30,90	32,6	2,0		34,4	71 33,2'	-17,8
					φ_2	71 7,43						
					ψ_2	4,41						
					φ_1	11,75						
22					ψ_1	12,17	71 8,9	3,8		71 8,9		
					φ_2	7,50						
23				1 15 nm	ψ_2	5,60	9,2	3,6		9,4		
					φ_1	10,75						
24	Amot	1	Juli 17	2 0 nm	ψ_1	12,4	9,0	3,5		9,3	71 9,2	-3,2
					φ_1	71 21,59						
					ψ_1	24,54						

Nr.	Nadel	M. E. Z.	I	dI'	I_{sn}	Mittelwert	beob.—ber.
	Åmot 1	Juli 17	φ_2 71°21',70				
25		8 ^h 40 ^m vm	φ_2 19,06	71°21',7	5',4	71°20',1	
			φ_1 22,31				
26		9 30 nm	φ_1 26,53	22,4	5,6	20,6	
			φ_2 9,16				
			φ_2 18,18				
			* φ_2' 19,6				
27		11 0 vm	* φ_2' 18,5	20,4	5,0	19,2	
			* φ_1' 27,0				
28		12 10 m	* φ_1' 26,2	21,5	4,5	20,8	71°20',2
	Brintbodarna . . . 3	Juli 22	φ_2 71 45,00				
			φ_2 43,25				
			φ_1 45,34				
29		9 0 vm	φ_1 42,00	71 43,9	4,1	71 43,6	
			φ_2 45,33				
30		9 40 vm	φ_2 43,17	71 44,0	4,0	43,8	
			φ_1 47,25				
31		10 20 vm	φ_1 43,92	71 44,9	3,9	71 44,8	71 44,1
	Malung 3	Juli 24	φ_1 71 33,25				-10,8
			φ_1 31,42				
			φ_2 32,25				
			φ_2 30,00				
			φ_2 33,00				
32		10 0 vm	φ_2' 32,70	71 32,2	4,6	71 31,4	
			φ_1' 32,3				
33		10 50 vm	φ_1' 30,1	31,6	4,0	31,4	71 31,4
	Limedforsen . . . 3	Juli 26	φ_1 71 48,2				-17,2
			φ_1 49,0				
			φ_2 49,1				
34		10 30 vm	φ_2 46,1	71 48,1	5,0	71 46,9	
			φ_1 46,85				
35			φ_1 47,62	47,4	4,2	47,0	
			φ_2 48,44				
			φ_2 46,84				
			φ_2' 46,70				
36		12 50 m	φ_2 46,20	47,1	3,0	47,9	
			φ_1 47,50				
37		1 35 nm	φ_1 44,80	46,6	2,1	48,3	71 47,5
	Gäfvunda A . . . 3	Juli 30	φ_1 72 2,25				-9,7
			φ_1 1,75				
			φ_2 4,92				
38		8 0 vm	φ_2 1,40	72 2,6	5,7	72 0,7	
			φ_1 4,60				
			φ_1 2,75				
			φ_1' 4,10				
39		9 20 vm	φ_1' 2,03	3,3	6,0	1,1	
			φ_2 5,60				

Nr.		Nadel		M. E. Z.		I	dI'	I_{sn}	Mittelwert	beob.—ber.	
40	Gäfvunda A	3	Juli 30	$10^h 30^m$ vm	ψ'_2	$72^\circ 3',70$	4',0	5',5	2',8	$72^\circ 1',4$	8',5
					ψ'_2	$72^\circ 9,0$					
					ψ'_2	8,5					
					ψ_1	13,19					
					ψ_1	8,66					
41				9 30 vm	ψ'_1	9,4	$72^\circ 9,7$	5,3	$72^\circ 8,2$		
					ψ_1	13,33					
					ψ_1	12,97					
					ψ_2	13,00					
					ψ_2	11,5					
42				10 20 vm	ψ_1	12,97	10,9	5,1	9,6		
					ψ_2	13,00					
					ψ_2	9,25					
					ψ_1	71 61,6					
					ψ_1	57,6					
43	Sollerö	1	Aug. 4	11 0 vm	ψ'_1	59,86	12,1	5,0	10,9	72 9,6	9,3
					ψ'_1	59,86					
					ψ'_1	59,05					
					ψ'_1	59,40					
					ψ_1	59,70					
44				12 50 m	ψ_1	55,9	59,5	6,5	71 56,8		
					ψ_1	58,9					
					ψ_2	54,08					
					ψ_2	51,90					
					ψ_2	51,90					
45				2 0 nm	ψ_2	71 35,60	55,5	3,8	55,5	71 56,3	- 2,9
					ψ_2	34,56					
					ψ_1	37,10					
					ψ_1	36,90					
					ψ_2	34,75					
46	Leksand B	1	Aug. 5	7 50 nm	ψ_1	33,10	71 36,0	3,4	71 36,4		
					ψ_2	33,10					
					ψ_2	33,10					
					ψ_2	33,10					
					ψ_2	33,10					
47				8 30 nm	ψ_2	71 48,90	35,5	3,0	36,3	71 36,4	- 15,6
					ψ_2	48,00					
					ψ_1	49,90					
					ψ_1	48,60					
					ψ_2	48,54					
48				1 30 nm	ψ_2	46,75	71 48,8	3,8	71 48,8		
					ψ_1	49,50					
					ψ_1	49,25					
					ψ_2	49,40					
					ψ_2	49,40					
49				2 0 nm	ψ_2	46,06	48,5	3,5	48,8	71 48,8	- 8,1
					ψ_2	72 12,75					
					ψ_2	9,40					
					ψ_1	11,92					
					ψ_1	10,00					
50				2 30 nm	ψ_1	10,00	72 11,0	7,1	72 7,7		
					ψ_2	12,17					
					ψ_2	12,17					
					ψ_2	12,17					
					ψ_2	12,17					
51				3 10 nm	ψ_2	9,17	72 10,8	6,9	72 7,7		
					ψ_1	11,25					
					ψ_1	11,25					
					ψ_1	11,25					
					ψ_1	11,25					
52	Älfaldalen A	3	Aug. 12	10 0 vm	ψ_1	9,84	10,6	6,7	7,7		
					ψ_2	11,92					
					ψ_2	11,92					
					ψ_2	11,92					
					ψ_2	11,92					
53				10 30 vm	ψ_2	9,19	10,6	6,7	7,7		
					ψ_2	9,19					
					ψ_2	9,19					
					ψ_2	9,19					
					ψ_2	9,19					

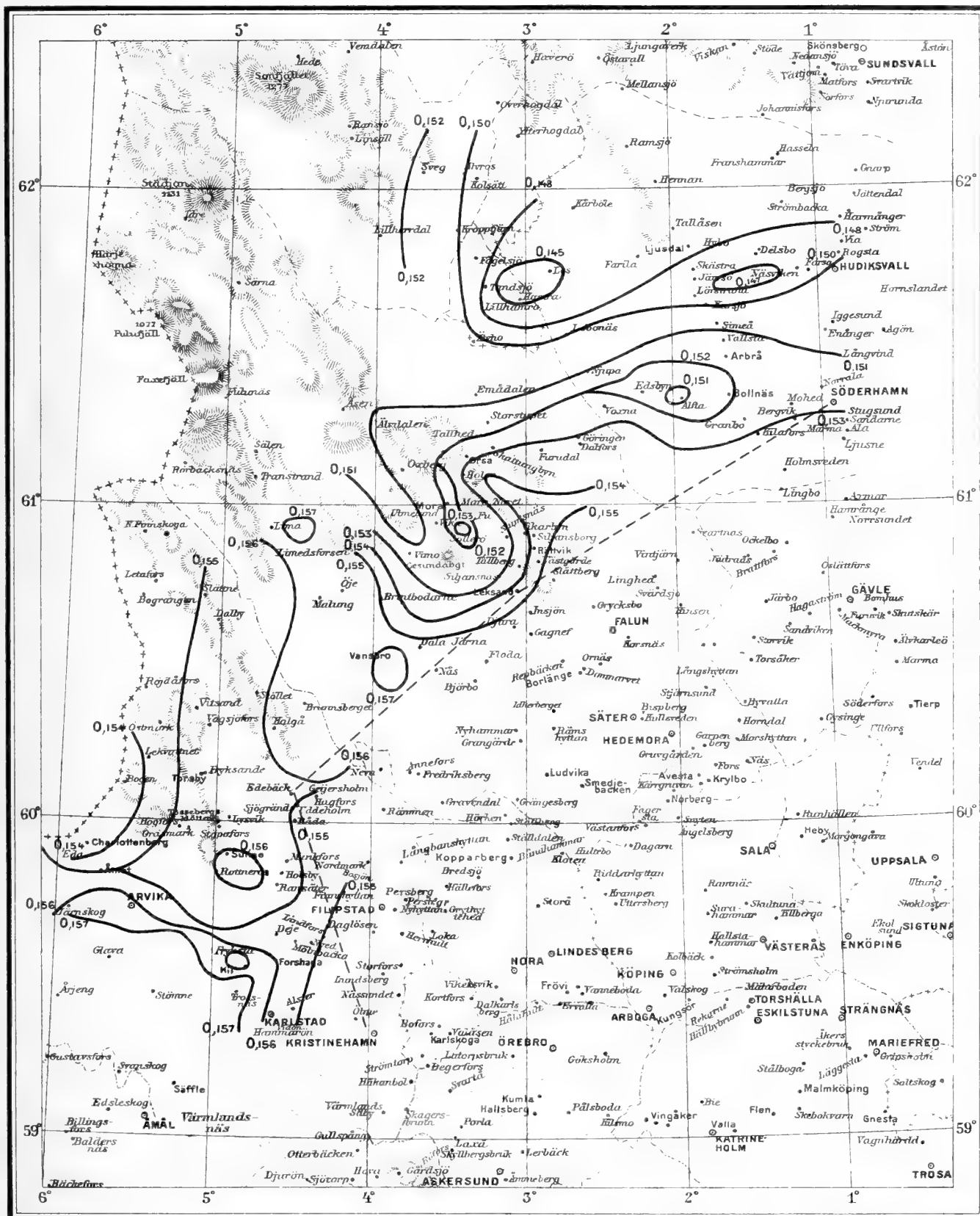
Nr.	Nadel	M. E. Z.	I	dI'	I_{sn}	Mittelwert	beob.—ber.	
57	Alfdalen A 3	Aug. 12	φ_1 72°13',04					
			11 ^h 0 ^m vm \downarrow_1 11,75	11',5	6',6	8',2	72° 7',8	- 2',7
58	Oxberg 3	Aug. 13	φ_1 72 14,77					
			\downarrow_1 13,16					
			φ_2 14,00					
59	Mora 3	Aug. 14	12 50 m \downarrow_2 11,40	72°13,3	4,2	72°12,9		
			4 20 nm \downarrow_1 12,23	13,1	4,0	12,9	72 12,9	6,2
60	Mora 3	Aug. 14	φ_1 71 59,56					
			\downarrow_1 58,56					
			φ_2 58,40					
61	Fågelsjö A 3	Aug. 16	6 0 nm \downarrow_2 57,81	71 58,6	3,0	71 59,4		
			7 0 nm \downarrow_1 57,58	58,3	2,8	59,3	71 59,4	5,4
62	Fågelsjö A 3	Aug. 16	φ_1 72 26,18					
			\downarrow_1 25,58					
			φ_2 27,83					
63	Fågelsjö A 3	Aug. 16	7 50 vm \downarrow_2 22,08	72 25,4	5,0	72 24,2		
			φ_1 25,75					
64	Fågelsjö A 3	Aug. 16	8 30 vm \downarrow_1 25,44	25,3	5,1	24,0		
			φ_2 25,17					
65	Sveg 3	Aug. 17	9 0 vm \downarrow_2 25,58	25,5	5,2	24,1		
			φ_1 27,7					
			9 30 vm \downarrow_1 26,79	72 26,3	5,1	72 25,0	72 24,3	- 9,5
66	Sveg 3	Aug. 17	φ_1 72 21,08					
			\downarrow_1 19,09					
			φ_2 20,00					
67	Sveg 3	Aug. 17	6 10 nm \downarrow_2 18,17	72 19,6	6,4	72 17,9		
			φ_1 19,83					
68	Sveg 3	Aug. 17	6 40 nm \downarrow_1 17,18					
			φ_2 20,12					
69	Lillhamra A. 3	Aug. 19	7 10 nm \downarrow_2 17,42	72 18,6	5,8	72 16,6		
			φ_1 19,83					
			7 40 nm \downarrow_1 17,00	18,6	5,8	16,6	72 16,7	-25,9
70	Lillhamra A. 3	Aug. 19	φ_1 72 42,38					
			\downarrow_1 43,75					
			φ_2 43,75					
71	Tallheden 3	Aug. 19	7 0 vm \downarrow_2 40,62	72 42,6	5,6	72 40,8		
			φ_1 42,37					
			\downarrow_1 42,50					
			φ_1 25,2					
			φ_1 42,0					
72	Tallheden 3	Aug. 19	8 0 vm \downarrow_1 26,5	72 40,2	5,8	38,2		
			φ_2 42,5					
72	Tallheden 3	Aug. 19	8 30 vm \downarrow_2 42,5	40,3	5,9	38,2	72 39,0	11,2
			φ_2 72 11,75					
			\downarrow_2 10,0					



GEN. STAB. LIT. ANST. STOCKH.

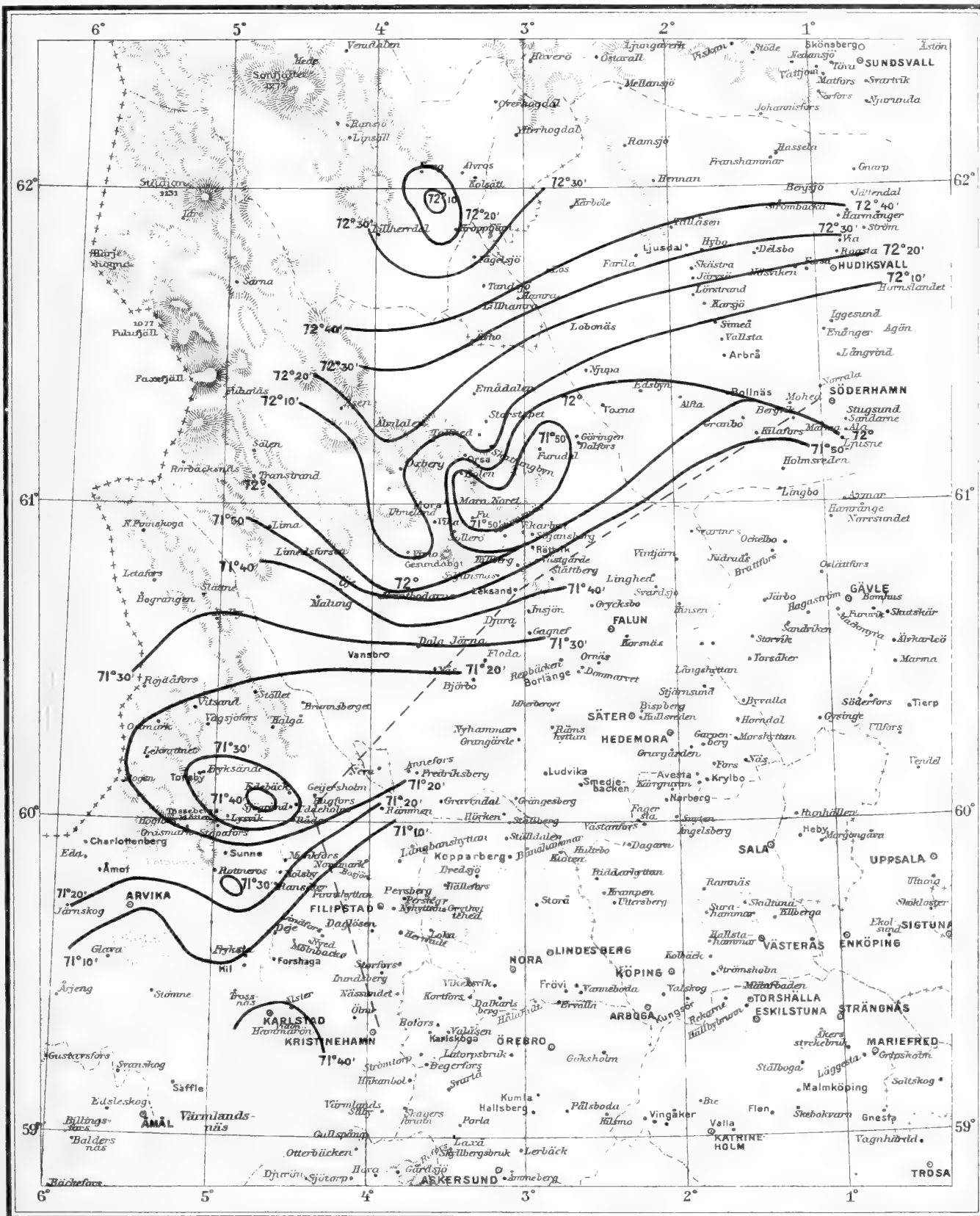
Linien gleicher Deklination für 1915.67





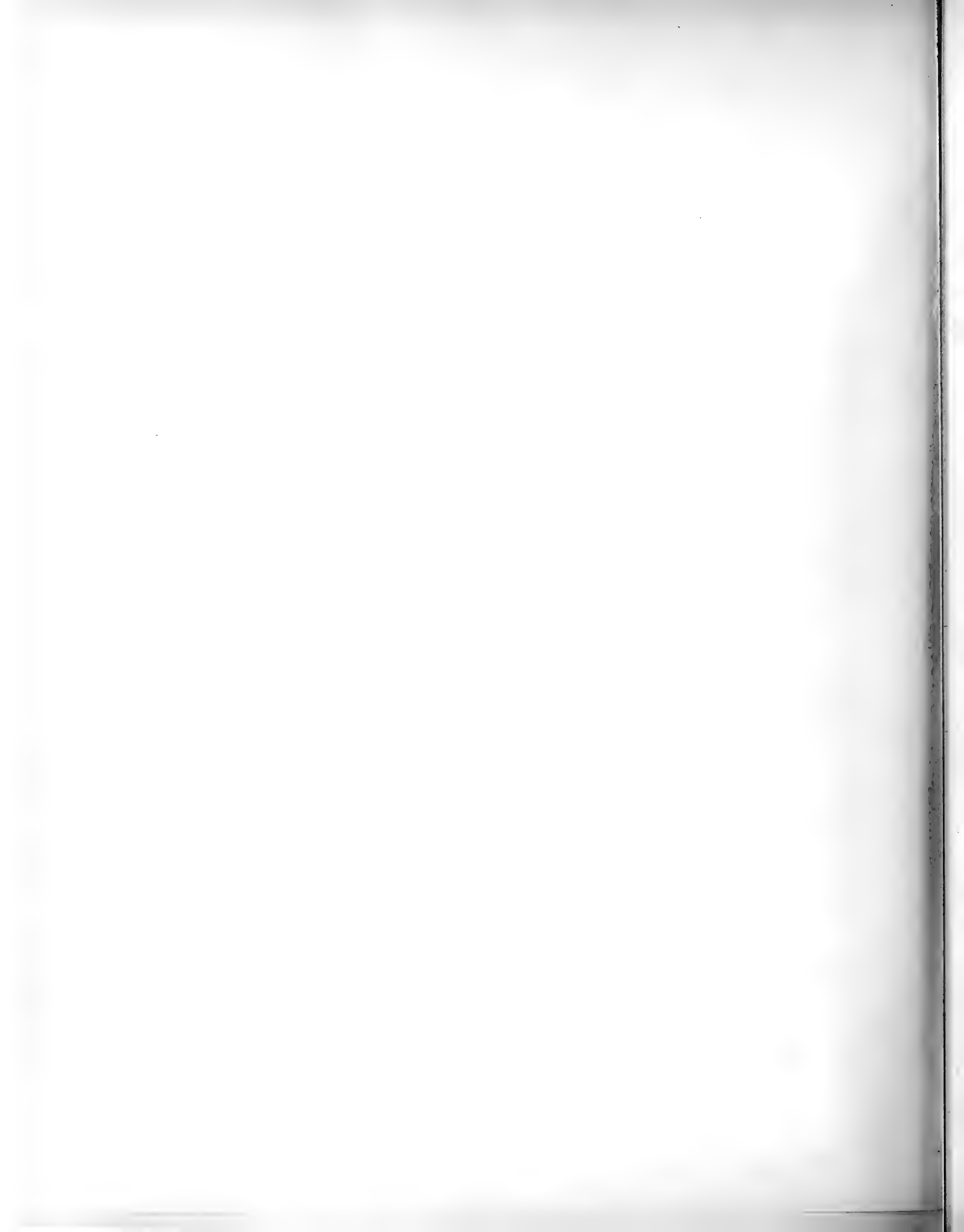
Linien gleicher Horizontalintensitet für 1915.67

GEN. STAB. LIT. ANST. STOCKH.



Linien gleicher Inklination für 1915.67

GEN. STAB. LIT. ANST. STOCKH.



KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 58. N:o 1.

STUDIEN ÜBER
DIE ENERGIESCHWELLE FÜR DIE EMPFINDUNG ROT
IN IHRER ABHÄNGIGKEIT VON DER WELLENLÄNGE
DER LICHTSTRAHLUNG

VON

G. F. GÖTHLIN

LEKTOR F. EXPERIMENTELLE PHYSIOLOGIE U. MEDIZINISCHE PHYSIK
A. D. UNIVERSITÄT UPSALA

MIT 1 TAFEL UND 12 TEXTFIGUREN

MITGETEILT AM 14. MÄRZ 1917 DURCH S. ARRHENIUS UND J. E. JOHANSSON



STOCKHOLM

ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN

R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON

WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET, STRAND

PARIS

LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 58. N:o 2.

MAMMALS COLLECTED IN CENTRAL AFRICA BY CAPTAIN E. ARRIENIUS

BY

EINAR LÖNNBERG

WITH 12 PLATES AND 11 FIGURES IN THE TEXT

READ APRIL 25TH 1917



STOCKHOLM

ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 58. N:o 3.

MEDDELANDE FRÅN LUNDS ASTRONOMISKA OBSERVATORIUM

THE CORRELATION FUNCTION OF TYPE *A*,
AND
THE REGRESSION OF ITS CHARACTERISTICS

BY

S. D. WICKSELL

DR. PHIL.

WITH 2 PLATES AND 2 FIGURES IN THE TEXT

COMMUNICATED MAY 9TH 1917 BY C. V. L. CHARLIER AND H. VON KOCH



STOCKHOLM

ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN

R. FRIEDLÄNDER & SOHN

11 CARLSTRASSE

LONDON

WILLIAM WESLEY & SON

28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS

LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK

11 RUE DE LILLE

RECHERCHES SUR
LE GRADIENT DU POTENTIEL ÉLECTRIQUE
DE L'ATMOSPHERE A UPSALA

$\varphi = 59^{\circ} 51,5' N$
 $\lambda = 15^{\circ} 10,5' E$
DE GREENWICH

PAR

HARALD NORINDER

AVEC 3 PLANCHES

COMMUNIQUÉ LE 9 MAI 1917 PAR H. HILDEBRANDSSON ET N. EKHOLM



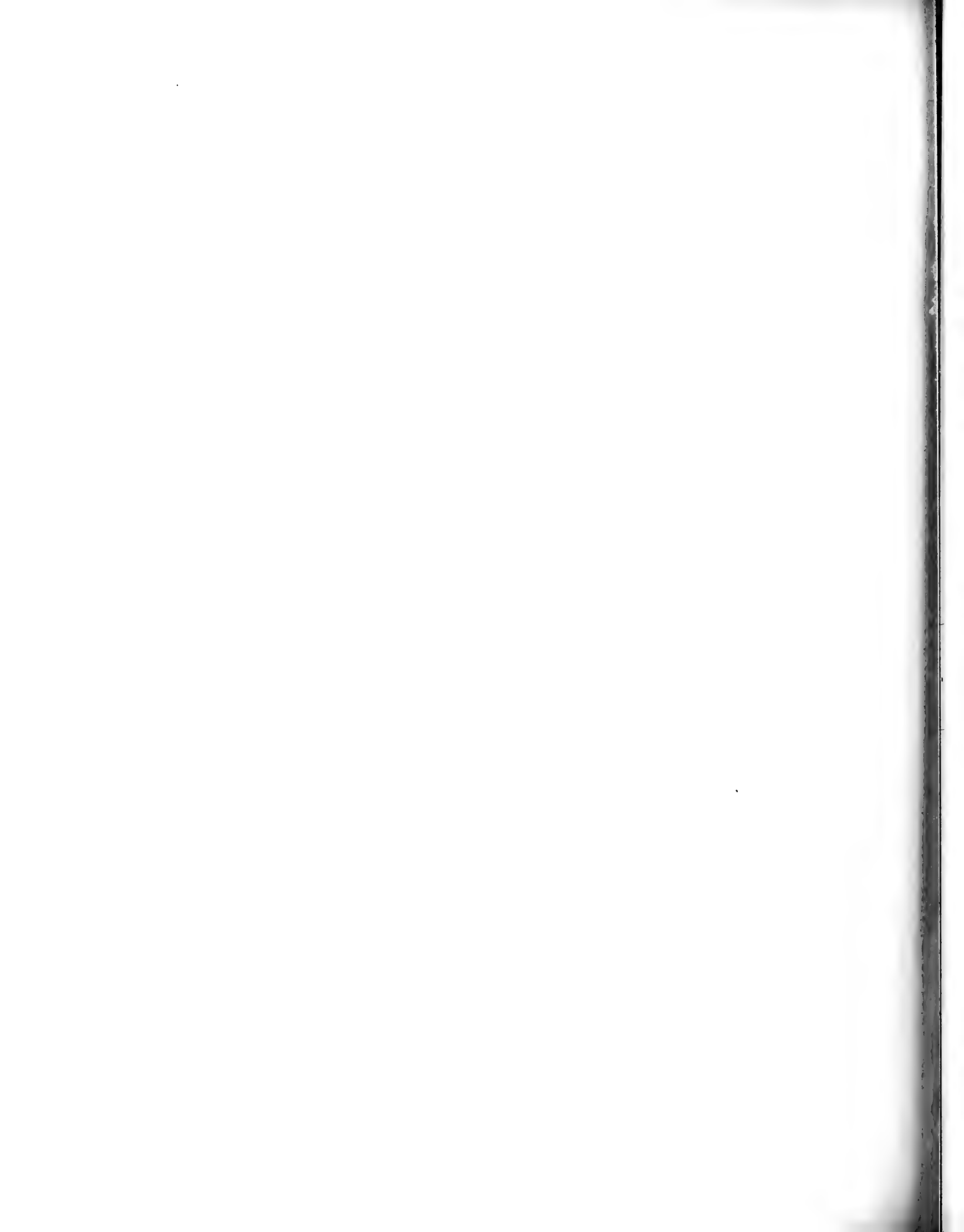
STOCKHOLM

ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE



KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 58. N:o 5.

BEITRÄGE
ZUR BLÜTENANATOMIE UND ZUR SYSTEMATIK
DER
ROSACEEN

VON

H. O. JUEL

MIT 135 ABBILDUNGEN IM TEXT

VORGELEGT AM 24. OKTOBER 1917



STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET, STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

RESULTS
OF
DR. E. MJÖBERGS
SWEDISH SCIENTIFIC EXPEDITIONS
TO
AUSTRALIA 1910—1913
XIX.
HOLOTHURIOIDEA

VON
SVEN EKMAN
UPPSALA

MIT 5 TAFELN



STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 58. No 7.

RESULTS
OF
DR. E. MJÖBERGS
SWEDISH SCIENTIFIC EXPEDITIONS
TO
AUSTRALIA 1910—1913
XX.
SERPULIMORPHE ANNELIDEN

VON
K. E. JOHANSSON
(UPPSALA)

MIT 2 ABBILDUNGEN IM TEXTE



STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 58. N:o 8.

STÄRKE DER SONNENSTRAHLUNG
IM MITTELSCHWEDISCHEN OSTSEEGBIET
IM JAHRE 1912

VON

J. WESTMAN

MITGETEILT AM 8. MAI 1918 DURCH H. E. HAMBERG UND N. EKHOLM



STOCKHOLM

ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN

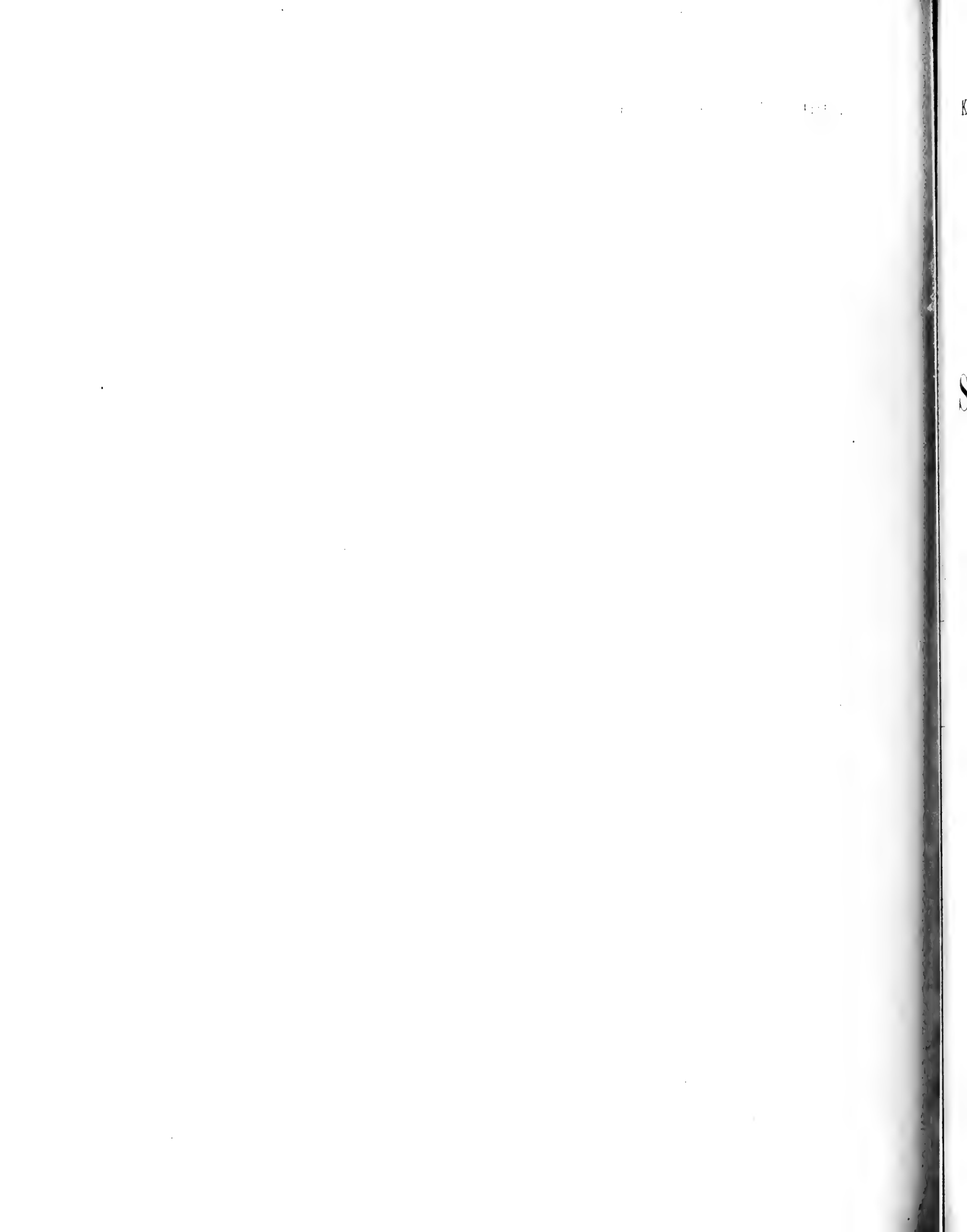
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON

WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS

LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE



KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 58. N:o 9.

RESULTS
OF
DR. E. MJÖBERGS
SWEDISH SCIENTIFIC EXPEDITIONS
TO
AUSTRALIA 1910—1913

XXI.
ECHINOIDEA

BY
DR. TH. MORTENSEN

WITH 5 PLATES AND 3 FIGURES IN THE TEXT

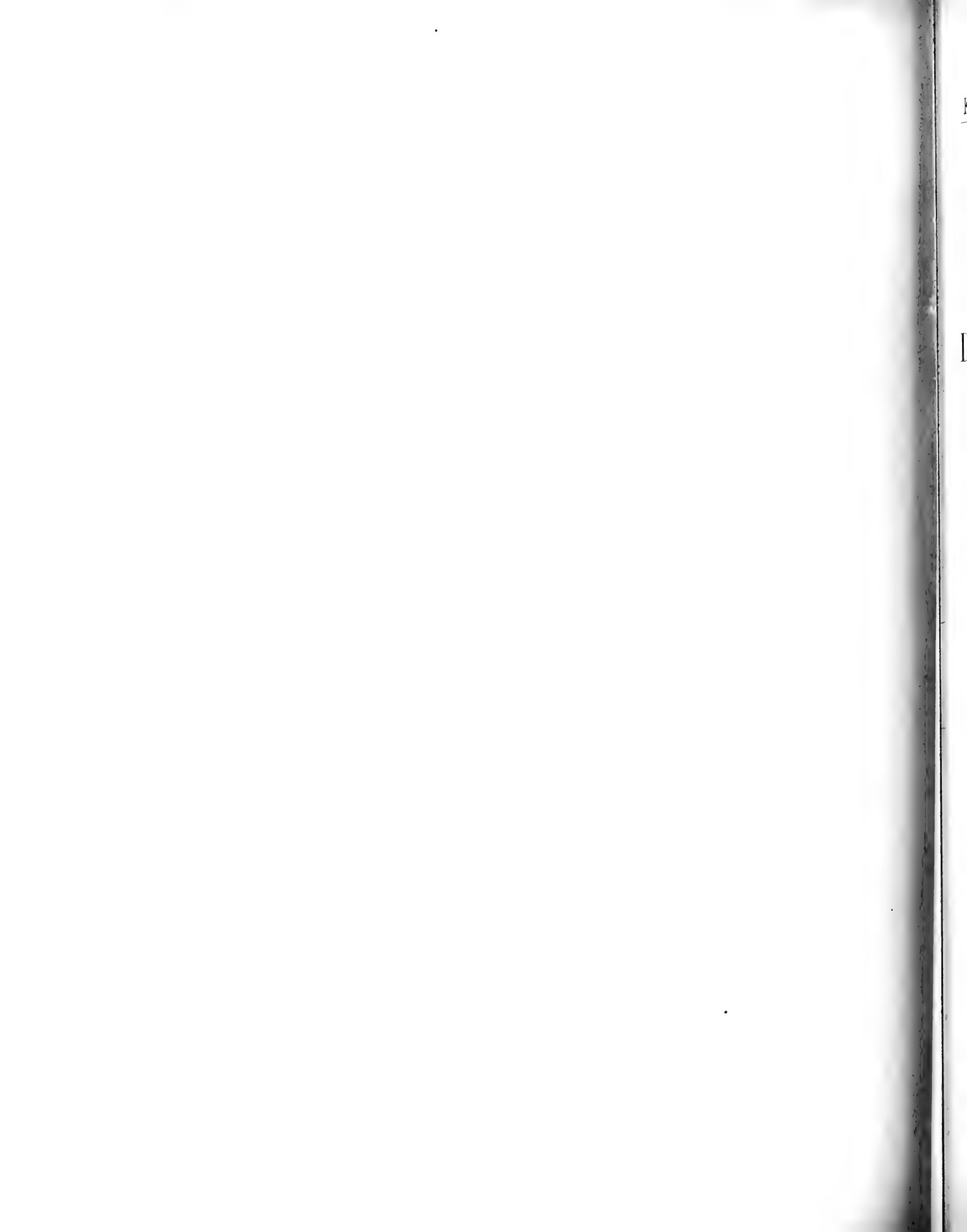


STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET, STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE



KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 58. N:o 10.

MEDDELANDE FRÅN UPPSALA UNIVERSITETS FYSISKA INSTITUTION.

BESTIMMUNG
DER ERDMAGNETISCHEN ELEMENTE EINIGER
ORTE IM MITTLEREN SCHWEDEN
SOMMER 1915

VON

KURT MOLIN

MIT 3 TAFELN UND 3 ABBILDUNGEN IM TEXTE



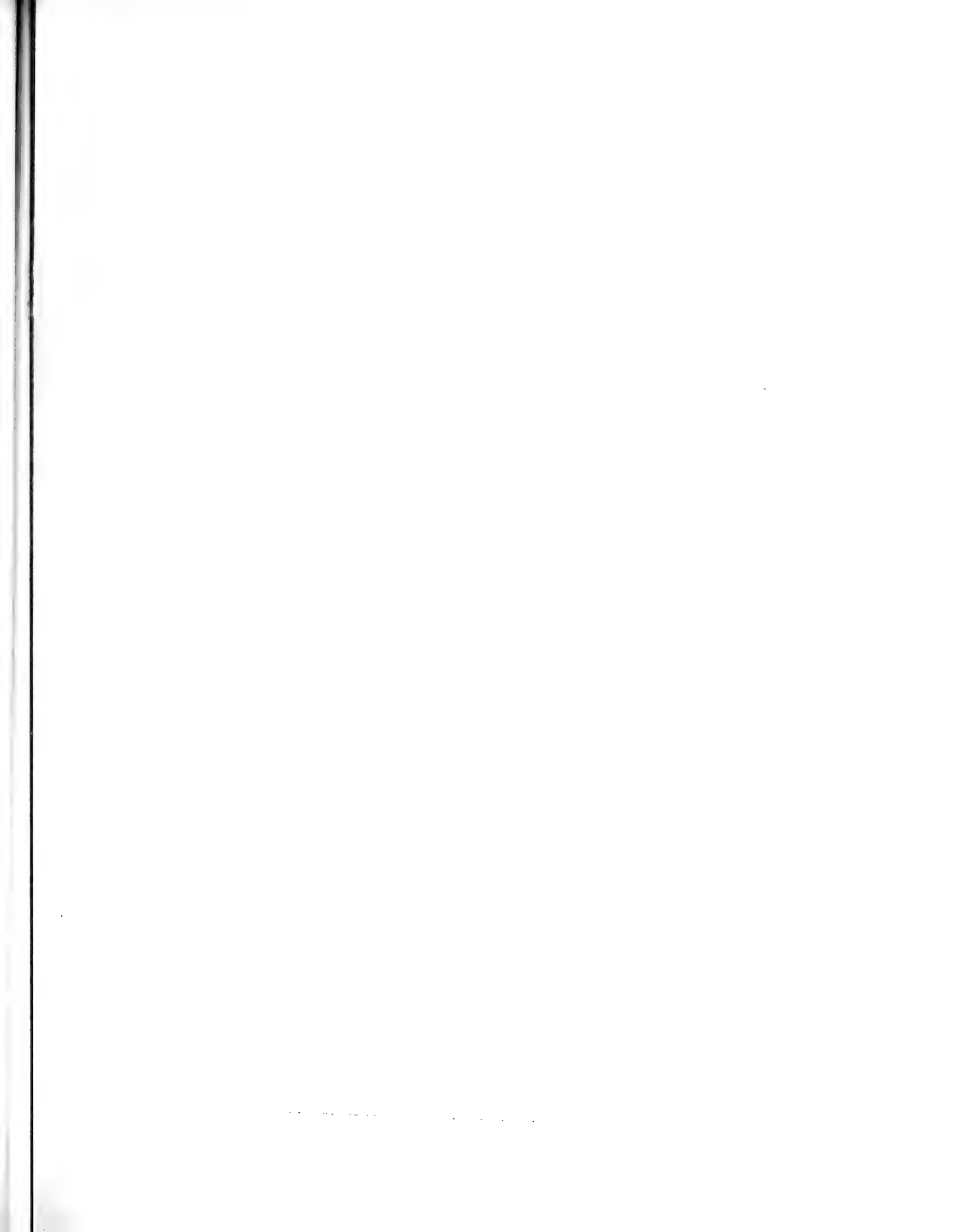
STOCKHOLM

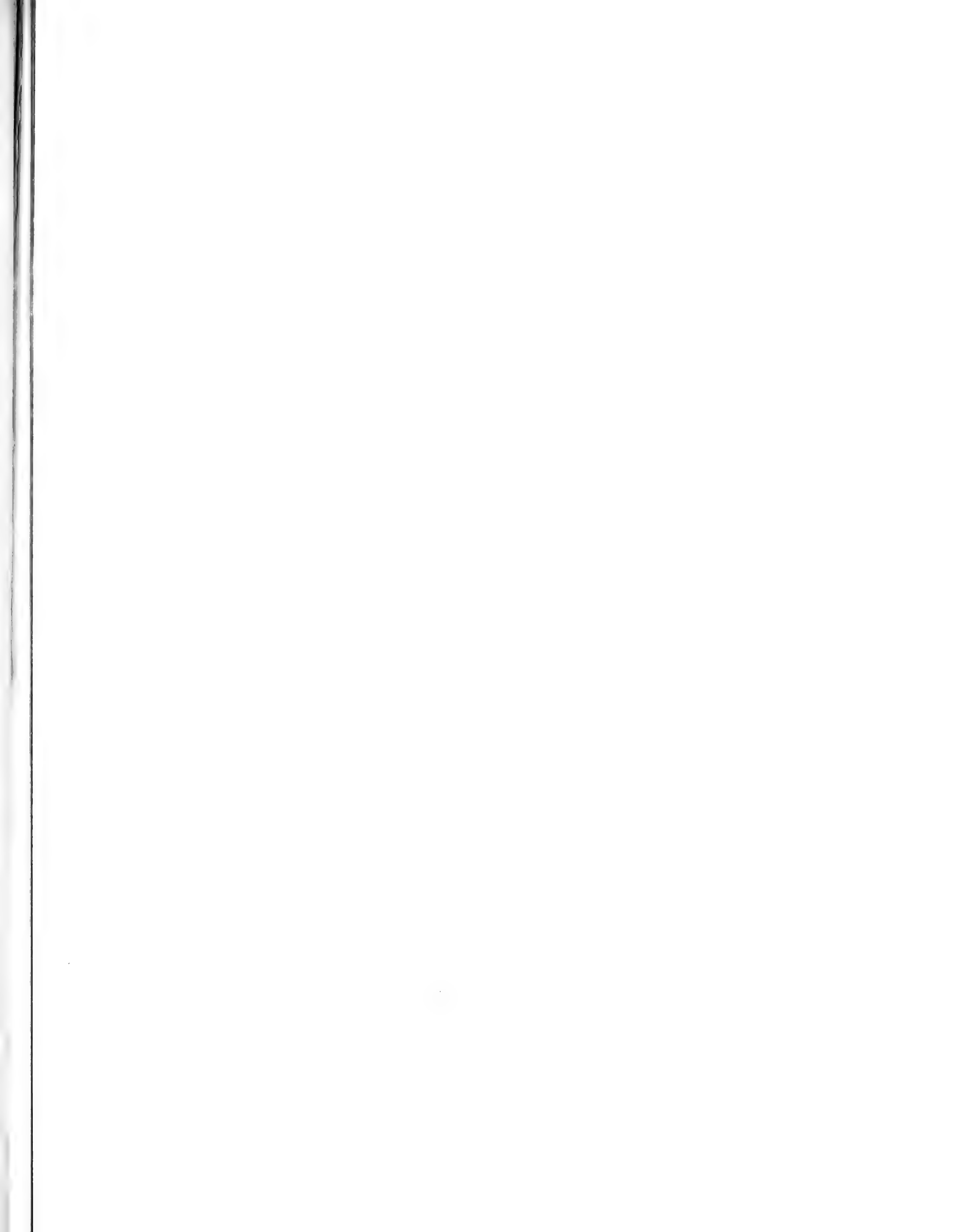
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

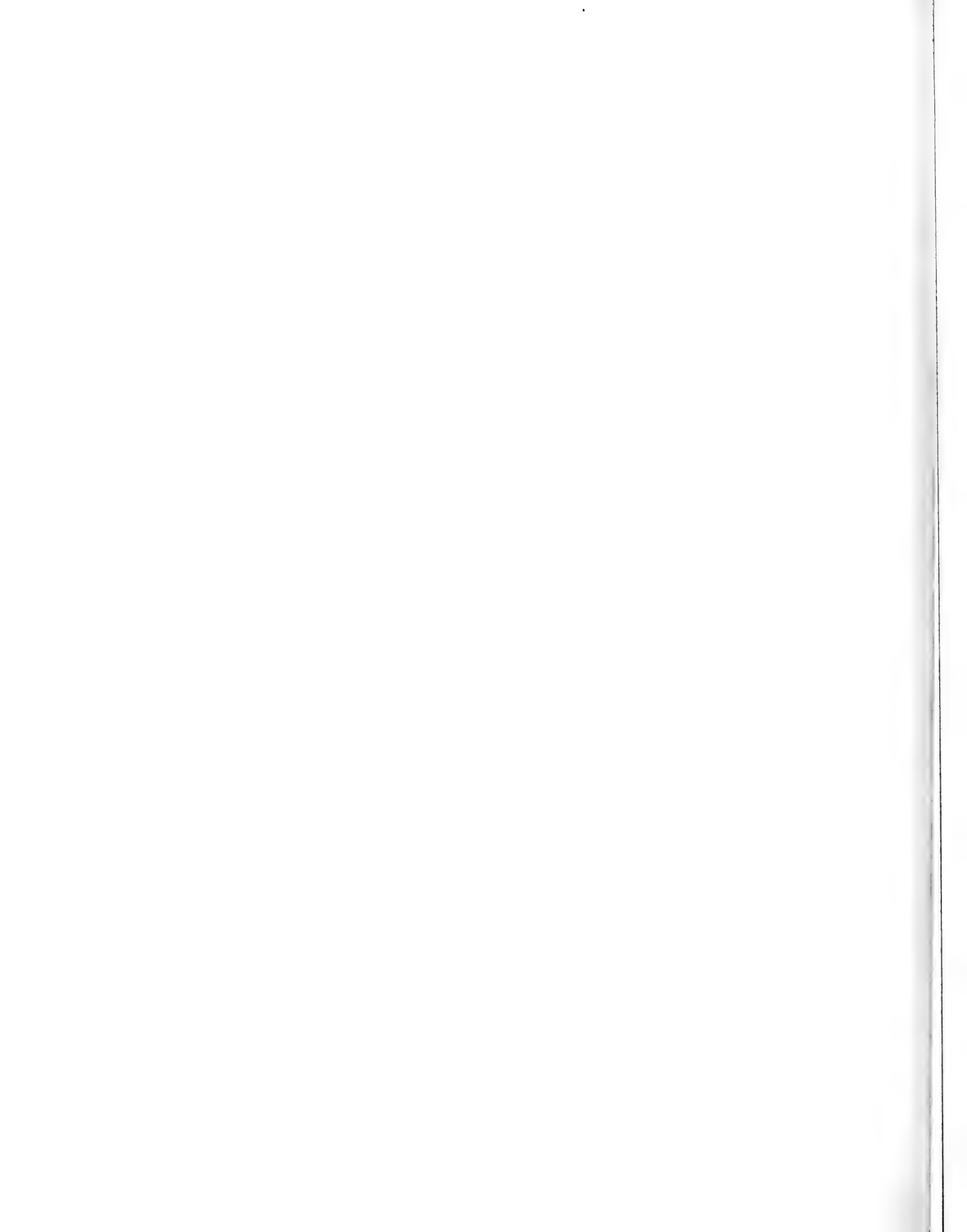
BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

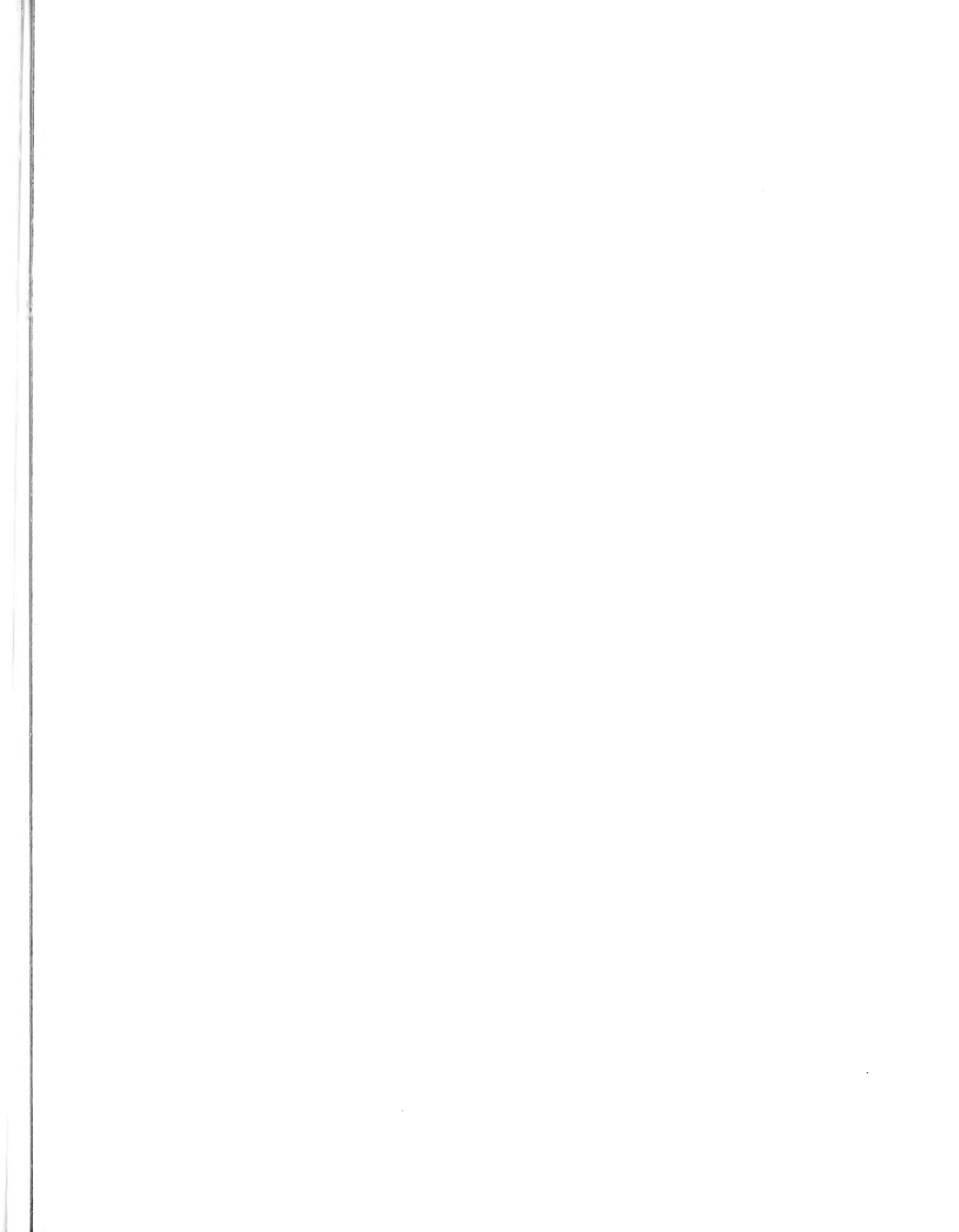
LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

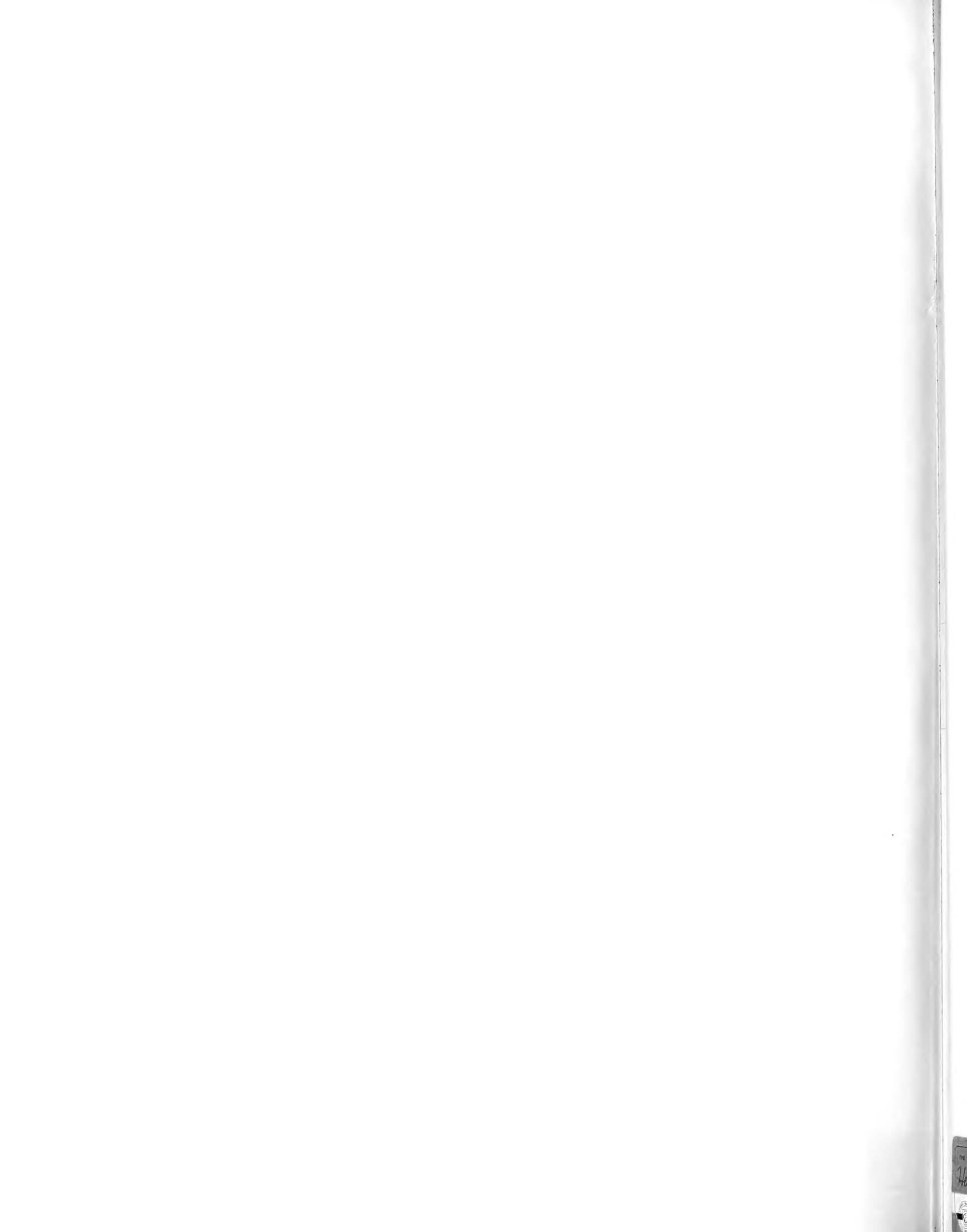
PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE











Mr. Handlinger.
'5)A





AMNH LIBRARY

100197341