

SITZUNGSBERICHTE

DER

291

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

JAHRGANG 1899.

ZWEITER HALBBAND. JULI BIS DECEMBER.

STÜCK XXXIII—LIII MIT ZWEI TAFELN,
DEM VERZEICHNISS DER EINGEGANGENEN DRUCKSCHRIFTEN, NAMEN- UND SACHREGISTER.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

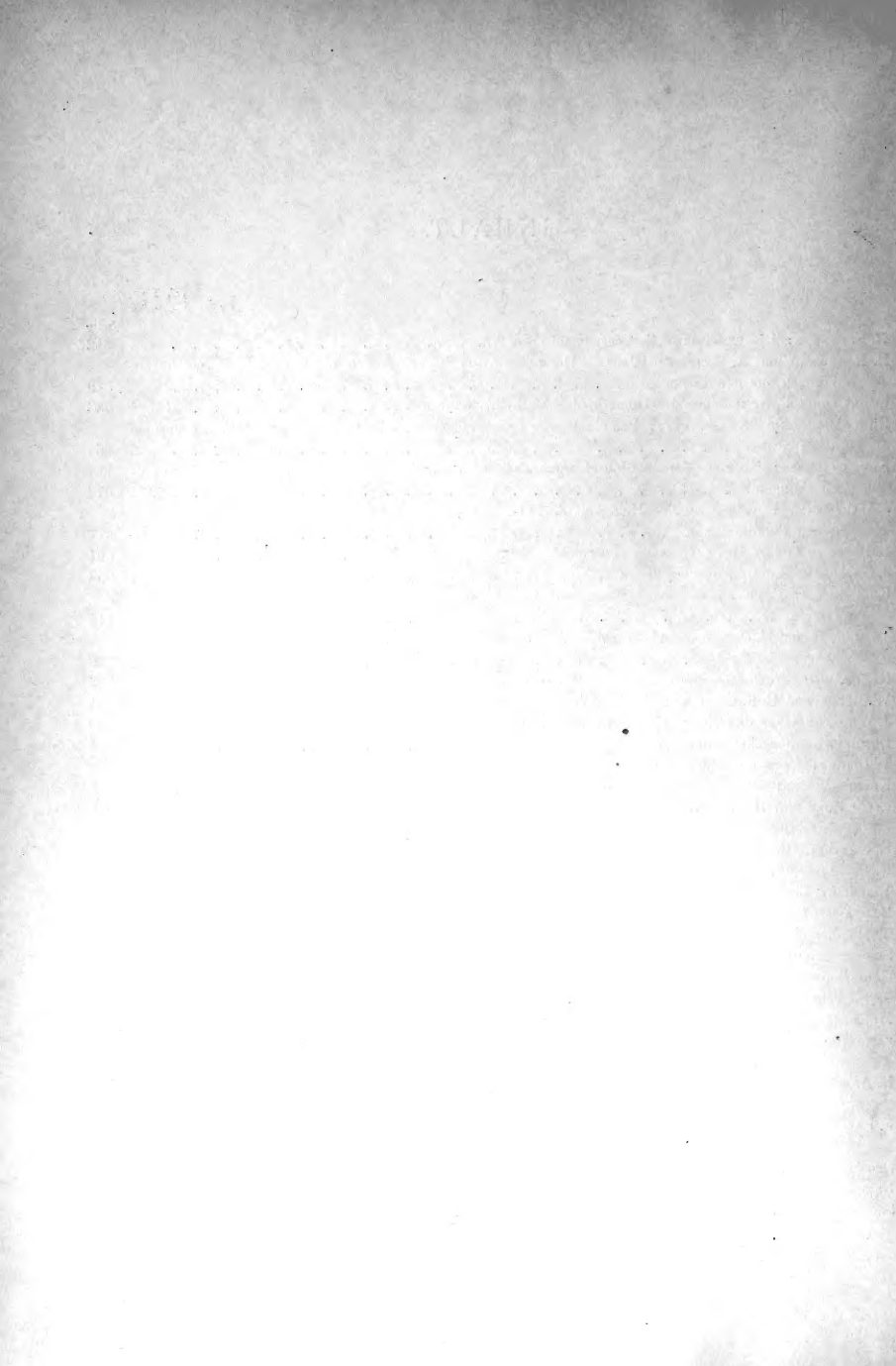
AS182
B35

432156

23. Sept. 1857

INHALT.

| | Seite |
|---|-------|
| H. SCHRADER: Die Opferstätte des pergamenischen Altars | 612 |
| H. RODEWALD und A. KATTEIN: Über die Herstellung von Stärkelösungen und Rückbildung von Stärkekörnern aus den Lösungen | 628 |
| FISCHER und F. ACH: Über die Isomerie der Methylharnsäuren | 633 |
| KOHLRAUSCH und M. E. MALTEY: Das elektrische Leitvermögen wässriger Lösungen von Alkali-Chloriden und Nitraten | 665 |
| KOENIGSBERGER: Über die Irreductibilität algebraischer Functionalgleichungen und linearer Differentialgleichungen | 672 |
| J. HARTMANN: Über die relative Helligkeit der Planeten Mars und Jupiter nach Messungen mit einem neuen Photometer | 677 |
| L. HOLDORN und A. DAY: Über die Thermoelektricität einiger Metalle | 691 |
| J. GEFFCKEN: Eine gnostische Vision | 698 |
| KOHLRAUSCH: Über den stationären Temperaturzustand eines von einem elektrischen Strome erwärmten Leiters | 711 |
| W. JAEGER und H. DIESELHORST: Wärmeleitung, Elektrizitätsleitung, Wärmecapacität und Thermokraft einiger Metalle | 719 |
| H. SCHÄFER: Bruchstück eines koptischen Romans über die Eroberung Aegyptens durch Kambyzes | 727 |
| W. BELCK und C. F. LEHMANN: Zweiter Vorbericht über eine Forschungsreise in Armenien | 745 |
| J. WILSON: Über den Einfluss des Drucks auf die Wellenlängen der Linien des Wasserstoffspectrums | 750 |
| DÜMMLER: Über eine Synodalrede Papst Hadrian's II. | 754 |
| WAREBURG: Über positive und negative Spitzenentladung in reinen Gasen | 770 |
| KOENIGSBERGER: Über die Irreductibilität algebraischer Differentialgleichungen | 783 |
| VAN'T HOFF und D. CHIARAVIGLIO: Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers. XV. | 810 |
| E. KÜSTER: Über Gewebespannungen und passives Wachstum bei Meeresalgen (hierzu Taf. VI) | 819 |
| R. REIENZSTEIN: Zwei neue Fragmente der Epoden des Archilochos (hierzu Taf. VII) | 857 |
| VIRCHOW: Ein Flachbeil aus Jadeit von der Beeker Haide am Niederrhein | 870 |
| HARNAK: Vorläufige Bemerkungen zu dem jüngst syrisch und lateinisch publicirten "Testamentum domini nostri Jesu Christi" | 878 |
| SCHWENDENER: Die SCHUMANN'schen Einwände gegen meine Theorie der Blattstellungen | 895 |
| C. DE BOOR: Bericht über eine Studienreise nach Italien, Spanien und England zum Zwecke handschriftlicher Studien über byzantinische Chronisten | 922 |
| MUNK: Über die Ausdehnung der Sinnessphären in der Grosshirnrinde | 936 |
| VAN'T HOFF und N. KASSATKIN: Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers. XVI. | 951 |
| H. A. WILSON: Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers. XVII. | 954 |
| F. PASCHEN: Über die Vertheilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei höheren Temperaturen | 959 |
| Druckschriften-Verzeichniss | 979 |
| Namen-Register | 1011 |
| Sach-Register | 1018 |



SITZUNGSBERICHTE

420493

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

XXXIII. XXXIV.

6. Juli 1899.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung. Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig ein Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwissenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher dann den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41. 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfangs beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesamtkademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stücke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch

nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesamtkademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zuwendend zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrag zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41. 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sozulezt zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte, jedoch nicht für die darin aufgenommenen kurzen Inhaltsangaben der gelesten Abhandlungen verantwortlich. Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.

Die Akta aus versehen ihre Sitzungsberichte an folgenden Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, wofür nicht in besonderen Falle anderes vereinbart wird, jährlich vier Mal, nämlich
in Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,
- Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,
- October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

SITZUNGSBERICHTE 1899.
 DER XXXIII.
 KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
 AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
 ZU BERLIN.

6. Juli. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. DIELS.

*1. Hr. ERMAN las über zwölf Ostraka aus den Königsgräbern zu Theben.

Es sind Schreibübungen eines Schülers, etwa des 12. Jahrhunderts v. Chr.; sie enthalten zumeist Lieder an den Sonnengott und die Götter Osiris und Thoth. Mehrere schliessen mit einem Gebete des Dichters, dass der Gott ihn gegen einen Feind schützen möge, der ihn lügnerisch um sein Amt gebracht habe.

2. Hr. CONZE legte eine Abhandlung des Hrn. Dr. H. SCHRADER vor:
 Die Opferstätte des pergamenischen Altars.

Gebälkstücke aus weissem Marmor, welche untermischt mit den als solchen bereits erkannten Altarresten gefunden worden sind und theils noch in Pergamon, theils in den Königlichen Museen sich befinden, werden als Theile des eigentlichen Opferaltars auf der Terrasse des grossen Altarbaues nachgewiesen. Der Opferaltar wird reconstruirt und ihm eine Reihe der zu den pergamenischen Fundstücken gehörigen Rundsculpturen als Aufsätze zugewiesen.

3. Der Vorsitzende legte vor: Ioannes Philoponus de aeternitate mundi contra Proclum edidit Hugo Rabe. Lipsiae 1899. 8°.

* erscheint nicht in den akademischen Schriften.

Die Opferstätte des pergamenischen Altars.

VON DR. HANS SCHRADER

in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. CONZE.)

Unter den Architekturproben aus Pergamon, welche im Magazin der Königlichen Museen vorläufig aufgestellt sind, befinden sich zahlreiche Reste eines ionischen Gebäudes aus weissem Marmor, die durch den Reichthum und die Zierlichkeit der Ornamente, wie die auf's Feinste gebrachte Vollendung der Arbeit hervorragen. Sie sind sämmtlich im Bereiche des grossen Altars unter sicher ihm zugehörigen Stücken gefunden und gleichen diesen im Material und im Äusserlichen der Herrichtung. Bonn hat das aus drei Werkstücken bestehende System erkannt, und es scheint, dass er diese Reste im Auge hat, wenn er am Schluss seines vorläufigen Berichtes über die Reconstruction des grossen Altars ganz kurz auf einige Bauglieder hindeutet, welche etwa einem auf der Plattform des Unterbaues sich erhebenden Opferaltar zugehören könnten.¹ Näher ist er auf diese Möglichkeit nicht eingegangen und Andere haben bei ihren Versuchen, die Einrichtung des Altars aufzuklären, ganz davon abgesehen und sich allein an die Bemerkung des Pausanias gehalten, mit welcher er seine Beschreibung des grossen Aschenaltars des Zeus in Olympia beginnt: *πεποιήται δὲ ἱερῶν τῶν θουμένων τῷ Διὶ ἀπὸ τῆς τέφρας τῶν μηρῶν καθάπερ γὰρ καὶ ἐν Περγᾶμῳ* (V, 13, 8). ROBERT² denkt sich danach inmitten der Plattform einen Aschenkegel errichtet, der aber nicht als Brandstätte gedient habe. Für das Schlachten der Opferthiere und das Verbrennen des Opferfleisches nimmt er eine besondere Prothesis an, welche als ein niedriges Podium die grosse von Westen her auf die Plattform führende Treppe in der Mitte unterbrochen und den eigentlichen Opferaltar getragen habe. Reste einer solchen, doch sehr stattlich zu den-

¹ Jahrbuch d. K. Preuss. Kunstsamm. I, 1880, S. 165. — Die Ergebnisse der Ausgrabungen zu Pergamon, vorläufiger Bericht I, S. 45.

² Jahrbuch des Kaiserlich Deutschen Archäologischen Instituts 1888 (III), S. 101 Anm. 5.

kenden Anlage hat ROBERT nicht nachgewiesen. PUCHSTEIN¹ betrachtet als Herd den Aschenhaufen selbst, welcher sich in bedeutender Ausdehnung auf der Plattform erhoben habe und zwar mehr nach der

Abb. 1.



Ostfront zu als in der Längsaxe von Nord nach Süd. Als Prothesis habe der davorliegende, durch die grosse Treppe zugängliche Platz

¹ Jahrbuch des Kaiserlich Deutschen Archaeologischen Instituts 1893 (VIII), Anzeiger S. 23.

gedient. Für die *ἑσχάρα* eine besondere, durch Stufen zugängliche *κρηπίς* vorauszusetzen, scheint ihm nicht erforderlich.

Ich glaube, dass für diese Fragen jene dem äusseren Befunde nach sicher dem Altarbau zugehörigen Gebälkstücke entscheidend wichtig sind. Diese Überzeugung, zunächst gewonnen durch eine Untersuchung der in Berlin befindlichen Stücke, ist durch eine Prüfung der in Pergamon zurückgebliebenen befestigt worden.

Das Gebälk, dessen reichen und zierlichen Gesamteindruck die hier mitgetheilte photographische Ansicht des vorläufigen Aufbaues einiger Stücke im Pergamon-Magazin veranschaulicht, während das Bruch-

Abb. 2.



stück einer Architrav-ecke (Abb. 2) die Einzelheiten der Ausführung erkennen lässt, ist im Ganzen 89^{cm} hoch und besteht aus drei Werkstücken.

1. Architrav, 37^{cm} hoch, in zwei 8^{cm}:5 und 13^{cm}:5 breite Fascien und ein reich geschmücktes und stark ausladendes Krönungsglied getheilt. Die obere Fascie geht in eine mit einem Plättchen abgedeckte Hohlkehle über. Darauf folgen über ein-

ander ein lesbisches Kyma mit Perlstab (Höhe 4^{cm}), eine glatte Leiste (Höhe 1^{cm}:5), ein ionisches Kyma (Höhe 4^{cm}:5), endlich eine mit einzelnen Lotosblüthen und Rosetten geschmückte Hohlkehle (Höhe 3^{cm}:5). Es ist eine Folge von reich belebten Gliedern, wie sie, soviel ich sehe, am Architrav sonst nicht vorkommt, während sie an der Stirnseite ionischer Antencapitelle ganz üblich ist. Sämmtliche Stücke zeigen unten Lagerfläche. Sie haben also nicht auf Säulen, sondern auf einer geschlossenen Wand gelegen. Daher ist ihre Länge und Tiefe sehr verschieden.¹ Die Rückseite ist nur roh mit dem Spitz Eisen hergerichtet.

¹ Ein in ganzer Länge erhaltener Architrav in Berlin (Eckstück *α*, vergl. S. 618) misst in der Länge 1^m:03; drei in Pergamon 0^m:87 (Eckstück *β*, vergl. S. 618), 1^m:04 und 1^m:41. Ein links gebrochener in Pergamon ist noch 1^m:45 lang. Die Tiefe schwankt zwischen 26 und 37^{cm}.

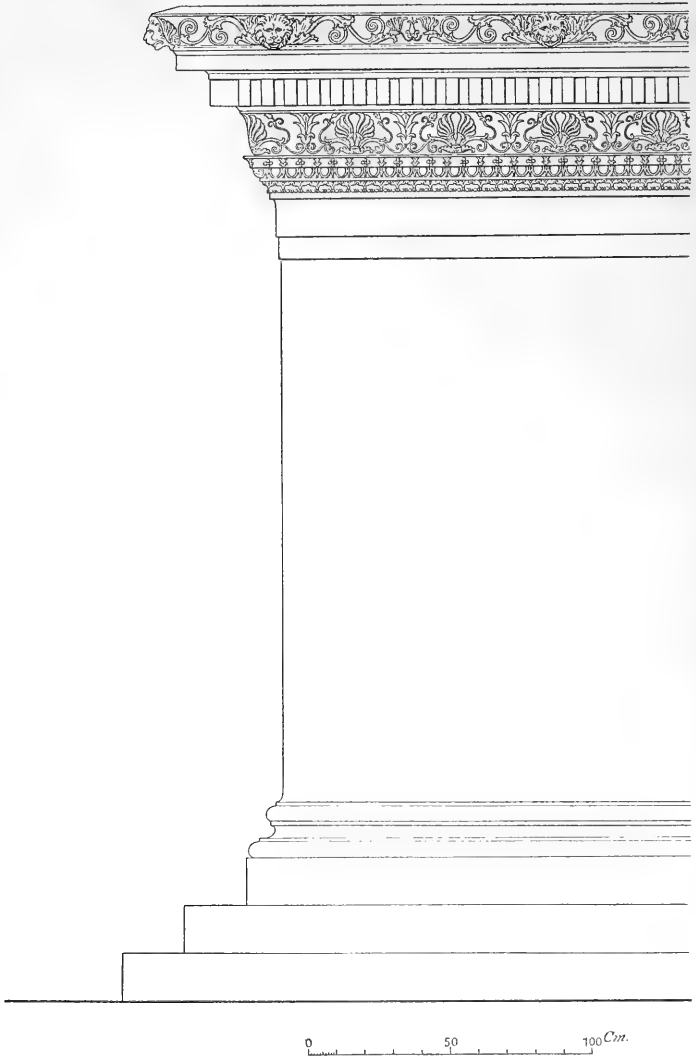
2. Fries und Zahnschnitt sind aus demselben 29^{cm} hohen Block gearbeitet. Der Fries, 15^{cm} hoch, ist simenartig geschweift wie an der ionischen Nische aus der Nordhalle des Athena-Heiligtums (Altertümer von Pergamon II, Tafel 27, 28) und wie dort mit einem zierlichen Rankenornament geschmückt, in welchem doppelte Halbpalmetten, von feinen Ranken umspielt, mit Lotosblüthen abwechseln. Der Zahnschnitt, 9^{cm}5 hoch, von einem schmalen glatten Profil von der Form des lesbischen Kyma (Höhe 2^{cm}) getragen, ist oben mit einer schmalen Leiste abgedeckt (Höhe 2^{cm}). Die Zähne kragen um 9^{cm}5 vor und sind 5^{cm} breit, die Zwischenräume 3^{cm}2. Die Tiefe der Werkstücke — am Auflager gemessen — schwankt zwischen 20 und 52^{cm}. Die Rückseiten sind roh gelassen.

3. Geison und Sima sind gleichfalls aus einem Stück gearbeitet, zusammen 23^{cm} hoch. Das Geison krägt über einem glatten Profil von der Form des lesbischen Kyma und einer Hohlkehle um 10^{cm}5 vor den Zahnschnitt vor. Die Sima, 16^{cm} hoch, ist mit zierlichem, von Löwenköpfen ausgehendem Rankenwerk decorirt. Die Löwenköpfe sind wie die ganze Sima rein ornamental, denn eine Wasserrinne ist nicht ausgearbeitet, vielmehr die Oberfläche der Steine völlig horizontal geschnitten, nur am äusseren Rande leicht abgeschrägt. Auf der Oberfläche einiger Stücke, an der hinteren Kante, bemerkt man Klammerlöcher, welche zur Verbindung der Steine mit rückwärts anstossenden Werkstücken gedient haben müssen, wemgleich die Rückseite nur roh hergerichtet, nicht als Anschlussfläche mit glattem Rand und vertieftem Spiegel behandelt ist. Die Tiefe der Steine im Auflager liess sich an zwei Stücken zu 35 und 38^{cm} messen.

Aus der Herrichtung der Simenblöcke ergibt sich mit Sicherheit, dass das Gebälk einen massiven, flach gedeckten Kernbau bekrönt hat. Nur bei dieser Annahme finden die mit den Simenblöcken verklammernten Steine ein festes Auflager. Auch erklärt sich so die grosse Verschiedenheit in der Tiefe der Werkstücke und die Vernachlässigung ihrer Rückseiten: wie weit die Blöcke in die Füllmasse einbanden, war gleichgültig und ein glatter Anschluss an dieselbe nicht erforderlich. Die Umfassungsmauer des Kernbaues werden wir uns einfach glatt zu denken haben; Reste eines profilirten Sockels sind vielleicht in einer der beiden Gattungen von Fussprofilen zu erkennen, von denen zahlreiche Fragmente, auch mehrere Eckstücke, unter den Altarresten gefunden sind. Die einen, 22^{cm} hoch, bestehen aus einem Torus über einer Hohlkehle, die anderen, 36^{cm}5 hoch, aus zwei durch eine Kehle getrennten Toren.

Wie sich danach der gesammte Aufbau gestaltet, lehrt der hier eingefügte Aufriss einer Ecke (Abb. 3). Dafür ist ein Fussprofil der

Abb. 3.

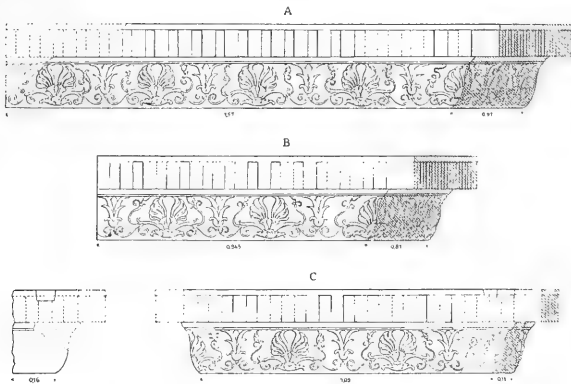


zweiten Gattung verwandt, unter demselben ein glatter Sockel und zwei Stufen angenommen, deren Maasse (Höhe 17^{cm}, Auftritt 22^{cm}) in

der Voraussetzung gewählt sind, dass sich der Stufenunterbau etwa ebenso weit vorgestreckt habe, wie das Gebälk auslädt. Die einstige Höhe des Ganzen lässt sich nur annähernd, nach den Grössenverhältnissen des Gebälkes abschätzen. Als Mindestmaass kann das in der Zeichnung nach verschiedenen Versuchen angenommene von 3^m50 gelten; dass es nicht gerathen ist, weit darüber hinauszugehen, wird sich noch ergeben:

Vom Architrav wie vom Fries ist eine grosse Anzahl von Stücken erhalten; von jenem in Berlin zwei, in Pergamon acht — darunter nur vier vollständige — Stücke, zusammen eine Länge von 10^m85; von diesem in Berlin neun, in Pergamon drei — darunter nur zwei

Abb. 4.



vollständige — Stücke, im Ganzen eine Länge von 12^m60. Man sieht, dass der Bau bedeutende Abmessungen hatte. Für seine Gestalt er giebt sich Näheres aus den erhaltenen Eckstücken.

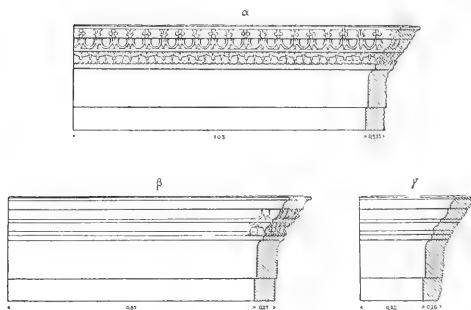
Vom Friesse sind drei Eckstücke vorhanden, sämmtlich in Berlin (Abb. 4).

A, ganz vollständig, hat Seitenlängen von 0^m97 und 1^m57; *B* ist am rechten Schenkel beschädigt (Länge noch 0^m81), der linke misst 0^m945. Von *C* ist der rechte Schenkel fast ganz weggebrochen und wie die Rückseite des linken Schenkels zur Erleichterung des Transportes abgearbeitet. Der linke Schenkel misst 1^m02: seine linke Schmalseite ist zwar verstossen, lässt aber deutlich erkennen, dass hier Fries und Zahnschnitt weitergeführt, also dem Stein zwei Ecken angearbeitet sind. Versucht man nun diesen Stein an der einen Schmalseite eines oblongen Baues anzuordnen, so finden die Eckstücke *A* und *B* keinen

Platz. Denn wenn man annähme, dass der rechte Schenkel von *B* nur wenig länger gewesen sei als 0^m81 und wenn man mit diesem den linken Schenkel von *A* ($= 1^m57$) unmittelbar vereinigte, ergäbe sich für die zweite Schmalseite eine Länge von ein wenig mehr als $0^m81 + 1^m57 = 2^m38$, während die andere nur 1^m02 messen würde; und ebenso wenig ist es möglich durch Aneinanderpassen des linken Schenkels von *B* und des rechten von *A* ($0^m945 + 0^m97 = 1^m915$) eine *C* entsprechende Schmalseite des Rechtecks zu gewinnen.

Offenbar stammt *C* von einem schmalen Mauerstück, das keine andere Bedeutung als die einer Treppenwanne gehabt haben kann. Der Bau stellte also ein rechteckiges Podium dar, zu dem man auf einer Treppe emporstieg — seine Bestimmung ist damit klar: es ist

Abb. 5.



der eigentliche Opferaltar, den wir auf der rings vom Telephos-Friese umzogenen Plattform suchen. Seine architektonische Ausstattung entspricht völlig dem, was wir sonst über grosse Altäre wissen; ich erinnere nur an den Riesenaltar des Hieron, an welchem die glatte Wand des Kernbaues von zwei Stufen und

einem profilierten Sockel getragen und mit einem vollständigen Gebälk dorischen Stils bekrönt war (vergl. PUCHSTEIN, a. a. O. S. 21).

Lage und Einrichtung des Aufganges lässt sich noch genauer feststellen.

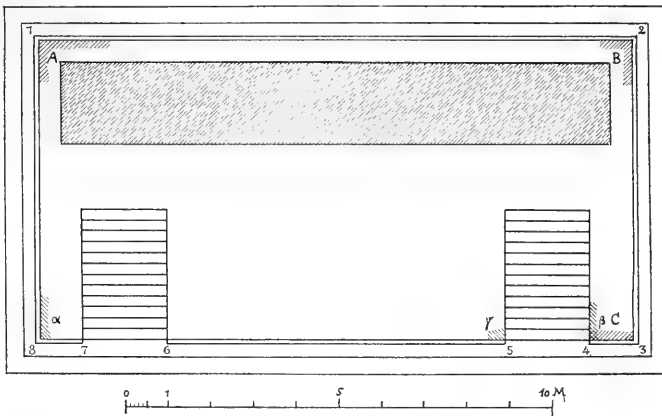
Auf der linken Seitenfläche der Friesecke *C* ist vom Frieze nur die geschwungene Grundfläche hergestellt, das Rankenornament nicht ausgeführt. Dass dies nicht zufällige Unfertigkeit sondern Absicht ist, lehrt ein Vergleich der erhaltenen Architrav- und Sima-Eckstücke.

Von den Architravecken (Abb. 5) zeigt *α* (in Berlin), 1^m03 lang, hinten modern abgearbeitet und daher nur noch 0^m235 tief, auf der Vorder- wie auf der rechten Seitenfläche ausgeführte Kymatien; *β* (in Pergamon, an der Südwestecke des Altars, beim Wächterhause), 0^m87 lang, 0^m27 tief, hat auf der Vorderseite glatte, nicht ornamentierte Profile, die rechte Seitenfläche ist verstossen; dass sie einst ausgeführte Ornamente trug, lehrt das Übergreifen eines kurzen Stückchens des Ornaments auf die Vorderseite; *γ* (in Pergamon, auf dem Markt, bei dem

grossen Fundament östlich vom Dionysos-Tempel), rechts gebrochen, noch 0^m.26 lang, 0^m.22 tief, trägt auf beiden Seiten glatte Profile. Von den beiden in Berlin befindlichen, leider sehr verstümmelten Sima-Eckstücken hat das eine beiderseits ausgeführte Ornamente, das andere auf der linken Seite ausgeführtes Ornament, auf der rechten eine rohe Bosse, welche kaum die Grundform der Dachrinne erkennen lässt.

Es kann als selbstverständlich gelten, dass die unausgearbeiteten Theile von Architrav und Fries zusammengehörten und an dieselbe Seite, vermuthlich die Rückseite, zu setzen sind. Versucht man unter diesen Voraussetzungen die erhaltenen Eckstücke anzuordnen, so ergibt sich nach Abwägung aller Möglichkeiten folgender Grundriss als der wahrscheinlichste (Abb. 6).

Abb. 6.

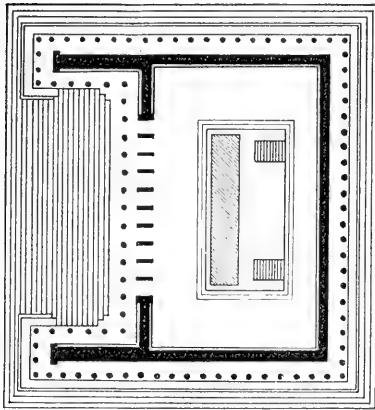


Der Ausgang befand sich an der in der Ausführung vernachlässigten Rückseite. Es war keine den ganzen Raum zwischen den etwa 1^m breiten Wangen einnehmende Treppe, vielmehr zwei durch ein breites Podium getrennte schmälere Treppen. Architrav und Fries waren an der Vorder- und den beiden Schmalseiten des Baues sowie an den Stirnen der beiden Treppengewänge ausgeführt. Die inneren, den Treppen zugekehrten Seiten der Wangen und Vorder- wie Seitenflächen des Podiums hatten glatten Architrav und Fries. So finden alle Eckstücke ihren Platz: die beiderseits ausgeführten Friesecken A und B bei 1 und 2, unter einer von beiden oder auch bei 3 oder 4 die Architravecke α und die beiderseits fertiggestellte Sima-Ecke; das

Friesstück *C*, vorn und rechts ausgeführt, links vernachlässigt, gehört an die Stirnseite der rechten Treppenwange; die Architravecke β an dieselbe Treppenwange, an die Ecke 4, derart, dass die glatte Vorderseite der Treppe zugekehrt ist, die ausgearbeitete rechte Seitenfläche über der Stirnseite der Wange liegt. Der entsprechenden Ecke der linken Treppenwange, 7, ist das am rechten Schenkel unfertige Sima-Eckstück zuzutheilen. Die beiderseits glatte Architravecke γ bildet eine der beiden Ecken des Podiums, 5 oder 6.

Es wurde schon bemerkt, dass die Höhe des Gebälks — 89^{cm} — wie die grosse Anzahl der davon erhaltenen Reste die Vorstellung

Abb. 7.
N O R D



0 10 20^m

bedeutender Abmessungen des Altars erwecken. Seine Länge und Breite genau festzustellen und seine Lage in dem ihn umgebenden geschlossenen Hofe zu bestimmen, bietet das regelmässige Netzwerk der Fundamente des Unterbaues nicht den geringsten Anhalt. Auf der Planskizze ist die Form des gestreckten Rechtecks gewählt, weil sie die bei grossen Altären übliche ist¹ und durch die längliche Form des Hofes geradezu gefordert wird. Die Maasse im Einzelnen, bis auf die Breite der Treppenwangen, welche durch das Friesstück γ zu etwa 1^m bestimmt wird, sind willkürlich; Länge und Breite sind zu 14 und 7^m angenommen, nach zwei mir naheliegenden Beispielen mittelgrosser hellenistischer Altäre, dem der Athena zu Priene², welcher 13.26 zu 7^m.12, und dem ebendort im Jahre 1897 aufgedeckten der aegyptischen Götter, welcher 14.54 zu 7^m.32 misst. Die hier eingefügte Grundrisskizze des gesammten Altarbaues zeigt, wieviel von dem Hofraum der eigentliche Opferherd selbst bei diesen nur mässigen Proportionen in Anspruch nimmt. Die Längsaxe ist, wie schon PUCHSTEIN für den Aschenhaufen

¹ Vergl. REISCH in PAULY-WISSOWA's Reallexikon I, 2, Sp. 1661.

² Vergl. den Plan in den Antiquities of Ionia IV, Pl. 5; eine genauere Aufnahme und einen Reconstructionsversuch wird der Bericht über die Ausgrabungen der Königlichen Museen in Priene bringen.

forderte, um auf der Eingangsseite des Hofes etwas breiteren Raum zu schaffen, von der Mittelaxe des Hofes etwas nach Osten verschoben, derart, dass im Westen 5, im Osten 3^m Abstand bleiben. Die nördliche und südliche Schmalseite ist von der entsprechenden Hofwand 6^m entfernt. Die geschlossene Wand des Altars, an welcher das Gebälk sorgfältig ausgearbeitet war, muss als Vorderseite gelten, blickte also nach Westen, nach dem Eingang des Hofes; die vernachlässigte Rückseite mit den beiden Treppen war nach Osten gerichtet. Der Opferzug musste also, im Westen eintretend, den Altar umschreiten, um zu den Treppen zu gelangen, gerade wie er den ganzen Bau hatte umziehen müssen, um von dem im Osten gelegenen Eingangsthor des Peribolos zu der nach Westen gerichteten grossen Freitreppe zu kommen. Als Brandstätte wird die vordere, nach Westen gelegene Hälfte des Altars gedient haben, als Standplatz für Priester und Opferdiener, vielleicht auch als Schlachtstätte, das Podium zwischen den Treppen.

Noch bleibt ein Wort zu sagen über die Bettungen und Befestigungsspuren, welche auf der Oberfläche der leider nur fragmentarisch erhaltenen Geison- und Simablöcke bemerkt werden. Die Bettungen bleiben gegen den Simarand durchschnittlich 20^{cm} zurück. Sie sind zwischen 1 und 5^{cm} tief und roh mit dem Spitz Eisen hergestellt. An einem Stück (in Pergamon) ist die Bettung seitlich beendet, so dass nicht etwa ein durchlaufendes architektonisches Glied, z. B. eine Balustrade darauf gelegen haben kann; dem widerspricht auch die rohe Herrichtung und die ungleiche Tiefe — Eigenthümlichkeiten, welche nur bei Einarbeitungen zur Aufnahme von Statuenplinthen begreiflich und üblich sind. Der Abstand der einzelnen Bettungen von einander ist — wegen der Kleinheit der erhaltenen Bruchstücke — nicht mehr zu bestimmen. Hin und wieder — nicht regelmässig — finden sich in den Bettungen Dübellocher, manchmal mit Gusskanälen; aus dem Abstände der Gusskanäle zweier zusammengehöriger Dübellocher an einem in Berlin befindlichen Bruchstück lässt sich die Breite der darauf einst lagernden Plinthe zu 65^{cm} bestimmen. Merkwürdig ist an demselben Stück, dass eine zweite Bettung, etwas weiter vom Rande zurückgezogen und mit kleinerem Dübelloch versehen, dicht an die erste angrenzt.

Lassen sich nun von den Statuen, für welche diese Bettungen bestimmt waren, Reste nachweisen? Die Frage ist nicht zu beantworten ohne einen Überblick über die im Altarbezirk zu Tage geförderten statuarischen Reste. Die hauptsächlichsten darunter, welche schon durch die Anzahl gleichartiger Stücke auf architektonisch-decorative Verwendung schliessen lassen, ordnen sich in drei Gruppen.

1. Unterlebensgrosse Viergespanne, Greifen, Löwen, Tritonen.¹

BOHN hat gesehen, dass sich auf der Oberfläche der die Säulenhalle bedeckenden Cassettentafeln vielfache Auflagerspuren von Akroterien finden, darunter einige von einer den Plinthen jener Viergespanne entsprechenden Form, (Jahrbuch d. K. Preuss. Kunstsamml. I, S. 164; vorläufiger Bericht I, S. 43 f.). Danach wird man alle diese Thiere oder halbthierischen Wesen dem flachen Dach der Halle zuweisen dürfen.

2. Kolossale Frauenfiguren², theils sitzend, theils stehend, durchschnittlich gegen 2^m hoch, im Ganzen etwa 30 (Jahrbuch d. K. Preuss. Kunstsamml. I, S. 186; vorläufiger Bericht S. 69 f.).

3. Fünf Götterstatuen von drei Viertel Lebensgrösse, Poseidon³, Athena, Apollon im langen Kitharödengewand, Dionysos, eine reichgewandete Göttin.

Dass als Schmuck des Opferaltars nur die letzte Gruppe in Betracht kommen kann, lehrt ein Vergleich der kolossalen Maasse jener Frauenfiguren mit der vorhin festgestellten Breite einer der Bettungen von 65^m. Übrigens wird die zweite Gruppe auch durch die von CONZE berichteten Fundumstände so gut wie ausgeschlossen. »Besonders an der Nordseite lag eine Anzahl von Statuen derartig unter die Reste der ionischen Säulenhalle gemischt dicht am Fundamente des Baues entlang, dass man den Eindruck erhielt, es sei alles das zusammen von der Höhe herabgefallen, wo es dann bei der auf dieser Seite der Bodenformation wegen begreiflicherweise besonders früh eintretenden Verschüttung durch von der Höhe herabgeschwemmtes Erdreich bei Zeiten begraben werden musste« (a. a. O. S. 69). CONZE's Zweifel, ob die Figuren in der Säulenhalle nach aussen gekehrt oder auf dem inneren Platze um den eigentlichen Altar herum gestanden hätten, wird zu Gunsten der ersteren Annahme entschieden durch eine Beobachtung, welche man an den vielen in Berlin und in Pergamon vorhandenen Standplatten der ionischen Hallensäulen machen kann: alle zeigen am hinteren Rande eine gleichmässige, mit vielen Dübellöchern versehene Auflagerspur, deren Vorderflucht genau tangential an den Säulenbasen hinstreicht; an der Standplatte einer Ecksäule (in Berlin) bemerkt man, wie hier auch das Auflager rechtwinklig umbiegt. Da Balustraden offenbar zwischen den Säulen eingespannt worden wären, kann darauf nur eine lange bankartige Basis angenommen werden. Hier standen ohne Zweifel jene mächtigen, stark bewegten Frauenbilder, deren Wirkung durch den strengen Rahmen der Säulen und des Gebälks sicherlich bedeutend gesteigert wurde. Bestätigend tritt hinzu, dass die gleiche

¹ Beschreibung der pergamenischen Bildwerke S. 26.

² Beschreibung der pergamenischen Bildwerke S. 25. 26. 29.

³ Beschreibung der pergamenischen Bildwerke S. 26.

Anordnung, nur in bescheidenerem Maasstab, schon an einem Altarbau vielleicht noch des IV. Jahrhunderts, an dem vorhin erwähnten Altar der Athena Polias zu Priene erscheint: um den rechteckigen Kernbau standen ionische Dreiviertelsäulen, dazwischen waren niedere Balustraden angebracht, auf denen, von Säulen und Gebälk nischenartig umrahmt, in Hochrelief ausgeführte Frauenfiguren sich erhoben.

Die Figuren der dritten Gruppe, welche somit allein für den Opferaltar übrig bleiben, entsprechen mit ihrer Plinthenbreite vollkommen dem Maasse der Bettungen von 65^{cm}. Lebhaft bewegt, wie von starkem Windhauch umweht, machen sie ganz den Eindruck von Akroterien, die wir uns, wie Stirnziegel am Dachrande, rings am Rande des Podiums aufgestellt denken. Ähnlichen Altarschmuck kann ich anderswo bisher nicht nachweisen; das Fremdartige der Vorstellung aber mag gemildert werden durch die Erinnerung daran, dass Griechen wie Italiker Götterbilder auf den Herd zu stellen liebten.

So weit etwa lässt sich das Bild des Opferaltars aus den erhaltenen Resten wiedergewinnen. Es erübrigt die Frage, ob und wie sich damit jenes Zeugniß des Pausanias vereinigen lasse, auf das allein bis jetzt die Vorstellungen über die Opferstätte des pergamenischen Altars sich gründeten.

Pausanias hebt zu Anfang seiner Beschreibung des olympischen Zeus-Altars das Charakteristische desselben kurz hervor und vergleicht ihm den Altar in Pergamon: *πεποιήται δὲ ἱερείων τῶν θνομένων τῶ Διὶ ἀπὸ τῆς τέφρας τῶν μηρῶν καθάπερ γε καὶ ἐν Περγάμῳ*. Dass hier wirklich der allgemein bekannte, grosse pergamenische Zeus-Altar gemeint ist, dürfen wir voraussetzen. Wäre von einem anderen die Rede, so dürfte eine nähere Bezeichnung schwerlich fehlen, welche die Verwechslung ausschliesse. So entsteht die Frage: wie konnte von dem prächtigen Marmorbau, den wir eben zu reconstruiren versuchten, gesagt werden, er sei gemacht aus der Asche der dem Zeus geopfertem Schenkelstücke?

PUCHSTEIN denkt sich den olympischen Zeus-Altar als einen festen oblongen Steinbau, bei dem als Füllmaterial wohl auch die Aschenreste älterer Opferstätten verwandt worden seien.¹ So gefasst, könnte die Charakteristik des Pausanias auch von jenem pergamenischen Marmorbau gelten. Allein mir scheinen PUCHSTEIN'S Auffassung schwere Bedenken entgegen zu stehen. Pausanias berichtet am Schluss seiner Beschreibung des olympischen Altars (V, 13, 11), dass an einem bestimmten Tage jeden Jahres die Asche aus dem Prytaneion geholt,

¹ Jahrbuch des Kaiserlich Deutschen Archaeologischen Instituts 1896 (XI), S. 53 ff. PUCHSTEIN spricht hier über die griechischen Aschenaltäre Ansichten aus, welche von den vorhin citirten beträchtlich abweichen.

mit Alpheios-Wasser vermischt und damit der Zeus-Altar verputzt wurde. Hält man damit zusammen, dass zur Prothesis des olympischen Altars zwei steinerne Treppen, zu der höheren Brandstätte Aschenstufen emporführten, so ergibt sich ungezwungen die Vorstellung, dass sich auf steinerne Unterbau ein aus Asche mit irgend welchem Bindemittel aufgeführter Herd erhob, der natürlich einen Verputz nöthig hatte, wie er alljährlich mit der in Alpheios-Wasser angerührten Prytaneionasche hergestellt wurde.

Der steinernen *κρηπίς* in Olympia entspricht der hier reconstruirte Marmorbau in Pergamon. Auch dieser hat, wenn wir Pausanias recht verstehen, nur als Unterbau gedient für einen aus Asche hergestellten Opferherd. Wir werden ihn uns als einen langgestreckten, rechteckigen, vielleicht ringsum abgeöschten Aufbau denken, der die westliche Hälfte des Podiums so gut wie ganz einnahm. Seine muthmaassliche Lage und Ausdehnung habe ich auf beiden Plänen (Abb. 6 und 7) durch Schraffirung kenntlich gemacht. Die Höhe dieser *ἑσχάρα* mit ihrem Unterbau erlaubt die zweite über den pergamenischen Altar überlieferte Notiz wenigstens ungefähr zu bestimmen, die Stelle des Ampelius, auf Grund deren die Bedeutung der ersten von HUMANN entdeckten Reste der Gigantomachie erkannt worden ist: *Pergamo ara marmorea magna alta pedes quadraginta cum maximis sculpturis, continet autem gigantomachiam (liber memorialis, miracula mundi c. 14)*. Rechnet man die 40 Fuss zu 12^m, so übersteigt dieses Maass die Höhe der mit dem Gigantenfriese geschmückten Plattform und der darauf stehenden Ringhalle (zusammen rund 9^m) um etwa 3^m. Um so viel muss der Opferaltar, wenn wir Ampelius trauen dürfen — und ich sehe keinen Grund dagegen —, die Ringhalle überragt haben. Seine Höhe über dem Niveau der grossen Plattform betrug also rund 6^m. Der Aschenaufbau ist nun gewiss vielfach verändert, erneuert oder erhöht worden; dennoch wird man nicht annehmen wollen, dass Ampelius ihn unberücksichtigt lasse, so wenig wie Pausanias bei seiner Höhenbestimmung des olympischen Altars sich auf die steinerne *κρηπίς* beschränkt. Wieviel aber von dem Gesamtmaass auf den marmornen Theil kam, bleibt unsicher, schwerlich jedoch viel mehr als das aus der Gebäkhöhe bestimmte Mindestmaass von 3^m50, weil sonst der Altar breiter als 7^m angenommen werden muss, damit die Treppen die Höhe des Podiums bequem erreichen können, ohne allzu tief einzuschneiden oder, umbiegend, allzu viel Platz fortzunehmen.

So auffällig und anstössig es uns scheinen mag — am pergamenischen Altarbau, auf den der höchste Aufwand von Material und künstlerischer Arbeit verschwendet ist, bleibt ein sonderbarer Rest von Alterthümlichkeit haften; seinen Kern und seine Spitze bildet ein

Opferherd von der kunstlosesten, aus Urzeiten überkommenen Gestalt. Auch ihm aber ist nach Möglichkeit künstlerische Form geliehen durch den marmornen, mit zierlichem Gebälk abgedeckten, vielleicht mit lebhaft bewegten Götterbildern rings bekrönten Unterbau, der mit seinen grossen glatten Mauerflächen inmitten der Gestaltenfülle des Telephos-Frieses dem ganzen Bau einen mächtigen Mittelpunkt gab, wie er der religiösen Bedeutung des Opferherdes entspricht.



SITZUNGSBERICHTE 1899.
 DER **XXXIV.**
 KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
 AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
 ZU BERLIN.

6. Juli. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

*1. Hr. HERTWIG theilte neue Untersuchungen mit über den Einfluss der Temperatur auf die Entwicklung thierischer Eier.

2. Hr. SCHWENDENER legte eine Mittheilung vor: Über die Herstellung von Stärkelösungen und Rückbildung von Stärkekörnern aus den Lösungen, von HH. Prof. H. RODEWALD und A. KATTEIN in Kiel.

Die Verfasser beschreiben ein neues Verfahren zur Herstellung von Stärkelösungen, aus welchen sich bei langsamer Abkühlung nach vorhergegangenem Kochen Stärke in Form von kleinen kugeligen Körnern abscheidet.

3. Hr. MÖBIUS überreichte im Auftrage des Hrn. Dr. A. VOELTZKOW das 4. Heft des I. Bandes von dessen Bericht über die wissenschaftlichen Ergebnisse seiner 1889–1895 in Madagascar und Ostafrika ausgeführten Reisen.

Über die Herstellung von Stärkelösungen und Rückbildung von Stärkekörnern aus den Lösungen.

Von Prof. H. RODEWALD und Dr. A. KATTEIN
in Kiel.

(Vorgelegt von Hrn. SCHWENDENER.)

Von nachstehend beschriebenem Verfahren zur Herstellung von Stärkelösungen und Bildung von Stärkekörnern glauben wir, dass es neu ist.

Wenn man Weizenstärke, Kartoffelstärke oder Reisstärke (vermuthlich auch jede andere Stärke) mit einer Lösung von Jod in Jodkalium (gleiche Theile Jod und Jodkalium) übergiesst und zwar in solchen Mengen, dass auf 100 Theile trockene Stärke etwa 15 Theile Jod und 200–300 Theile Wasser kommen, so erhält man die bekannten, intensiv blau gefärbten Jodstärkekörner. Schmilzt man die Mischung in ein Glasrohr ein, erhitzt dieselbe in einem Autoclaven in Wasserdampf auf 130° und erhält sie auf dieser Temperatur 15 Minuten lang, so beobachtet man nach dem Abströmen des gespannten Dampfes und Herausnehmen der Röhre folgendes. Die Röhre enthält eine grünlich braune, leicht bewegliche Flüssigkeit, die im wesentlichen aus überschüssiger Jodlösung, nur sehr geringen Mengen gelöster Jodstärke und etwas Zucker besteht. In der Lösung schwimmen beim Schütteln die blauen Jodstärkekörner, deren Eigenschaften sich aber wesentlich verändert haben. Unter dem Mikroskop zeigen sie noch mehr oder weniger die Form der Stärkekörner, aber ein gelinder Druck mit dem Deckglase genügt schon, um sie zu einer klaren, intensiv blauen Lösung zu vereinigen. Ebenso wirkt Verdünnen mit Wasser.

Um die Jodstärke von der Jodlösung zu trennen, benutzten wir Pergamentpapier als Membran eines Dialysators. Durch dieses diffundirt die Jodlösung verhältnissmässig schnell mit brauner Farbe in Wasser. Wenn nach öfterm Wechseln des Wassers sich dieses nicht mehr gelb färbt, ist auch die Jodstärke auf der Membran zu einer klaren, intensiv blauen Lösung zusammengeflossen. Nur wenn das Verhältniss von Wasser zur Stärke sehr eng genommen worden ist (was

zweckmässig erscheint bei Herstellung grösserer Mengen), liegt auf der Membran ein blauer Schlamm, der mit Wasser sofort in Lösung geht.

Wir haben bislang Lösungen erhalten, die, im Vacuumexsiccator zur Trockne gebracht, 2.75 Procent gelatineartig durchsichtigen, blauen Rückstand hinterliessen, der in kaltem Wasser leicht löslich ist. Die blaue, von der Pergamentmembran abgehobene Lösung lässt sich durch schwedisches Filtrirpapier glatt filtriren und auf diese Weise von in der Stärke enthaltenen Zellresten und Sand trennen. Wäscht man das Filter mit Wasser aus, so verschwindet seine blaue Farbe vollständig, und jene Verunreinigungen bleiben als brauner Schlamm zurück.

Die filtrirte Lösung ist bei etwa zweiprocentiger Concentration und in dicker Schicht undurchsichtig wegen ihrer tiefblauen Farbe, in dünner Schicht sieht man selbst bei Anwendung von Immersionslinsen nicht die geringste Spur einer Trübung. Die Lösung lässt sich mit Wasser in jedem Verhältniss verdünnen, ohne dass die geringste Ausscheidung erfolgt. Die verdünnte Lösung zeigt fast genau die Farbe der ammoniakalischen Kupferlösung.

Durch Titriren mit unterschwefligsaurem Natrium lässt sich der Jodgehalt feststellen. Er scheint nahezu constant zu sein. Vorläufige Bestimmungen ergaben 14.3 bis 14.85 Procent Jod in der Trockensubstanz. Mit genauer Feststellung des Jodgehalts sind wir noch beschäftigt. Führt man die Titration mit $\frac{1}{100}$ Normallösung aus, so bewirkt $\frac{1}{2}$ Tropfen einen nicht zu verkennenden Farbenübergang, was die grosse färbende Kraft dieser Jodstärkelösung darthut.

Aus der beschriebenen blauen Lösung lässt sich durch Kochen eine Stärkelösung herstellen. Wenn man grössere Mengen der Lösung, die etwa 2 Procent Trockensubstanz enthält, in Glaskolben über freiem Feuer erhitzt, so verschwindet allmählich die blaue Farbe, um der gelben Jodfarbe Platz zu machen. Setzt man das Kochen fort, am besten unter Einleiten eines Dampfstroms, so wird durch den Wasserdampf sämmtliches Jod aus der Lösung herausgetrieben. In diesem Moment erscheint die Lösung nach dem Filtriren völlig glasklar, bald aber nimmt sie einen ganz schwach weisslich trüben Schein an.

Lässt man nun die Lösung langsam abkühlen, so bildet sich eine weisse Ausscheidung, die man zunächst unter dem Mikroskop bei starker Vergrösserung als sehr kleine Stärkekörner erkennt. Nach etwa 24 Stunden sind sie bis zu einer Grösse von $0^{\text{mm}}02$ Durchmesser herangewachsen. Es kommen alle möglichen Grössen neben einander vor, und nicht selten sind zwei oder mehr Körner mit einander verwachsen. An der Verwachsungsstelle sieht man deutlich eine Schichtung. Die Form ist, wenn man von Verwachsungen absieht, nahezu kugelig, gleichgültig, von welcher Stärke man ausgieng. Filtrirt man von den

ausgeschiedenen Stärkekörnern die Lösung ab, so hat man eine völlig glasklare Flüssigkeit, die ihren Stärkegehalt durch einen Tropfen Jodlösung auf das intensivste verräth und durch Jodkalium flockig gefällt wird. Ähnlich verhält sich dem Jodkalium gegenüber die blaue Lösung, und darin ist der Grund zu suchen, weshalb bei der Herstellung die Jodstärkekörner nicht eher in Lösung gehen, als bis das Jodkalium entfernt ist.

Die kleinen und grossen kugeligen Stärkekörner erscheinen völlig homogen. Schichtung sieht man nur da, wo zwei oder mehrere Körner zu zusammengesetzten Körnern verwachsen sind. Es bilden sich oft grosse zusammengesetzte Körner, die dann durch die Verwachsungsstellen netzartig geschichtet erscheinen. Einzelne Körner von beträchtlicher Grösse ($0^{\text{mm}}.026$ Durchmesser) scheinen unter der Immersionslinse völlig homogen und nicht sphaerisch geschichtet.

Da die Annahme von Intussusceptions-Wachsthum Schichtung fordert, so entscheidet sich die Frage des Wachsthums zu gunsten der Appositionshypothese.

Durch Jod werden die Körner typisch blau gefärbt. Auch an einzelnen, schwach blau gefärbten Körnern sieht man keine concentrische Schichtung. Es ist möglich, dass man die Schichtung wird hervorgerufen können, wenn man die Körner in neue übersättigte Lösungen bringt und dadurch zu vergrössern strebt, vorerst können wir keine concentrische Schichtung auffinden.

Die einmal ausgeschiedenen und getrockneten Körner sind in kaltem Wasser unlöslich und werden durch Kochen schwer verkleistert. Der Kleister geht bei fortgesetztem Kochen in Lösung.

Kalilauge verquellt die Stärkekörner zu Kleister.

Die übrigen Eigenschaften, insbesondere die Quellungswärme der künstlichen Stärkekörner, den osmotischen Druck der Lösung und mit ihm das Moleculargewicht der Stärke u. s. w. werden wir bestimmen und später mittheilen.

SITZUNGSBERICHTE

DER

120133

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XXXV.

13. Juli 1899.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER

 13. Juli. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. DIELS.

*1. Hr. SCHMOLLER las über die Grösse der Bevölkerung in älterer und neuerer Zeit.

Er ging aus von einer kritischen Prüfung der überlieferten Zahlen und der an sie geknüpften Schätzungen, wies die Übertreibungen beider und ihre Ursachen nach; er suchte dann zu zeigen, dass nur durch Nebeneinanderstellung zahlreicher, historisch und geographisch vergleichbarer Relativzahlen die Kritik festen Boden gewinnt und legte dann die wichtigeren kritisch berichtigten Resultate für die historische Veränderung der absoluten Bevölkerungszahlen der wichtigeren Culturländer vor.

2. Der Vorsitzende legte vor: Anarithi in decem libros priores elementorum Euclidis commentarii ex interpretatione Gherardi Cremonensis ed. Maximilianus Curtze. Lipsiae 1899.

3. Hr. BEREND BESSEL LORCK in London hat eine aus nahe dreitausend Stücken bestehende, aus dem Nachlass der im December 1885 zu Königsberg verstorbenen Frau Geheimrath BESSEL in seinen Besitz übergegangene Sammlung der wissenschaftlichen Correspondenz seines Grossvaters FRIEDRICH WILHELM BESSEL der Akademie übereignet, damit dieser ein kostbares Material für die Geschichte der Astronomie enthaltende Schatz für die Dauer gesichert und der Verwerthung zugänglich gemacht werde.

Die Sammlung enthält 2946 an Bessel gerichtete Briefe von 234 verschiedenen Gelehrten und Künstlern u. s. w.: Astronomen, Geodäten, Mathematikern und anderen akademischen Collegen, Mechanikern und Optikern, Uhrmachern, und anderen mit Bessel in regelmässige oder gelegentliche, vorwiegend wissenschaftliche Correspondenz getretenen Personen, ausserdem 34 eigene wieder in Bessel's Besitz gelangte Briefe an einen seiner Correspondenten. Fast ein Fünftel der ganzen Sammlung bilden die von 1809 bis 1846 reichenden Briefe von Schumacher, 574 an der Zahl; 576 entfallen auf die vier Briefwechsel mit Encke (196), Olbers (168), W. Struve (106), Harding (106); 399 auf die fünf mit Lindenau (97), Baumann (97), Bode (84), Tralles (61, wozu die 34 Bessel'schen Briefe die Ergänzung bilden), Argelander (60). Mit 51 bis herunter zu 32, zusammen 534 Briefen sind vertreten: A. von Humboldt, A. Erman, Pistor, C. A. Stein-

* erscheint nicht in den akademischen Schriften.

heil, Brandes, Feldt, G. Hagen, Strehlke, A. Repsold, C. G. J. Jacobi, Rosenberger, Hansen, Fuss; mit 29 bis zu 20, zusammen 218 Briefen: Utzschneider, Schwinck, J. G. Repsold, Kessels, Benzenberg, Boguslawski, Westphal, Littrow, Tenner; mit 18 bis 12, zusammen 199: Reichenbach, Scherk, W. Beer, Bille, Slawinski, Baily, Ertel, Greig, Hassler, Schubert, John Herschel, Weisse, Ideler, Nehus. Von weiteren 16 Correspondenten, darunter Airy, L. von Buch, K. F. Knorre, Mädler, Nicolai, Olufsen, Rünker, Tiede, rühren je 7 bis 10 Briefe her, zusammen 125, 94 von 19 Verfassern mit je 4 bis 6; von 20 Verfassern sind 3, von 34 2 Briefe vorhanden, einzelne endlich von 99 Personen.

Ersichtlich hat Bessel auf die Aufbewahrung eines jeden an ihn gelangenden Briefes Werth gelegt und grosse Sorgfalt verwandt. Die Akademie hat bereits 1878 die 74 Briefe von Gauss an Bessel erworben, welche nach ihrer 1880 erfolgten Veröffentlichung der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen zur Ergänzung ihrer die 119 Briefe von Bessel an Gauss enthaltenden Gauss-Sammlung übergeben worden sind; die Gesamtzahl der aus Bessel's Nachlass übernommenen fremden Briefe beläuft sich also auf 3020. Es ist anzunehmen, dass diese Zahl, bis auf eine ganz geringfügige Differenz abhanden gekommener Stücke, die Gesamtzahl der an Bessel gerichteten Briefe wissenschaftlichen Inhalts oder Ursprungs darstellt.

Hr. Lorck hat die Akademie durch seine grosse und für die Geschichte der Wissenschaft überaus werthvolle Schenkung zum grössten Danke verpflichtet. Es leuchtet ein, welche hohe Steigerung der Werth derselben noch erhalten würde, wenn noch ein ansehnlicher Theil der von BESSEL selbst herrührenden, noch nicht anderweitig der Wissenschaft gesicherten Briefe der akademischen Sammlung hinzugefügt werden könnte. Leider besteht kein Zweifel darüber, dass mehr als eine interessante Einzelreihe inzwischen verstreut und verschwunden, eine an Umfang grosse und sicher auch an Inhalt werthvolle einer geflissentlichen Vernichtung mit zum Opfer gefallen ist, welche die deutsche Astronomie aufs schmerzlichste, und nicht allein im Interesse ihrer Geschichte, zu beklagen hat. Aber gewiss wird manche Reihe bis heute noch sorgsam, jedoch unzugänglich und ohne Sicherung gegen künftige Gefährdung aufbewahrt, welche nunmehr der Akademie zu übergeben nur Pietät gegen ihren Urheber und ihren ersten Empfänger, für die Wissenschaft und ihre Geschichte eine hoch verdienstliche Darbietung sein würde.

Ihren correspondirenden Mitglieder, Hrn. OTTO STRUVE, dessen Vermittelung überhaupt wesentlichen Antheil an der günstigen Ordnung dieser Angelegenheit hat, verdankt die Akademie bereits ein besonders werthvolles Geschenk solcher Art in den ihr übereigneten 106 von BESSEL AN WILHELM STRUVE gerichteten Briefen.

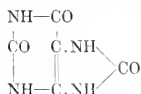
Die genaue Durchsicht des die Zeit 1814–1845 umfassenden Briefwechsels zwischen Bessel und Struve hat ergeben, dass dieser in den nunmehr in der Sammlung der Akademie vereinigten 212 Briefen in lückenloser Vollständigkeit enthalten ist mit einer einzigen Ausnahme: ein Brief von Struve fehlt, der bereits im Winter 1837–8, unmittelbar nach seiner Ankunft in Königsberg, erst theilweise gelesen, durch Zufall verschwunden ist.

Über die Isomerie der Methylharnsäuren.

VON EMIL FISCHER UND FRIEDRICH ACH.

(Vorgetragen am 22. Juni [s. oben S. 577].)

Die jetzt gebräuchliche Formel der Harnsäure



lässt vier Monomethylverbindungen voraussehen, je nachdem sich das Alkyl in Stellung 1, 3, 7 oder 9 befindet. Ausser diesen Säuren, welche bei den Synthesen in der Puringruppe eine hervorragende Rolle spielten und deshalb eingehend untersucht wurden¹, existirt nun in Wirklichkeit noch ein fünftes Isomeres, welches durch v. LOEBEN nach der synthetischen Methode von BEHREND dargestellt wurde.² Bei der Methylierung der Harnsäure auf nassem Wege in schwach essigsaurer Lösung beobachteten wir etwas später die Bildung eines Productes, welches der Beschreibung v. LOEBEN's so vollkommen entsprach, dass wir es für identisch damit hielten und dieser Ansicht auch durch eine kurze Bemerkung gelegentlich einer anderen Untersuchung Ausdruck gaben.³ Erst der directe Vergleich beider Körper, den wir mit Hülfe eines Praeparates, welches Hr. BEHREND uns gütigst zur Verfügung gestellt hatte, ausführen konnten, zeigte uns das Gegentheil an. Denn die beiden Säuren unterscheiden sich trotz der grossen äusseren Ähnlichkeit ganz scharf durch ihr Verhalten gegen Phosphoroxychlorid.

In unserm Praeparat liegt also wiederum eine neue Monomethylharnsäure vor, welche wir als das sechste Isomere ζ-Methylharnsäure nennen, und welche zu der v. LOEBEN'schen δ-Methylharnsäure, sowie zur alten HILL'schen α-Methylharnsäure in sehr interessanten Beziehungen steht.

¹ Die Zusammenstellung der Literatur findet sich Ber. d. D. chem. Ges. 32, 461.

² LIEBIG'S ANNAL. d. Chem. 298, 181.

³ Ber. d. D. chem. Ges. 31, 1982.

Die ζ -Methylharnsäure ist der δ -Verbindung in Löslichkeit, Krystallwassergehalt, äusserer Form der Krystalle, Aussehen einzelner Salze zum Verwechseln ähnlich; aber sie zeigt ein anderes und höchst charakteristisches Verhalten gegen Phosphoroxychlorid. Denn sie wird dadurch, im Gegensatz zur α - und δ -Methylharnsäure, bei 130° in eine Chlorverbindung von der Formel $\text{CH}_3 \cdot \text{C}_5 \text{H}_2 \text{N}_4 \text{O}_2 \text{Cl}$ übergeführt, welche in Phosphoroxychlorid sehr schwer löslich ist und sich deshalb leicht isoliren lässt. Dieser Chlorkörper enthält das Halogen an Stelle 6, denn er liefert bei der Reduction eine Base $\text{CH}_3 \cdot \text{C}_5 \text{H}_3 \text{N}_4 \text{O}_2$, welche durch erschöpfende Methylierung in das 3. 7. 9-Trimethyl-2. 8-dioxypurin¹ verwandelt wird.

Wird der Chlorkörper mit Phosphoroxychlorid auf 140 – 145° erhitzt, so geht er in Lösung, und daraus lässt sich das mit ihm isomere 3-Methylchlorxanthin in reichlicher Menge abscheiden. Der Vorgang ist complexer Art: denn, wie bei der Beschreibung des Versuches noch genauer auseinandergesetzt wird, entstehen dabei leicht lösliche, wahrscheinlich phosphorhaltige Zwischenproducte. Aber es liegt kein Grund vor für die Annahme, dass das Methyl bei dieser Reaction seine Stellung wechsele. Wir schliessen vielmehr aus dieser Bildung des 3-Methylchlorxanthins, dass der isomere Chlorkörper und ferner auch die ζ -Methylharnsäure das Methyl an der Stelle 3 enthalten.

Wir nennen dementsprechend die oben erwähnte Chlorverbindung 3-Methyl-2. 8-dioxy-6-chlorpurin und finden darin ein Analogon des 3. 7-Dimethyl-2. 8-dioxy-6-chlorpurins², welches aus 3. 7-Dimethylharnsäure entsteht.

Im Gegensatz zur ζ -Methylharnsäure wird die δ -Methylverbindung von Phosphoroxychlorid bei 130° viel langsamer angegriffen und gibt dabei kein schwer lösliches Chlorid. Bei 140 – 145° dagegen wird sie ungefähr in derselben Zeit wie die α - und ζ -Verbindung von dem Phosphoroxychlorid gelöst, und es entsteht auch wieder in erheblicher Menge dasselbe 3-Methylchlorxanthin. Da letzteres durch Erhitzen mit Salzsäure in α -Methylharnsäure übergeht, so ist man im Stande, diese aus den beiden Isomeren mit dem Umweg über das Chlorxanthin darzustellen.

Nachdem es durch diese Beobachtungen wahrscheinlich geworden war, dass α -, δ - und ζ -Methylharnsäure das Methyl an derselben Stelle 3 enthalten, lag es nahe, auch noch einen directen Übergang zwischen δ - und ζ -Säure zu suchen.

Wir haben gefunden, dass die letztere in der That auf verschiedenem Wege in die δ -Säure verwandelt werden kann. Das findet statt,

¹ Ber. d. D. chem. Ges. 30, 1853.

² Ber. d. D. chem. Ges. 28, 2486.

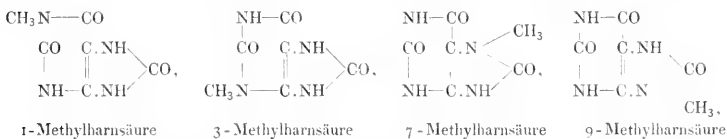
wenn man mit Hilfe von Phosphoroxychlorid erst das 3-Methyl-2,8-dioxy-6-chlorpurin darstellt und dies mit verdünnten Säuren kocht, wobei es überraschend leicht das Halogen gegen Sauerstoff und Wasserstoff austauscht. Dabei entsteht dann ein Gemisch von ζ - und δ -Säure.

In kleiner Menge entsteht die letztere auch bei mehrstündigem Erhitzen der ζ -Verbindung mit rauchender Salzsäure auf 100° .

Viel besser erfolgt endlich diese Verwandlung bei längerem Erhitzen der alkalischen Lösung der ζ -Verbindung auf 100° .

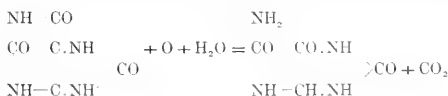
Der umgekehrte Übergang von der δ - zur ζ -Säure findet partiell beim langen Erhitzen mit starker Salzsäure auf 100° statt.

Für die theoretische Betrachtung der Säuren war es besonders wichtig, zu zeigen, dass das Methyl in ihnen dieselbe Stellung 3 und zwar am Stickstoff einnehme. Wir haben deshalb noch ihre Verwandlung in Methylallantoin untersucht und zum Vergleich auch sämtliche anderen Monomethylharnsäuren herangezogen. Dabei hat sich ergeben, dass α -, δ - und ζ -Methylharnsäure das gleiche Methylallantoin liefern, welches bei $248-252^\circ$ (corr. $255-259^\circ$) unter Zersetzung schmilzt. Dieselbe Verbindung wird endlich aus der 9-Methylharnsäure erhalten. Im Gegensatz hierzu geben die 1-Methyl- und die 7-Methylharnsäure ein zweites, isomeres, bisher unbekanntes Methylallantoin. Das Resultat steht im Einklang mit den bisherigen Annahmen über die Stellung des Alkyls in den verschiedenen Methylharnsäuren. Am besten begründet ist nach den früheren Auseinandersetzungen die Strukturformel der 7- und 9-Methylharnsäure, während gegen die Formulierung der 1- und 3- oder α -Methylharnsäure noch einige Einwendungen gemacht werden konnten. Betrachtet man jetzt die Strukturformeln der vier Säuren,



so ergibt sich, dass die 7-Methylsäure nur mit der 1-Methylverbindung das gleiche Methylallantoin liefern kann, und dass derselbe Schluss auch für 9 und 3 zutrifft.

Weiterhin aber zeigt die thatsächliche Beobachtung, dass die bisher übliche Formulierung der Allantoinbildung nach dem Schema

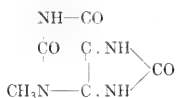


modificirt werden muss, da sie die Entstehung von 2 verschiedenen Methylallantoïnen aus 7- und 1-Methylharnsäure verlangen würde. Man muss vielmehr annehmen, dass beide Ringe des Purinkernes gesprengt werden, so dass die beiden Harnstoffreste der Harnsäure wenigstens vorübergehend die gleiche Rolle spielen. Mit anderen Worten, wenn das Allantoin die obige Structurformel mit dem fünfgliedrigen Ringe enthält, so muss man annehmen, dass derselbe nicht identisch ist mit dem ursprünglichen Ringe der Harnsäure, sondern secundär aus einer offenen Kette entsteht.

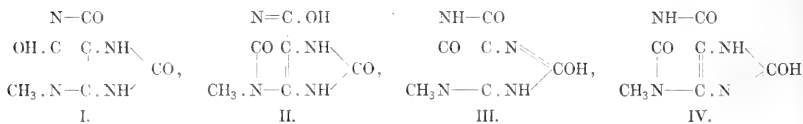
Alle bisherigen Beobachtungen führen mithin übereinstimmend zu dem Schlusse, dass die drei Verbindungen α -, δ - und ζ -Methylharnsäure das Methyl an Stickstoff gebunden, und zwar an der gleichen Stelle 3 enthalten. Die drei Verbindungen bieten also eine Art von Isomerie dar, welche bisher in der Harnsäuregruppe nicht beobachtet wurde.

Dass dieselbe durch Polymerie bedingt sei, ist wenig wahrscheinlich: denn wenn es auch bei der geringen Löslichkeit der Verbindungen nicht möglich war, maassgebende Moleculargewichtsbestimmungen auszuführen, so spricht doch die grosse Ähnlichkeit in den äusseren Eigenschaften vielmehr für die Gleichheit der Moleculargrösse. Versucht man nun, drei derartige Isomere mit der bisher üblichen Structurformel zu deuten, so ist das nur möglich durch Heranziehung der Lactam- und Lactimformen.

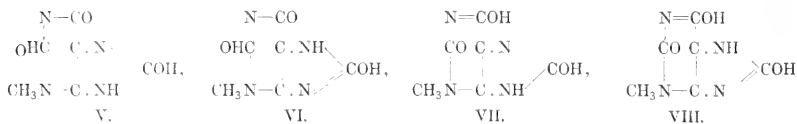
Neben der bisher gebrauchten Lactamformel



würden sich dann allerdings folgende vier verschiedenen Formeln mit einer Lactimgruppe



und ferner noch vier weitere mit zwei Lactimgruppen



ableiten lassen.

In dem Umstande, dass von den drei Säuren nur die ζ -Verbindung durch Phosphoroxchlorid ziemlich glatt in das 3-Methyl-2. 8-dioxy-6-chlorpurin verwandelt wird, könnte man sogar einen Hinweis darauf finden, dass der ζ -Verbindung die obige Structurformel II gebührt. Auch würde die Thatsache, dass die Isomerie der drei Säuren bei der erschöpfenden Methylierung verloren geht, da sie alle drei die gleiche Tetramethylharnsäure liefern, mit dieser Annahme von Lactimformen in Einklang stehen.

Andererseits wird man die relativ grosse Beständigkeit der drei Verbindungen mit der bisher üblichen Anschauung über die Tautomerie von Lactam- und Lactimform schwer vereinigen. Solange man also nicht an einfacheren Beispielen eine ähnliche Stabilität von Lactam- und Lactimform beobachtet hat, muss diese Erklärung mit Misstrauen betrachtet werden.

Will man sie aber verwerfen, so bietet die Structurechemie kein Mittel mehr, die drei Isomeren zu erklären. In solchen Fällen wendet man heutzutage das sehr bequeme Aushülfsmittel der sterischen Betrachtung an. So könnte man auch sagen, dass bei der Harnsäureformel mit der doppelten Kohlenstoffbindung eine Stereoisomerie im Sinne der Fumar- und Maleinsäure möglich wäre. Allerdings würde das erst zwei Isomere ergeben. Aber man könnte dann auch noch von der Asymmetrie des methylirten Stickstoffatoms reden, wie es u. A. Hr. LADENBURG gethan hat, um die von ihm behauptete Existenz des Isoconiins zu erklären. Man könnte endlich die stereochemische Speculation noch mit der structurechemischen Annahme von Lactamen und Lactimen verbinden und würde so eine Anzahl von Isomeren construiren können, die voraussichtlich in Wirklichkeit niemals gefunden werden.

Aber alle diese Betrachtungen sind für uns in hohem Maasse unbefriedigend; denn das, was man von einer nützlichen Theorie verlangen muss, dass sie ein einfaches Bild der Erscheinungen gibt, welches durch neue Beobachtungen controlirt werden kann, fehlt hier. Wir sind weit davon entfernt, den ungeheuren Nutzen leugnen zu wollen, welchen structur- und stereochemische Betrachtungen der organischen Chemie geleistet haben, und auch voraussichtlich noch weiter leisten werden. Aber das darf uns nicht hindern, auch die Grenzen ihrer Nützlichkeit zu erkennen. Nach dem Entwicklungsgang der organischen Chemie ist es begreiflich, dass die theoretischen Anschauungen in erster Linie auf die einfachen Verbindungen, zumal die Kohlenwasserstoffe und ihre Sauerstoffderivate, zugeschnitten wurden. Mit dem fortschreitenden Studium der Stickstoffverbindungen stösst man immer mehr auf Erscheinungen, welche nur in gezwungener Weise

durch die jetzigen Anschauungen und Formeln dargestellt werden können, und wo man sich des Gefühls nicht erwehren kann, dass die Wirklichkeit mit unserer Formulirung nur noch in losem Zusammenhange steht.

Der eine von uns hat sich bereits vor drei Jahren auf der Naturforscherversammlung zu Frankfurt a. M. in diesem Sinne geäußert. Solange man allerdings nichts Besseres an die Stelle zu setzen hat, wird structur- und stereochemische Formulirung unentbehrlich sein. Aber um so mehr ist es Pflicht, sich bewusst zu bleiben, welche Unvollkommenheiten derselben ankleben.

Darstellung der ζ -Methylharnsäure.

Die Verbindung entsteht bei der Methylierung des harnsauren Kalis in schwach essigsaurer Lösung. Bei Versuchen in kleinerem Maasstabe benutzt man am bequemsten das Jodmethyl und verfährt dann folgendermassen: 15^{gr} Harnsäure werden in 1 Liter Wasser und 180^{ccm} Normalkalilauge (2 Mol.) heiss gelöst, dann in der Wärme portionenweise mit etwa 12^{ccm} 50procentiger Essigsäure versetzt, bis die Flüssigkeit deutlich sauer reagirt. Jetzt lässt man die Lösung in einer Druckflasche rasch auf 40° erkalten, wobei eine starke Krystallisation erfolgt, fügt 16^{gr} Jodmethyl (etwa $1\frac{1}{2}$ Mol.) hinzu und erhitzt die verschlossene Flasche 3 Stunden unter Schütteln auf 100°.¹

Während der Operation tritt eine reichliche Abscheidung von freier Säure ein, während das Jodmethyl ganz verschwindet. Schliesslich fügt man noch so viel Salzsäure zu, dass alles Kaliumacetat zerlegt ist, lässt völlig erkalten und filtrirt. Das Product, dessen Menge ungefähr der des Ausgangsmaterials gleichkommt, ist ein Gemisch von Harnsäure und ζ -Methylharnsäure, deren Trennung durch das Kaliumsalz bewerkstelligt werden kann. Man löst zu dem Zweck 10^{gr} des Rohproductes in 100^{ccm} warmer Doppelnormalkalilauge und fügt, ohne die trübe Flüssigkeit zu filtriren, 150^{ccm} 96procentigen Alkohols zu. Dadurch wird harnsaurer Kalium gefällt, und seine Abscheidung ist so gut wie vollständig, wenn man das Gemisch noch $\frac{1}{2}$ Stunde in Eiswasser setzt. In dem Filtrat ist die ζ -Methylharnsäure enthalten. Fügt man

¹ Für diese Zwecke bediene ich mich einer Flasche aus starkem Kupferblech, auf welcher der Deckel aufgeschraubt und durch einen Gummiring gedichtet ist. Dieselbe wird in einen Blechkasten mit verschliessbarem Deckel eingesetzt. Letzterer wird auf der Schüttelmaschine bewegt, während gleichzeitig durch einen seitlichen Tubus Wasserdampf mit Hilfe eines Gummischlauches zugeleitet wird. Diese einfache Vorrichtung, durch welche man sehr leicht eine Temperatur von nahezu 100° erreicht, scheint mir für manche ähnliche Zwecke recht geeignet zu sein. E. FISCHER.

zu demselben noch 50^{cem} absoluten Alkohols. so beginnt nach einiger Zeit die Krystallisation ihres Kaliumsalzes, welches farblose, glänzende, asbestartige Nadelchen bildet. Dasselbe wird nach zwölf Stunden filtrirt, mit 50procentigem Alkohol gewaschen, dann in warmem Wasser gelöst und mit Salzsäure zersetzt. Dabei fällt die ζ -Methylharnsäure als farbloses, krystallinisches Pulver aus, welches aus mikroskopisch kleinen Prismen besteht. Die Ausbeute betrug bei diesem Verfahren durchschnittlich 25 Procent der angewandten Harnsäure.

Für Versuche in grösserm Maassstabe empfiehlt sich aus Billigkeitsgründen die Verwendung des Chlormethyls, vorausgesetzt natürlich, dass man die geeigneten Apparate besitzt. Wir verfahren dabei folgendermaassen. Harnsäure wird in der 70fachen Menge Wasser und der für $1\frac{1}{2}$ Mol. berechneten Menge Ätzkali heiss gelöst, dann die für $\frac{1}{2}$ Mol. berechnete Menge Essigsäure zugesetzt, die klare Lösung siedend heiss in Autoclaven gefüllt, nun unter starkem Druck $1\frac{1}{2}$ Mol. Chlormethyl eingeführt und das Ganze 5 Stunden lang unter stetigem Rühren auf 100° erwärmt. Nach dem Erkalten wird das ausgeschiedene Product filtrirt. Seine Menge betrug 108–110 Procent des Ausgangsmaterials. Es ist ebenfalls ein Gemisch von Harnsäure und ζ -Methylharnsäure, und zwar enthält es ungefähr gleiche Gewichtstheile von beiden. Trotzdem krystallisirt es aus heissem Wasser in ganz einheitlichen Formen, so dass hier eine Art von Molecularverbindung vorzuliegen scheint. Darauf deutet auch die Beobachtung hin, dass die Krystalle einen ziemlich constanten Wassergehalt, ungefähr $2\frac{1}{2}$ Mol. entsprechend, besitzen, während die Harnsäure selbst bekanntlich ohne Krystallwasser ist und die reine ζ -Methylharnsäure nur 1 Mol. desselben aufnimmt.¹

Um daraus den grössten Theil der Harnsäure zu entfernen, suspendirt man das Rohproduct in der 15fachen Menge heissen Wassers und fügt etwas mehr als 1 Mol. Natriumhydroxyd als starke Lauge hinzu. Aus der vorübergehend klaren Lösung krystallisirt sehr bald saures harnsaurer Natron. Man erwärmt noch etwa $\frac{1}{2}$ Stunde und filtrirt dann ebenfalls in der Wärme, wobei der grösste Theil der Harnsäure als Natriumsalz zurückbleibt. Beim Erkalten scheidet sich aus dem Filtrat abermals harnsaurer Salz ab. Man lässt längere Zeit krystallisiren, erwärmt dann, bis die Flüssigkeit wieder dünnflüssig geworden

¹ Ein ganz ähnliches Verhalten beobachtet man übrigens auch bei einem Gemisch von Harnsäure und 3-Methylharnsäure, welches gleichfalls in scheinbar ganz einheitlichen Krystallen aus Wasser ausfällt und schon in 250 Theilen heissen Wassers sich völlig löst, während die Harnsäure bekanntlich davon 1800 verlangt. Das Auftreten dieser complexen Verbindungen macht es unmöglich, die Methylharnsäuren durch blosser Krystallisation aus Wasser zu reinigen.

ist, filtrirt und fällt aus dem Filtrat in der Wärme mit Salzsäure die ζ -Methylharnsäure. Das krystallinische Product, das nach dem Erkalten filtrirt wird, enthält nur noch wenig Harnsäure, und seine Menge beträgt etwa 50 Procent des Rohproductes. Zur völligen Reinigung muss dann die ζ -Methylharnsäure noch, wie zuvor beschrieben, in das neutrale Kaliumsalz übergeführt und aus letzterem regenerirt werden.

Für die Analyse wurde die aus dem Kaliumsalz gewonnene Säure nochmals in warmem verdünntem Ammoniak gelöst, mit Thierkohle entfärbt, durch Schwefelsäure gefällt und aus siedendem Wasser umkrystallisirt. Sie bildet mikroskopisch kleine kurze Prismen oder auch scheinbar rechteckige Tafeln und enthält 1 Mol. Krystallwasser, welches bei 100° kaum, bei 120° noch recht langsam, bei 150° dagegen in einigen Stunden völlig ausgetrieben wird.

I. 0^{gr}5476 verloren 0^{gr}049.

II. 0^{gr}3241 verloren 0^{gr}0296.

Berechnet für $C_6H_6N_4O_3 + H_2O$

9.00 Procent H_2O

Gefunden

I. 8.95 Procent

II. 9.13 "

0^{gr}1684 der bei 150° getrockneten Substanz gaben 0^{gr}2444 CO_2 und 0^{gr}0522 H_2O .

0^{gr}146 gaben 39^{cem}0 N bei 13° und 743^{mm}.

Berechnet für $C_6H_6N_4O_3$

39.56 Procent C

3.29 " H

30.77 " N

Gefunden

39.58 Procent C

3.44 " H

30.85 " N

Die ζ -Methylharnsäure löst sich in ungefähr 600 Theilen kochenden Wassers und unterscheidet sich dadurch einerseits von der Harnsäure, andererseits von der viel leichter löslichen γ -Methylharnsäure. Sie schmilzt nicht, sondern verkohlt bei höherer Temperatur. Sie gibt mit Salpetersäure sehr stark die Murexidprobe und reducirt ammoniakalische Silberlösung. In wässrigen Alkalien und warmem verdünntem Ammoniak ist sie leicht löslich. Die ammoniakalische Lösung verwandelt sich beim Erkalten in eine Gallerte, welche aber bei längerem Stehen in äusserst feine Nadelchen übergeht.

Das für die Reinigung der Säure benutzte Kaliumsalz, dessen Darstellung oben beschrieben wurde, enthält wahrscheinlich zwei Atome Metall. Aber die Analysen haben trotz des schönen Aussehens der Verbindung keine genauen Zahlen gegeben; denn gefunden wurden für das bei 130° getrocknete Salz, wenn es mit verdünntem Alkohol von der Mutterlauge ganz befreit war, nur 25.4 Procent Kalium, und

als das Waschen unterlassen wurde, 27.8 bez. 28.3 Procent Kalium. Für das Dikaliumsalz sind 30 Procent und für das Monokaliumsalz 17 Procent Metall berechnet. Da das Salz sehr stark alkalisch reagirt, so wird es wahrscheinlich schon durch Wasser theilweise dissociirt. Da ferner die lufttrockenen Krystalle reichlich viel Krystallwasser enthalten, so ist es möglich, dass dasselbe bei 130° noch nicht vollständig entweicht und dadurch die Abweichung der Analysen bedingt wird. Leider war Trocknen bei höherer Temperatur nicht möglich, weil Zersetzung eintrat. Durch Kohlensäure wird jedenfalls dieses Kaliumsalz völlig zerlegt, wobei zuerst wahrscheinlich das Monokaliumsalz entsteht.

Von den Natriumverbindungen wurde nur das saure Salz isolirt. Löst man die Säure in der 8fachen Menge Wassers unter Zusatz von Natronlauge, leitet dann Kohlensäure ein, bis ein dicker Niederschlag entstanden ist, löst diesen wieder durch Kochen und verdünnt mit dem gleichen Volumen Wasser, so scheidet sich beim Erkalten das Natriumsalz zunächst als dicker, gallertiger Niederschlag ab; aber derselbe verwandelt sich im Laufe von 4–6 Tagen vollständig in feine Nadelchen, welche meist zu kugelförmigen Aggregaten vereinigt sind. Das Salz ist in kaltem Wasser ziemlich schwer löslich und enthält lufttrocken 4 Mol. Krystallwasser, welche bei 130° völlig entweichen.

0.6937 verloren bei 130° 0.1837.

Berechnet für $C_6H_5N_4O_3Na + 4H_2O$

26.08 Procent H_2O

Gefunden

26.48 Procent.

Der Natriumgehalt des trockenen Salzes entspricht der Formel $C_6H_5N_4O_3Na$.

0.2941 gaben 0.1001 Na_2SO_4 .

Berechnet

11.27 Procent Na

Gefunden

11.02 Procent Na.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Baryumverbindung. 1.5 der Säure wurden in 1 Liter siedenden Wassers gelöst und mit überschüssigem gefälltem reinem Baryumcarbonat 15 Minuten gekocht. Aus dem Filtrat schied sich bei längerem Stehen das Salz in kugeligen Formen ab, welche aus concentrisch vereinigten Nadelchen bestanden. Nach dem Trocknen bei 100° betrug seine Menge 1.6. Dasselbe löste sich vollständig in 400^{ccm} siedenden Wassers. Nachdem die Flüssigkeit absichtlich noch mit 250^{ccm} Wasser verdünnt war, wurde sie rasch abgekühlt, weil erfahrungsgemäss beim langsamen Abkühlen heisser Lösungen die Harnsäuren und ihre Salze leicht Krystalle mit verschiedenem Wassergehalt liefern. Das Salz schied sich unter den obigen

Bedingungen wiederum in feinen, weissen, meist zu kugelförmigen Aggregaten vereinigten Nadelchen oder Prismen ab. An der Luft getrocknet, hat das Salz die Zusammensetzung $(C_6H_5N_4O_3)_2Ba + 4H_2O$. Bei längerem Erhitzen auf $125-130^\circ$ entweichen 3 Mol. H_2O .

0.4805 verloren bei 7 stündigem Erhitzen auf $125-130^\circ$ 0.0482 und das Gewicht blieb dann constant.

| | |
|----------------------|----------------|
| Berechnet für 3 Mol. | Gefunden |
| 9.46 Procent H_2O | 10.03 Procent. |

Das so getrocknete Salz zeigte den der Formel $(C_6H_5N_4O_3)_2Ba + H_2O$ entsprechenden Baryumgehalt.

0.1772 gaben 0.0789 $BaSO_4$.

| | |
|---|----------------|
| Berechnet für $(C_6H_5N_4O_3)_2Ba + H_2O$ | Gefunden |
| 26.49 Procent Ba | 26.18 Procent. |

Bei 180° entweicht auch das letzte Molekül Wasser.

0.2849 lufttrockenen Salzes verloren bei 180° 0.0374 .

| | |
|--|----------------|
| Berechnet für $(C_6H_5N_4O_3)_2Ba + 4H_2O$ | Gefunden |
| 12.61 Procent H_2O | 13.12 Procent. |

Das so getrocknete Salz hatte den der Formel $(C_6H_5N_4O_3)_2Ba$ entsprechenden Baryumgehalt.

0.2512 gaben 0.1163 $BaSO_4$.

| | |
|------------------------------------|----------------|
| Berechnet für $(C_6H_5N_4O_3)_2Ba$ | Gefunden |
| 27.45 Procent Ba | 27.22 Procent. |

Fast unlöslich in Wasser ist das Salz, welches beim Zusammenbringen der Säure mit überschüssigem Barytwasser entsteht. Es wurde nicht analysirt, aber man kann aus der Analogie mit der Harnsäure wohl schliessen, dass es 2 Aequivalente Metall enthält. Ein ähnliches Product scheidet sich ab, wenn man die ammoniakalische Lösung der Säure mit Chlorbaryum versetzt.

Saures Calciumsalz. Dasselbe wird auf die gleiche Art wie das entsprechende Baryumsalz erhalten. Nur ist es rathsam, die wässrige Lösung unter vermindertem Druck auf etwa ein Drittel einzudampfen. Beim Abkühlen entsteht zuerst ein gallertartiger Niederschlag, der sich aber im Laufe von mehreren Tagen in schöne glänzende Nadeln verwandelt, deren Menge fast ebenso gross ist wie die angewandte Säure. Das Salz wurde nochmals in ungefähr 400 Theilen heissen Wassers gelöst und schied sich dann beim Erkalten und Eintragen einiger Kryställchen sehr bald wieder in der gleichen Form ab. An der Luft getrocknet, enthält es 2 Mol. Krystallwasser, welche bei mehrstündigem Erhitzen auf 180° völlig entweichen.

0⁸⁷3946 verloren bei 180° 0⁸⁷0333.

Berechnet für (C₆H₅N₄O₃)Ca + 2H₂O

8.22 Procent H₂O

Gefunden

8.44 Procent.

Das getrocknete Salz besass den der Formel (C₆H₅N₄O₃)₂Ca entsprechenden Calciumgehalt.

0⁸⁷267 gaben 0⁸⁷0357 CaO.

Berechnet für (C₆H₅N₄O₃)₂Ca

9.95 Procent Ca.

Gefunden

9.54 Procent.

Verwandlung der ζ-Methylharnsäure in Monomethylalloxan.

Diese Reaction, welche beweist, dass das Methyl an Stickstoff gebunden im Alloxankern steht, vollzieht sich unter ganz ähnlichen Bedingungen wie bei der bekannten Spaltung der Harnsäure.

5⁸⁷ feingepulverter Säure wurden mit 10⁸⁷ Wasser und 5⁸⁷ Salzsäure (spec. Gew. 1.19) übergossen und in die auf 40° erwärmte Mischung allmählich 1⁸⁷3 Kaliumchlorat eingetragen, so dass die Temperatur nicht über 50° stieg. Nachdem klare Lösung eingetreten, wurde auf Zimmertemperatur abgekühlt und Schwefelwasserstoff eingeleitet, um das Methylalloxan als Dimethylalloxantin zu fällen. Es scheidet sich dabei allmählich gemischt mit Schwefel ab und wurde durch Umkrystallisiren aus heissem Wasser gereinigt. Die Ausbeute betrug allerdings nur 1⁸⁷1. Aber die Menge des Methylalloxans ist jedenfalls viel grösser. Der Verlust ist zum Theil durch die ziemlich grosse Löslichkeit des Dimethylalloxantins bedingt. Das Praeparat zeigte die charakteristischen Eigenschaften der Alloxantine.

Methylirung der ζ-Methylharnsäure.

Die Reaction lässt sich auf nassem Wege mit Alkali und Jodmethyl leicht ausführen und liefert verschiedene Producte, je nachdem man in alkalischer oder in schwach essigsaurer Lösung arbeitet. Im erstern Fall entsteht, wenn die Operation bei 35–40° ausgeführt und ein Überschuss von Alkali und Jodmethyl angewandt wird, in reichlicher Menge Hydroxycafein neben etwas Tetramethylharnsäure. Die Menge der letztern wird bedeutend grösser, wenn die Reaction in der Hitze verläuft, weil unter diesen Bedingungen, wie bekannt, das Hydroxycafein auch in Tetramethylharnsäure übergeht. Zwischen 0 und 20° endlich wurde neben Hydroxycafein auch 1.3-Dimethylharnsäure erhalten.

Bildung von Hydroxycafein: 8⁸⁷ krystallwasserhaltiger (oder 7⁸⁷3 trockener) ζ-Methylharnsäure wurden in 64^{cm} Doppelnormalkalilauge (3 Mol.) gelöst und mit 18⁸⁷ Jodmethyl 20 Stunden lang bei 40° geschüttelt. Nachdem das unveränderte Jodmethyl, dessen Menge 3⁸⁷

betrug, abgetrennt war, wurde die alkalische Flüssigkeit mit Essigsäure neutralisirt, im Vacuum zur Trockne verdampft und der Rückstand mehrmals mit siedendem Chloroform extrahirt, um die entstandene Tetramethylharnsäure zu isoliren. Die Chloroformauszüge hinterliessen beim Verdampfen 0^{gr}7 einer krystallinischen Masse, welche nach zweimaligem Umkrystallisiren aus heissem Alkohol unter Zusatz von etwas Thierkohle den Schmelzpunkt und die charakteristische Krystallform der Tetramethylharnsäure zeigt.

Zur Gewinnung des Hydroxycafféins wurde der in Chloroform unlösliche Salzürückstand in 30^{cem} Wasser gelöst, nach dem Verjagen des beigemengten Chloroforms mit 3^{cem} Salzsäure (spec. Gew. 1.19) versetzt und auf 0° abgekühlt. Nach 15stündigem Stehen waren 6^{gr}3 einer farblosen, krystallinischen Masse abgeschieden. Sie wurden mit 80^{cem} Wasser ausgekocht, wobei 0^{gr}9 eines schwer löslichen Productes zurückblieben, und das mit Thierkohle in der Hitze behandelte Filtrat der Krystallisation überlassen. Nach längerem Stehen bei 0° waren 2^{gr}9 einer fast farblosen Krystallmasse abgeschieden, welche zum grösseren Theil aus Hydroxycafféin bestand. Die Mutterlauge enthielt ausser Hydroxycafféin leichter lösliche Producte, deren Natur noch aufzuklären bleibt. Um aus dem krystallisirten Theil das reine Hydroxycafféin zu isoliren, ist der Umweg über das Ammoniaksalz zu empfehlen. Zu dem Zweck wurden die 2^{gr}9 in 10^{cem} 18procentigem Ammoniak warm gelöst, die Flüssigkeit auf 0° abgekühlt, nach mehreren Stunden der Krystallbrei abgesogen und nochmals in der gleichen Weise aus starkem Ammoniak umkrystallisirt. Die Menge des Salzes betrug dann nach dem Trocknen auf porösem Thon 2^{gr}2. Es wurde in 10^{cem} heissem Wasser gelöst, durch Zusatz von 1^{cem} rauchender Salzsäure zerlegt, und das abgeschiedene Hydroxycafféin nochmals aus siedendem Wasser umkrystallisirt. Dieses Product zeigt den Schmelzpunkt und die sonstigen Eigenschaften des Hydroxycafféins.

Analyse der bei 10° getrockneten Substanz 0^{gr}1821 gaben 0^{gr}3039 CO₂ und 0^{gr}0811 H₂O.

| Berechnet für C ₈ H ₁₀ N ₂ O ₃ | Gefunden |
|--|---------------|
| 45.71 Procent C | 45.51 Procent |
| 4.76 " H | 4.76 " |

Zur weiteren Identificirung wurde das Product noch durch Kochen mit Phosphoroxy- und -pentachlorid in Chlocafféin verwandelt und von letzterem der Schmelzpunkt 189° (corr. 193°) bestimmt.

Die Ausbeute an reinem Hydroxycafféin betrug allerdings nur 1^{gr}, aber die Gesamtquantität desselben beträgt mindestens das Dreifache.

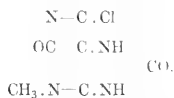
Bei höherer Temperatur verläuft die Methylierung viel rascher und liefert dann als Hauptproduct Tetramethylharnsäure.

1st ζ-Methylharnsäure wurde in 9^{cm} 2 Doppelnormalkalilauge gelöst und mit 2st 6 Jodmethyl bei 100–105° $\frac{1}{2}$ Stunde geschüttelt, bis kein Jodmethyl mehr sichtbar war. Jetzt wurde die schwach alkalisch reagirende Flüssigkeit mit einigen Tropfen Essigsäure neutralisirt, im Vacuum verdampft und der Rückstand wiederholt mit Chloroform ausgekocht. Beim Verdampfen des letztern blieb 0st 8 eines krystallinischen Products, welches zum grössten Theil aus Tetramethylharnsäure bestand. Zur völligen Entfernung von sauren Producten muss die Masse mit sehr wenig starker Kalilauge verrieben und wiederum in der Kälte mit Chloroform ausgeschüttelt werden. Wird dann nach dem Verdampfen des Chloroforms die Substanz aus Alkohol oder wenig warmem Wasser umkrystallisirt, so erhält man reine Tetramethylharnsäure vom richtigen Schmelzpunkt.

Bildung von 1.3-Dimethylharnsäure und Hydroxycaffein.

5st ζ-Methylharnsäure wurden mit 21^{cm} 20 procentiger Kalilauge (3 Mol.) und 7st 5 Jodmethyl ($2\frac{1}{4}$ Mol.) zuerst unter Eiskühlung 12 Stunden, und dann noch 48 Stunden bei Zimmertemperatur geschüttelt. Es krystallisirte dabei das Kalisalz der 1.3-Dimethylharnsäure. Ihre Menge betrug 1st 1. Die Mutterlauge des Kalisalzes gab beim Übersättigen mit Salzsäure 2st 6 eines krystallinischen Niederschlages, und aus dem Filtrat wurden durch Eindampfen im Vacuum und Auslaugen mit Chloroform noch 0st 3 desselben Productes gewonnen. Dasselbe bestand im wesentlichen aus Hydroxycaffein und 1.3-Dimethylharnsäure. Da ihre Trennung durch Krystallisiren sehr schwierig ist, so wurde das Product durch $3\frac{1}{2}$ -ständiges Erhitzen mit der 12fachen Gewichtsmenge Phosphoroxychlorid auf 135° in Chlorcaffein bez. Chlortheophyllin übergeführt, welche sich leicht von einander trennen lassen, da nur das letztere in Alkali löslich ist. Die Menge des hierbei erhaltenen Chlorcaffeins betrug 1st 7, was ungefähr 1st 5 Hydroxycaffein entspricht. Das Chlortheophyllin wurde ebenfalls isolirt und zur Identificirung noch in Theophyllin übergeführt, so dass auch hierdurch die Bildung der 1.3-Dimethylharnsäure bestätigt wird.

Überführung der ζ-Methylharnsäure in 3-Methyl-2.8-dioxy-6-chlorpurin



Wie schon erwähnt, wird diese Reaction durch Phosphoroxychlorid bei 130° bewirkt. Man erhitzt die scharf getrocknete und

fein gepulverte ζ -Methylharnsäure mit der 7fachen Gewichtsmenge Phosphoroxychlorid im Druckrohr unter fortwährendem Schütteln 5 bis 6 Stunden, am besten im Ölbad, auf 130–135°. Ohne dass Lösung erfolgt, verwandelt sich die Säure in das Chlorid, welches zum Schluss als ziemlich schweres krystallinisches Pulver in der Flüssigkeit sich absetzt. Dasselbe wird abgesaugt, mit Aether gewaschen, in warmem verdünntem Ammoniak gelöst, mit Thierkohle entfärbt und durch Übersättigen mit Salzsäure wieder abgeschieden. Man erhält so farblose, glänzende Nadelchen, deren Menge 50–60 Procent der angewandten Säure beträgt. In der ersten Mutterlauge befindet sich ausser dem Phosphoroxychlorid und einer geringen Menge des eben beschriebenen Chlorkörpers noch ziemlich viel 3-Methylchlorxanthin, welches in der später beschriebenen Weise leicht isolirt werden kann.

Zur Analyse wurde das 3-Methyl-2. 8-dioxy-6-chlorpurin noch einmal aus siedendem Wasser umgelöst. Die so resultirenden glänzenden, ziemlich derben Nadeln enthalten 1 Mol. Wasser, welches bei 120° völlig entweicht.

I. 0^{gr}3826 verloren 0^{gr}0297.

II. 0^{gr}4061 verloren 0^{gr}0318.

Berechnet für $C_6H_5N_4O_2Cl + H_2O$

8.24 Procent H_2O

Gefunden

I. 7.76 Procent

II. 7.83 »

Die krystallwasserhaltige Substanz gab folgende Zahlen:

0^{gr}1680 gaben 37^{ccm}.5 N bei 16° und 745^{mm}

0^{gr}1725 gaben 0^{gr}2079 CO_2 und 0^{gr}0522 H_2O

0^{gr}2648 gaben 0^{gr}1728 AgCl.

Berechnet für $C_6H_5N_4O_2Cl + H_2O$

32.95 Procent C

3.20 » H

25.63 » N

16.25 » Cl

Gefunden

32.87 Procent

3.36 »

25.49 »

16.16 »

Das 3-Methyl-2. 8-dioxy-6-chlorpurin hat keinen Schmelzpunkt. Über 300° erhitzt, zersetzt es sich allmählich. Es löst sich in 105 bis 110 Theilen kochenden Wassers klar auf und krystallisirt beim Erkalten zum grössern Theil in glänzenden flachen Nadeln. Es ist schwer löslich in Aceton, Chloroform und Essigaether. Es ist eine ausgesprochene Säure, deren Salze z. B. durch Essigsäure nur schwierig zerlegt werden. In Folge dessen wird es von verdünnten Alkalien oder Alkalicarbonaten leicht aufgenommen. Das Kaliumsalz ist auch in starker Kalilauge noch löslich, während die Natriumverbindung durch

concentrirte Laugen gefällt wird. Man erhält letztere sogar in hübschen, fast rechtwinkligen Kryställchen, wenn man zuerst in verdünnter Natronlauge gelöst hat und dann concentrirte Lauge bis zur beginnenden Krystallisation zusetzt. Besonders schöne Eigenschaften haben das Ammoniak- und das Barytsalz. Das erstere krystallisirt aus der warmen Lösung der Substanz in verdünntem Ammoniak beim Abkühlen in langen feinen Nadeln, welche in kaltem Wasser ziemlich schwer löslich sind. Als z. B. 18^{gr} des Chlorkörpers in 200^{cem} heissen Wassers durch Zusatz von gewöhnlichem Ammoniak gelöst wurden, begann schon in der warmen Flüssigkeit die Krystallisation, und nach dem Abkühlen mit Eiswasser war die Abscheidung so vollständig, dass aus dem Salz durch Zersetzen mit Säuren 14^{gr} 5 Chorkörper zurückgewonnen wurden.

Zur Darstellung des Barytsalzes wird 1 Theil des Chlorkörpers in 40 Theilen heissen Wassers suspendirt und dazu eine Lösung von 1 Teil krystallisirtem Barythydrat in 10 Theilen Wasser zugefügt. Beim Kochen erfolgt Lösung, und aus der heissen Flüssigkeit scheidet sich bald das Barytsalz in farblosen Nadeln ab.

Die ammoniakalische Lösung des 3-Methyl-2. 8-dioxy-6-chlorpurins gibt auf Zusatz von Silbernitrat einen farblosen, gallertigen Niederschlag, welcher beim Kochen zusammenballt, sich dabei nur langsam zersetzt und in viel Ammoniak löslich ist. Ebenso erzeugt Silbernitrat in der reinen wässrigen Lösung des Chlorkörpers einen farblosen amorphen Niederschlag, der beim Kochen nicht verändert wird.

Die Basicität der Chlorverbindung ist wie bei dem isomeren Chlorxanthin sehr gering. In verdünnten Mineralsäuren löst sie sich wenig mehr als in reinem Wasser. Dagegen wird sie von concentrirter Schwefelsäure leicht aufgenommen, und nach dem Verdünnen mit Wasser scheidet sie sich erst allmählich wieder ab.

Mit rauchender Salzsäure übergossen, werden die glänzenden Nadeln des 3-Methyl-2. 8-dioxy-6-chlorpurins trübe, weil ein Hydrochlorat entsteht. Letzteres löst sich, wenn genug Säure angewandt war, auf Zusatz von Wasser klar auf. Das Verhalten ist also gerade umgekehrt, wie bei dem isomeren 3-Methyl-8-chlorxanthin, welches sich in rauchender Salzsäure löst und beim Verdünnen mit Wasser ausfällt. Trotzdem lässt sich dieser Unterschied nicht zur Trennung der beiden isomeren Körper benutzen, weil das 3-Methyl-2. 8-dioxy-6-chlorpurin zu leicht durch die Salzsäure in Methylharnsäure zurückverwandelt wird. Das tritt zumal in der Wärme rasch ein.

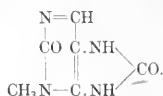
Während eine gesättigte wässrige Lösung des Chlorkörpers auch nach mehrstündigem Kochen mit Silbernitrat keine Chlorreaction giebt, trat nach Zusatz von 5 Procent Salzsäure bald die Abscheidung von

Methylharnsäure ein, und nach einstündigem Kochen war die Ver-
wandlung vollständig.

In Folge dieser leichten Abspaltung des Chlors, welche für die
Verbindung charakteristisch ist, giebt sie auch bei der Behandlung mit
warmer verdünnter Salpetersäure oder mit Salzsäure und Kaliumchlorat
recht stark die Murexidprobe.

Die aus dem Chlorid regenerirte Methylharnsäure ist, wie später
gezeigt wird, ein Gemisch von ζ - und δ -Verbindung.

3-Methyl-2. 8-dioxyapurin



Dasselbe entsteht aus dem Chlorkörper durch Reduction mit Jod-
wasserstoff. Man übergiesst zu dem Zweck das gepulverte Product
mit der 12fachen Menge Jodwasserstoffsäure vom specifischen Gewicht
1.96. fügt Jodphosphonium hinzu und erwärmt auf dem Wasserbade.
Bei Anwendung von 30^{gr} erfordert die Operation etwa 1 Stunde. Beim
Abkühlen der klaren Lösung schied sich das Jodhydrat des 3-Methyl-
2. 8-dioxyapurins in ziemlich grossen, gelb gefärbten Prismen ab. Die-
selben werden nach guter Abkühlung auf Glaswolle filtrirt, dann in
Wasser gelöst und durch vorsichtigen Zusatz von Ammoniak zerlegt.
Die erste Krystallisation der freien Base betrug 15^{gr}, aus der Mutter-
lauge wurden durch Einengen noch 2^{gr}.5 erhalten. Ferner gab die jod-
wasserstoffsäure Mutterlauge nach dem Eindampfen im Vacuum, Auf-
nehmen mit Wasser und Neutralisation mit Ammoniak weitere 4^{gr}.5 Base,
so dass von letzterer 22^{gr} oder etwas über 90 Procent der Theorie ge-
wonnen werden.

Das Rohproduct ist manchmal durch kleine Mengen einer halogen-
haltigen Substanz verunreinigt, welche weder durch Krystallisation,
noch durch weitere Behandlung mit Jodwasserstoff entfernt werden
kann. In dem Falle wird am besten das Product mit rauchender Salz-
säure zwei Stunden auf 110° erhitzt, wobei jene Halogenverbindung
zerfällt. Beim Erkalten der Lösung krystallisirt dann das Chlorhydrat
der Base in derben, farblosen Prismen, welche aus Wasser umkrystalli-
sirt und mit Ammoniak zerlegt die reine Base liefern.

War das Rohproduct halogenfrei, so genügt es, zur Reinigung
dasselbe aus etwa 40 Theilen kochenden Wassers umzukrystallisiren.
Beim Abkühlen fällt dann die Base zuerst in ziemlich derben, wasser-
hellen Prismen aus, welche zuweilen auch tafelförmig ausgebildet sind
und folgendes merkwürdige Verhalten zeigen: Bei weiterer Abkühlung

zerfallen sie in der Lösung unter deutlichem Knistern und Herumspringen der Zertrümmerungsproducte. Besonders auffällig wird die Erscheinung, wenn man die noch warme Lösung sammt den Krystallen in Eiswasser stellt. Nach kurzer Zeit sind dann die derben Prismen unter den eben erwähnten Erscheinungen zu einem Pulver zerfallen, und gleichzeitig scheiden sich aus der Lösung nicht mehr Prismen, sondern Blättchen ab. Das oben erwähnte Hydrochlorat zeigt übrigens die gleiche Eigenschaft. Die Beobachtung ist principiell nicht neu, da Verwandlungen von Krystallen in andere Formen beim Wechsel der Temperatur keineswegs selten sind.¹ Aber die Heftigkeit, mit welcher die Veränderung hier beim Fallen der Temperatur erfolgt, erscheint doch recht ungewöhnlich, denn die ebenfalls explosionsartig verlaufende Umwandlung des Aragonits in Kalkspath findet umgekehrt bei Wärmezufuhr, und zwar erst bei Rothgluth, statt.

Für die Analyse dienten die in der Kälte beständigen Krystalle, d. h. die Blättchenform. Nach dem Waschen mit Alkohol und Aether und Trocknen im Exsiccator enthielten sie noch $\frac{1}{2}$ Mol. Krystallwasser, welches bei 110° entwich.

0.571606 gaben 43.71 bei 9° und 749^{mm} .

Berechnet für $C_6H_6N_4O_2 + \frac{1}{2}H_2O$

32.00 Procent N

Gefunden

31.77 Procent.

0.574773 verloren 0.570263 bei 110° .

Berechnet für $C_6H_6N_4O_2 + \frac{1}{2}H_2O$

5.14 Procent H_2O

Gefunden

5.51 Procent.

Die getrocknete Substanz gab folgende Zahlen:

0.571526 gaben 0.572412 CO und 0.570555 H_2O .

Berechnet für $C_6H_6N_4O_2$

43.37 Procent C

3.61 Procent H

Gefunden

43.10 Procent

4.04 Procent.

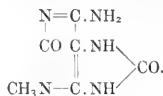
Die Base hat keinen Schmelzpunkt, sondern zersetzt sich bei hoher Temperatur. Sie löst sich in ungefähr 35–40 Theilen Wasser. Sie ist ferner leicht löslich in verdünnten Säuren, verdünnten Alkalien und überschüssigem Ammoniak. Das Ammoniaksalz wird aber beim Eindampfen der Lösung zerlegt. Ihre ammoniakalische Lösung giebt mit Silbernitrat einen beim Kochen beständigen Niederschlag, welcher entweder gallertig ist oder aus äusserst feinen Nadelchen besteht. Ebenso liefert sie in salpetersaurer Lösung mit Silbernitrat beim längern Stehen

¹ Eine Zusammenstellung der wichtigsten Fälle findet sich in LEHMANN'S Molecularphysik I. 153.

kurze feine Prismen eines Doppelsalzes. Bei der Behandlung mit Salzsäure und Kaliumchlorat giebt sie nicht die Murexidreaction und unterscheidet sich dadurch scharf von den Xanthinen.

Um die Structur der Verbindung festzustellen, wurde sie der erschöpfenden Methylierung unterworfen, d. h. in der für $2\frac{1}{2}$ Mol. berechneten Menge Normalkalilauge gelöst und nach Zusatz von $2\frac{1}{2}$ Mol. Jodmethyl im geschlossenen Rohr eine Stunde unter zeitweisem Schütteln auf 100° erhitzt. Beim Verdampfen der Lösung unter vermindertem Druck blieb ein Rückstand, aus welchem sich durch siedendes Chloroform eine erhebliche Menge 3. 7. 9-Trimethyl-2. 8-dioxy-purin (gefunden Schmelzp. 248° , corr. 254°) ausziehen liess. Daraus folgt also auch für die vorliegende Verbindung, dass sie ein 2. 8-Dioxy-purin ist, während für das Methyl sich aus anderen Gründen die Stellung 3 ergibt.

3-Methyl-6-amino-2. 8-dioxy-purin



Zur Darstellung desselben werden 3^{sr} des 3-Methyl-2. 8-dioxy-6-chlorpurins mit 60^{cm} 18procentigem Ammoniak 10 Stunden auf 135° bis 140° erhitzt. Die in der Wärme klare Lösung wird beim Erkalten gallertartig und scheidet beim Reiben das Ammoniaksalz der Amino-verbinding als dicken, aus feinen Nadelchen bestehenden Brei ab. Ohne Filtration wird der Röhreninhalt im dreifachen Volumen heissen Wassers gelöst und bis zum Verschwinden des Ammoniaks gekocht. Dabei fällt der Aminokörper als pulvrige weisse Masse aus. Da das Rohproduct noch eine chlorhaltige Beimengung enthielt, so wurde es zu ihrer Zerstörung mit 6^{cm} Jodwasserstoffsäure (spec. Gew. 1.96) unter Zusatz von wenig Jodphosphonium auf dem Wasserbade bis zur völligen Entfärbung erhitzt, dann zur Entfernung des Jodwasserstoffs möglichst stark eingedampft und aus dem Rückstand die Base in der zuvor beschriebenen Weise mit Ammoniak abgeschieden. Zur weiteren Reinigung des so gewonnenen Praeparates diente das Hydrochlorat. Löst man die Base in heisser, etwa 5procentiger Salzsäure, wovon ungefähr die 20fache Menge erforderlich ist, und kocht mit Thierkohle, so scheidet sich aus dem Filtrat beim Erkalten das Hydrochlorat in weissen, zu Büscheln vereinigten Nadelchen ab. Eventuell muss das Lösen in Salzsäure und die Behandlung mit Thierkohle wiederholt werden. Aus dem so gereinigten Salz wurde dann die Base wieder mit Ammoniak in Freiheit gesetzt und für die Analyse bei 130° getrocknet.

$\text{O}^{\text{fr}}1291$ gaben $41^{\text{cem}}5$ N bei 12° und 762^{mm}

$\text{O}^{\text{fr}}2016$ gaben $0^{\text{fr}}2919$ CO_2 und $0^{\text{fr}}0761$ H_2O .

| Berechnet für $\text{C}_6\text{H}_7\text{N}_5\text{O}_2$ | Geunden |
|--|---------------|
| 38.67 Procent N | 38.26 Procent |
| 39.78 " C | 39.79 " |
| 3.86 " H | 4.19 " |

Das 3-Methyl-6-amino-2.8-dioxypurin bildet ein weisses, un-
deutlich krystallinisches Pulver, welches auch in heissem Wasser ausser-
ordentlich schwer löslich ist und sich beim Erhitzen ohne zu schmelzen
zersetzt. Es ist eine schwache Base, denn seine Salze werden schon
durch Wasser zerlegt. Die schönen Eigenschaften des Hydrochlorats
sind schon oben erwähnt. Das Sulfat krystallisirt aus der Lösung der
Base in möglichst wenig warmer, verdünnter Schwefelsäure beim Erkal-
ten in feinen Nadeln oder Spiessen, welche häufig zu Kugeln vereinigt
sind. In der salzsauren Lösung erzeugt Goldchlorid nach einiger Zeit
einen Niederschlag von sehr feinen, gelben, biegsamen Nadeln.

Kalium- und Natriumsalz der Base sind in Wasser sehr leicht,
in concentrirter Lauge dagegen schwer löslich und krystallisiren beide
daraus in sehr feinen weissen Nadelchen. Von Salpetersäure wird
der Aminokörper in der Wärme alsbald zerstört, und die Lösung giebt
dann stark die Murexidprobe.

Methylierung des 3-Methyl-2.8-dioxy-6-chlorpurins.

Das Halogen ist in der Verbindung so beweglich, dass es bei
der Methylierung auf nassem Wege abgespalten wird und Hydroxy-
caffein entsteht, wie folgender Versuch zeigt.

1^{gr} des Chlorkörpers wurde mit $1^{\text{gr}}62$ Jodmethyl und $11^{\text{cem}}4$ Nor-
malkalilauge (beides $2\frac{1}{2}$ Mol.) unter kräftigem Schütteln im Wasser-
bade erhitzt. Nach etwa 15 Minuten war das Jodmethyl gelöst, wor-
auf noch 1 Stunde weitererhitzt wurde. Die Flüssigkeit hatte dann
eine röthlichbraune Färbung angenommen. Beim Erkalten schied sich
eine geringe Menge feiner weisser Nadeln ab, die Flüssigkeit reagirte
stark sauer. Der Röhreninhalt wurde zur Trockne verdampft und der
röthliche Rückstand mit siedendem Chloroform erschöpft. Beim Ver-
dampfen des Chloroforms hinterblieb eine röthlich weisse Masse, deren
Menge etwas über $0^{\text{fr}}5$ wog. Sie wurde aus siedendem Alkohol unter
Behandlung mit Thierkohle umkrystallisirt. Man gewann so weisse,
seidenglänzende Nadelchen, die noch Spuren von Halogen enthielten.
Nach nochmaligen Umkrystallisiren aus Alkohol war das Product
völlig halogenfrei.

Die Substanz schmolz bei etwa 341° (corr.) unter schwacher Gasentwicklung zu einer hellen Flüssigkeit. Sie ging beim Kochen mit etwa 25 Theilen Wasser klar in Lösung und krystallisirte daraus in weissen, langen, glänzenden Nadeln.

Zur Analyse wurde sie bei 100° getrocknet.

0.1337 gaben 0.2245 CO_2 und 0.0617 H_2O .

| Berechnet für $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_3$ | Gefunden |
|---|-----------------|
| 45.71 Procent C | 45.79 Procent C |
| 4.76 " H | 5.13 " H |

Beim Kochen mit Phosphoroxy- und -pentachlorid ging das Product in Lösung und aus dieser liess sich Chlorcaffein isoliren, das an der Krystallform und am Schmelzpunkt $188-189^{\circ}$ (corr. $192-193^{\circ}$) erkannt wurde.

An Stelle des Hydroxycaffeins wurde in einem Falle unter Bedingungen, die sich später nicht mehr genau praecisiren liessen, ein jodhaltiges Product erhalten, welches in heissem Wasser leicht löslich war, daraus in feinen, verfilzten Nadeln krystallisirte und nach der Analyse ein Trimethyldioxyjodpurin zu sein schien (gefunden 38.54 Procent J, berechnet 39.67). Beim Kochen mit Mineralsäuren ging dieses Product in 3. 7. 9-Trimethylharnsäure über, welche durch das charakteristische Silbersalz und die Analyse identificirt wurde.

| Berechnet für $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_3$ | Gefunden |
|---|-----------------|
| 45.71 Procent | 45.74 Procent C |
| 4.76 " " | 4.82 " H |
| 26.66 " " | 27.15 " N |

Leider ist die Darstellung dieses Jodkörpers später nicht mehr gelungen.

Verwandlung des 3-Methyl-2. 8-dioxy-6-chlorpurins in 3-Methylchlorxanthin.

Das Chlorid der ζ -Methylharnsäure wird bei der Temperatur von 130° , welche sich für die Darstellung am geeignetsten gezeigt hat, langsam weiterverwandelt in Producte, welche im Phosphoroxychlorid gelöst bleiben. Rascher und vollständig erfolgt diese Veränderung bei 140° . Erhitzt man 1.54 des feingepulverten, scharf getrockneten Chlorkörpers im geschlossenen Rohr mit 10^{cm} Phosphoroxychlorid im Ölbad unter fortwährender Bewegung auf $140-145^{\circ}$, so tritt nach etwa $2\frac{1}{2}$ Stunden völlige Lösung ein, und nach weiterem einstündigen Erhitzen ist die Verwandlung beendet. Beim Abdestilliren des Phosphoroxychlorids im Vacuum hinterbleibt ein braunrother Syrup, wel-

cher, mit 60^{cm} lauwarmen Wassers geschüttelt, zum grössten Theil in Lösung geht, während eine amorphe gelbe Masse ausgeschieden wird. Die wässrige Flüssigkeit enthält wahrscheinlich eine Phosphorsäureverbindung, deren Natur nicht weiter ermittelt wurde, welche aber beim Eindampfen der salzsauren Lösung zerlegt wird und reichliche Mengen von 3-Methylchlorxanthin liefert. Letzteres scheidet sich beim Eindampfen auf dem Wasserbade als gelbe krystallinische Masse ab. Die Menge des Rohproductes betrug nach dem Waschen mit Wasser 0^{gr}9. Es wurde zunächst in verdünntem Ammoniak gelöst, mit Thierkohle behandelt und mit Salzsäure wieder gefällt, wobei die Menge auf 0^{gr}7 zurückging. Da das Praeparat noch immer schwach gelb gefärbt war, so wurde es jetzt in das Barytsalz verwandelt, letzteres nochmals mit Thierkohle behandelt und schliesslich das farblose, schön krystallisirte Salz wieder mit Salzsäure zerlegt. Das so gewonnene 3-Methylchlorxanthin zeigte die früher beschriebenen Eigenschaften. Das krystallisirte Praeparat enthielt 1 Mol. Wasser, und das getrocknete Product hatte den Chlorgehalt, welcher der Formel C₆H₅N₄O₂Cl entspricht.

0^{gr}2425 verloren bei 125–130° 0^{gr}0207.

Berechnet für C₆H₅N₄O₂Cl + H₂O

8.24 Procent H₂O

Gefunden

8.53 Procent

0^{gr}1585 der getrockneten Substanz gaben 0^{gr}1156 AgCl.

Berechnet für C₆H₅N₄O₂Cl

17.7 Procent Cl

Gefunden

18.04 Procent.

In Folge der umständlichen Reinigung war die Ausbeute an ganz reinem Product ziemlich gering; trotzdem kann man sagen, dass die ursprüngliche Verwandlung, wie die obigen Zahlen zeigen, mit wenigstens 50 Procent Ausbeute von Statten geht.

Vergleich der ζ-Methylharnsäure mit der δ-Methylharnsäure und Verwandlung der letzteren in 3-Methylchlorxanthin.

Wie schon oben erwähnt, sind die δ- und ζ-Säure in den äusseren Eigenschaften, Löslichkeit, Krystallwassergehalt, Verhalten in der Hitze, Aussehen und Löslichkeit der Kalisalze zum Verwechseln ähnlich. Ein sicheres Unterscheidungsmittel bietet aber das Verhalten gegen Phosphoroxychlorid bei 130°. Unter denselben Bedingungen, wo die ζ-Säure in ungelöstes 3-Methyl-2.8-dioxy-6-chlorpurin übergeht, bleibt die δ-Säure grösstentheils unverändert, und der Theil, der angegriffen wird, geht in Lösung. 0^{gr}35 δ-Säure, welche nach der BEHREND'schen Methode dargestellt und bei 150° getrocknet war, wurde mit 1 $\frac{1}{2}$ ^{cm} frisch destillirten Phosphoroxychlorids 5 $\frac{1}{2}$ Stunden

unter dauernder Bewegung im Ölbad auf 130° erhitzt, und zwar parallel mit einer Probe ζ -Methylharnsäure.

Die Verschiedenheit beider Praeparate gab sich schon durch den Anblick des Rohrinhalts nach beendigtem Erhitzen zu erkennen. Denn bei der ζ -Säure war ein krystallinisches, in der Flüssigkeit untersinkendes Pulver entstanden, welches nach dem Abfiltriren und Umlösen aus Ammoniak als reines 3-Methyl-2.8-dioxy-6-chlorpurin erkannt wurde, während die unveränderte leichte δ -Säure in der Flüssigkeit suspendirt blieb. Sie wurde nach dem Erkalten vom Phosphoroxychlorid durch Absaugen und Waschen mit Aether befreit und das Praeparat enthielt dann nur noch Spuren von Chlor. Nach einmaligem Lösen in heissem, verdünntem Ammoniak und Ausfällen mit Mineralsäuren war auch der Rest von Chlor verschwunden. Dieser Versuch wurde mit dem gleichen Erfolge viermal ausgeführt, wobei die von Hrn. BEHREND uns zur Verfügung gestellte Säure einmal direct verwendet wurde, und dreimal, nachdem sie zuvor in das schön krystallisirende neutrale Kaliumsalz verwandelt und daraus durch Fällen mit Säuren wieder abgeschieden war.

Die Menge der zurückgewonnenen rohen Säure betrug 85–90 Procent des angewandten Materials. Der Rest wird von dem Phosphoroxychlorid gelöst und geht dabei theilweise in 3-Methylehlorxanthin über.

Diese Verwandlung erfolgt viel vollständiger, wenn man die Menge des Phosphoroxychlorids vermehrt und die Temperatur etwas steigert. Als $0^{\text{er}}4$ der trockenen und fein gepulverten Säure mit $2^{\text{er}}4$ Phosphoroxychlorid unter fortwährender Bewegung auf 140 – 145° erhitzt wurden, war nach $8\frac{1}{2}$ Stunden klare Lösung eingetreten, nach weiterem einstündigem Erhitzen wurde die braunrothe Flüssigkeit unter vermindertem Druck zur Entfernung des Phosphoroxychlorids verdampft und der rückständige Syrup in etwa 100^{cm} lauwarmen Wassers gelöst. Es entstand dabei eine gelbrothe Flüssigkeit, welche von einem geringen amorphen Niederschlag abfiltrirt und auf dem Wasserbade eingedampft wurde. Die Erscheinungen waren die gleichen wie die bei der Verwandlung des 3-Methyl-2.8-dioxy-6-chlorpurins in 3-Methylehlorxanthin. Das letztere schied sich auch hier beim Eindampfen in dem Maasse, wie die in der Flüssigkeit enthaltene Salzsäure wirkte, wahrscheinlich aus einer in Wasser löslichen Phosphorverbindung allmählich als gelbe krystallinische Masse ab. Es wurde über das Barytsalz gereinigt, zeigte dann die feinen glänzenden Nadelchen des 3-Methylehlorxanthins, welche sich bei schnellem Erhitzen gegen 346 – 348° zersetzten, und wurde noch durch die weitere Überführung in Chlortheobromin (Schmelzp. 304° corr.) identificirt. Die Reaction verläuft

ziemlich glatt, denn die Ausbeute an rohem 3-Methylchlorxanthin betrug 75 Procent, nach dem Reinigen über das Barytsalz noch 35 Procent der angewandten δ -Methylharnsäure.

Verwandlung der δ -Methylharnsäure in Tetramethylharnsäure.

Da unser Material nicht ausreichte, um die Methylierung der Verbindung genau zu studiren, so haben wir uns damit begnügt, die Überführung in Tetramethylharnsäure festzustellen. Die Säure wurde in der für $3\frac{1}{2}$ Mol. berechneten Menge Normalkalilauge gelöst und mit der entsprechenden Menge Jodmethyl eine Stunde lang unter öfterem Schütteln auf 100° erhitzt, dann die mit Essigsäure schwach angesäuerte Flüssigkeit im Vacuum verdampft, der Rückstand mit kalter starker Kalilauge behandelt und die Tetramethylharnsäure mit Chloroform ausgeschüttelt. Das Praeparat zeigte die charakteristische Umwandlung der zuerst aus Wasser oder Alkohol anschliessenden feinen Nadeln in die derbere monokline Form, welche den richtigen Schmelzpunkt zeigte.

Bei dieser Gelegenheit wollen wir auch das neutrale Kaliumsalz der δ -Methylharnsäure beschreiben. Es entsteht unter denselben Bedingungen, wie das Salz der ζ -Säure, wenn man 1^{gr} der Säure in 10^{cem} Doppelnormalkalilauge warm löst, auf Zimmertemperatur abkühlt und mit 20^{cem} absolutem Alkohol versetzt, wobei nach kurzer Zeit das Salz in sehr feinen, farblosen mikroskopischen Nadelchen ausfällt, welche die Flüssigkeit breiartig erfüllen. Es löst sich leicht in Wasser und giebt beim Übersättigen mit Salzsäure wieder δ -Methylharnsäure.

Verwandlung der ζ -Methyl- in die δ -Methylharnsäure.

Zuerst haben wir diese für die Beurtheilung der Isomerie besonders interessante Umlagerung mit Hülfe des 3-Methyl-2.8-dioxy-6-chlorpurins ausgeführt. Letzteres wird, wie zuvor schon erwähnt ist, durch Kochen mit verdünnten Säuren, z. B. 5procentiger Salzsäure, ziemlich rasch unter Abspaltung des Halogens in Methylharnsäure zurückverwandelt und diese erwies sich bei der Prüfung mit Phosphoroxychlorid als ein Gemisch von δ - und ζ -Säure.

0^{gr}9 des Productes wurden nach scharfem Trocknen mit 3^{cem}5 frisch destillirten Phosphoroxychlorids $5\frac{1}{2}$ Stunden unter dauernder Bewegung auf $130-132^\circ$ erwärmt und nach dem Erkalten der ungelöste Theil filtrirt und mit Aether gewaschen. Seine Menge betrug nach dem Lösen in Ammoniak und Wiederausfällen durch Säure 0^{gr}53, während bei der Controlprobe, welche mit der gleichen Quantität reiner ζ -Me-

thyllharnsäure genau unter den gleichen Bedingungen angestellt war, dieser Rückstand 0^{gr}44 wog. Im letzten Falle war das Product so gut wie reines 3-Methyl-2.8-dioxy-6-chlorpurin, denn es löste sich glatt in 110 Theilen siedenden Wassers. Im andern Falle dagegen war der Rückstand ein Gemisch von diesem Chlorid mit δ -Methylharnsäure. Zu ihrer Trennung wurden die 0^{gr}53 mit 55^{ccm} Wasser ausgekocht, wobei das Chlorid völlig in Lösung ging, während 0^{gr}3 chlorfreies Product zurückblieb. Dieses zeigte die Eigenschaften der δ -Methylharnsäure, lieferte beim Lösen in der 10fachen Volummenge Doppelnormalkalilauge und Versetzen mit der 20fachen Volummenge absoluten Alkohols das charakteristische Kalisalz, insbesondere gab es bei nochmaliger Behandlung mit Phosphoroxychlorid in der oben beschriebenen Weise gar kein unlösliches Chlorid.

In kleiner Menge scheint sich ferner die δ -Methylharnsäure beim Erhitzen des Isomeren mit starker Salzsäure auf 100° zu bilden.

1^{gr}5 ζ -Methylharnsäure wurden mit 30^{ccm} Salzsäure vom spec. Gew. 1.19 während 9 Stunden im Wasserbade erhitzt. Aus der bald entstandenen klaren Lösung hatte sich zu Ende der Operation eine kleine Menge von hübschen Prismen abgeschieden, welche bei Berührung mit Wasser sofort trübe wurden und aller Wahrscheinlichkeit nach eine unbeständige Verbindung mit Salzsäure waren. Aus der salzsauren Lösung schied sich bei starkem Verdünnen mit Wasser die Methylharnsäure ab. Ihre Menge betrug nach dem Trocknen bei 150° 1^{gr}3. Diese wurden mit 5^{ccm}3 Phosphoroxychlorid 5½ Stunden auf 130° erhitzt und der ungelöste Theil nach dem Filtriren in Ammoniak gelöst und mit Säure gefällt. Als die hierbei ausgefällten 0^{gr}8 mit 90^{ccm} Wasser ausgekocht und dadurch alles Chlorid entfernt war, enthielt der Rückstand von 0^{gr}12 nur noch Spuren von Chlor und wir halten ihn nach seinen Eigenschaften, soweit die kleine Menge eine Prüfung zuließ — sie wurde auf dem oben angegebenen Wege in das charakteristische Kalisalz verwandelt —, für δ -Methylharnsäure.

Ungleich vollkommener findet die Bildung der letzteren aus dem Isomeren statt beim Erhitzen mit Alkalien, wie folgender Versuch zeigt. 4^{gr}5 krystallwasserhaltige Säure wurde in 50^{ccm} Normalkalilauge (wenig mehr als 2 Mol.) heiss gelöst und im verschlossenen Rohr 16 Stunden im Wasserbade erhitzt. Die Flüssigkeit roch dann schwach nach Ammoniak und schied beim Erkalten ein Kalisalz als dichten, undeutlich krystallinischen Niederschlag ab. Die aus der warmen Lösung durch Salzsäure gefällte Methylharnsäure wurde zur Trennung von Kieselsäure in verdünntem Ammoniak heiss gelöst, durch Ansäuern wieder gefällt und bei 150° getrocknet. Die Prüfung dieses Productes, welches 3^{gr}9 wog, mit Phosphoroxychlorid zeigte, dass es grössten-

theils aus δ -Methylharnsäure bestand; denn der unlösliche Rückstand, welcher nach $5\frac{1}{2}$ -stündiger Behandlung mit Phosphoroychlorid blieb und welcher nach dem Umlösen aus Ammoniak noch 65 Procent der angewandten Säure betrug, war frei von Chlor. Um ihn als δ -Methylharnsäure weiter zu charakterisiren, wurde noch das schön krystallisirte neutrale Kalisalz dargestellt. Die aus ihm regenerirte freie Säure ($0^{\text{sr}}5$) löste sich in 280^{cm} siedendem Wasser und das nach dem Erkalten abgeschiedene Krystallpulver enthielt auch 1 Mol. Wasser.

$0^{\text{sr}}3367$ verloren bei 150° $0^{\text{sr}}0303$.

Berechnet für $C_6H_5N_4O_3 + H_2O$

9.00 Procent H_2O

Gefunden

9.00 Procent.

Bei erneuter Behandlung mit Phosphoroychlorid gab das Praeparat gar kein unlösliches Chlorid.

Wir schliessen aus diesen Beobachtungen, dass die ζ -Methylharnsäure unter den Bedingungen des Versuches zum grössten Theil in die δ -Verbindung übergegangen war. Vollständig scheint die Umwandlung aber nicht zu sein, denn bei einem zweiten Versuch gab die Behandlung mit Phosphoroychlorid auch etwas, aber relativ wenig, 3-Methyl-2. 8-dioxy-2-chlorpurin.

Verwandlung der δ -Methyl- in die ζ -Methylharnsäure.

Dieselbe erfolgt beim langen Erhitzen mit starker Salzsäure auf 100° , ist aber selbstverständlich nicht vollständig, weil die Reaction, wie oben beschrieben, auch im umgekehrten Sinne verläuft.

1^{sr} δ -Methylharnsäure, welche aus der ζ -Verbindung dargestellt und durch Behandlung mit Phosphoroychlorid sehr sorgfältig gereinigt war, wurde in 15^{cm} Salzsäure (spec. Gew. 1.19) gelöst, 18 Stunden im geschlossenen Rohr auf 100° erhitzt und dann durch starkes Verdünnen mit kaltem Wasser wieder ausgefällt. Der Niederschlag, welcher nach dem Trocknen bei 150° $0^{\text{sr}}7$ wog, war ein Gemisch von δ - und ζ -Säure; denn bei der Trennung mit Phosphoroychlorid in der mehrfach beschriebenen Weise wurden $0^{\text{sr}}21$ 3-Methyl-2. 8-dioxy-6-chlorpurin und $0^{\text{sr}}2$ unveränderte δ -Methylharnsäure gewonnen.

Oxydation der Monomethylharnsäuren zu Methylallantoïn.

Schon HIL¹ hat die von ihm entdeckte α -Methylharnsäure mit Permanganat oxydirt und dabei das erste Methylallantoïn gefunden. Er beobachtete, dass dasselbe unter Zersetzung bei 225° schmelze, und charakterisirte es noch näher durch Überführung in Methylhydantoïn.

¹ Bericht d. D. chem. Ges. 9, 1090.

Die nächste Angabe ähnlicher Art wurde erst in neuester Zeit durch v. LOEBEN bei der Beschreibung der δ -Methylharnsäure¹ gemacht. Da die Anwendung des Permanganats ihm unbefriedigende Resultate gab, so benutzte er wieder das ursprünglich von WÖHLER und LIEBIG angewandte Bleisuperoxyd. Er erhielt so, mit einer Ausbeute von 26 Procent ein Methylallantoïn, welches bei 246° schmolz, und welches er deshalb für verschieden von dem HILL'schen Körper hielt. Wir haben nun zum Vergleich alle Monomethylharnsäuren mit Ausnahme der δ -Verbindung, bei welcher uns das Material fehlte und wo auch die v. LOEBEN'schen Angaben ausreichend sind, der gleichen Reaction unterworfen und dabei vergleichsweise die Oxydation sowohl mit Permanganat, wie mit Bleisuperoxyd ausgeführt. In der Mehrzahl der Fälle führen beide zum Ziel. Nur bei der 1-Methylharnsäure gab das Bleisuperoxyd sehr schlechte, aber das Permanganat um so bessere Resultate. Unsere Versuche haben nun ergeben, dass α -, ζ - und 9-Methylharnsäure dasselbe Methylallantoïn liefern, welches bei raschem Erhitzen bei 248–252° (corr. 255–259°) unter Zersetzung schmilzt und offenbar identisch ist mit dem Product, welches v. LOEBEN aus δ -Methylharnsäure gewann. Die Angabe von HILL, dass dieses Methylallantoïn schon bei 225° unter Zersetzung schmelze, ist vielleicht durch eine Verunreinigung der Substanz oder auch durch sehr langsames Erhitzen bei der Bestimmung des Schmelzpunktes zu erklären. Möglicherweise hat auch Hr. HILL für den Versuch keine reine α -Methylharnsäure, welche recht schwer zu gewinnen ist, benutzt. Wir nennen dieses Methylallantoïn jetzt zum Unterschied von dem neu aufgefundenen Isomeren die α -Verbindung. Die isomere β -Verbindung wurde von uns sowohl aus 1-Methyl- wie aus 7-Methylharnsäure erhalten. Sie schmilzt bei raschem Erhitzen unter Zersetzung bei 219–221° (corr. 225–227°) und krystallisirt mit 1 Mol. Wasser. Bei der Reduction mit Jodwasserstoff liefert sie das α -Methylhydantoïn vom Schmelzp. 180–181° (corr. 184–185°).

Da der Verlauf der Reaction in den verschiedenen Fällen sich etwas ändert, so scheint es nöthig, die einzelnen Versuche anzuführen.

Oxydation der 7-Methylharnsäure.

Die fein zerriebene Säure wird in ungefähr 15 Theilen siedenden Wassers suspendirt und dann allmählich angeschlämmtes Bleisuperoxyd (ungefähr $1\frac{1}{2}$ Mol. auf 1 Mol. Methylharnsäure) eingetragen, bis seine bräunliche Farbe nicht mehr verschwindet. Die Operation dauert bei 3–5^{gr} etwa $\frac{1}{2}$ Stunde. Dann wird heiss filtrirt, die Flüssigkeit mit

¹ LIEBIG'S Annal. d. Chemie 298, 181.

Schwefelwasserstoff entbleit, stark eingedampft und der Krystallisation überlassen. Die Ausbeute betrug bei Anwendung von 3^{gr} Methylharnsäure 1^{gr}2 schon ziemlich reines β -Methylallantoin. Für die Analyse wurde das Product nochmals aus heissem Wasser unter Zusatz von etwas Thierkohle umkrystallisirt und so in grossen, farblosen, schief abgeschnittenen Prismen erhalten. Die an der Luft getrockneten Krystalle enthalten 1 Mol. Wasser, welches bei 100° entweicht.

I. 0^{gr}2969 verloren bei zweistünd. Erh. auf 100° 0^{gr}0287

II. 0^{gr}1692 " " " " " 100° 0^{gr}0162

Berechnet für $C_5H_8N_4O_3 + H_2O$

Gefunden

9.47 Procent

I. 9.67 Procent

II. 9.57 "

Beim Stehen an der Luft wird das Wasser nicht wieder aufgenommen. Die getrocknete Substanz gab folgende Zahlen:

0^{gr}1194 gaben 33^{cem}2 N bei 14° und 753^{mm}

0^{gr}1338 gaben 0^{gr}1709 CO₂ und 0^{gr}0575 H₂O.

Berechnet für $C_5H_8N_4O_3$

Gefunden

32.56 Procent N

32.41 Procent

34.88 " C

34.83 "

4.65 " H

4.77 "

Das β -Methylallantoin schmilzt beim raschen Erhitzen ziemlich constant bei 219–221° (corr. 225–227°) und zersetzt sich unmittelbar hinterher unter Gasentwicklung und Gelbfärbung. In heissem Wasser ist es ziemlich leicht löslich und krystallisirt daraus nach dem Erkalten ziemlich langsam.

Zur Umwandlung in Methylhydantoin wurden 0^{gr}5 mit 5^{cem} 60-procentigen Jodwasserstoffs 25 Minuten lang auf dem Wasserbade erhitzt, dann in 10^{cem} Wasser gegossen, das Jod mit Schwefelwasserstoff reducirt, die Flüssigkeit mit überschüssigem Bleicarbonat geschüttelt und das Filtrat im Vacuum zur Trockne verdampft. Beim Behandeln des Rückstandes mit kaltem Wasser ging das Methylhydantoin in Lösung und schied sich beim Verdunsten des Filtrats krystallinisch aus. Nach dem Trocknen auf porösem Thon betrug die Menge der Krystalle 0^{gr}18. Zur völligen Reinigung wurde das Product mit Benzol ausgekocht. Aus der eingeengten benzolischen Lösung schieden sich dann kleine, farblose, kurze Prismen ab, welche den Schmelzpunkt 180–181° (corr. 184–185°) zeigten und offenbar mit dem Methylhydantoin identisch sind, welches durch Methylierung des Hydantoins erhalten wurde. Die Ausbeute an reinem Praeparat betrug 0^{gr}12.

Will man die Oxydation der 7-Methylharnsäure mit Permanganat ausführen, so werden 5^{gr} Säure in 250^{cem} Wasser und 4^{gr}7 Ätzkali ge-

löst und bei 2° bis 3° mit einer ebenfalls kalten Lösung von 2^{gr}55 Kaliumpermanganat in 250^{cem} Wasser versetzt. Nach kurzer Zeit ist die Operation beendet. Die Lösung wird vom Braunstein filtrirt, sofort mit Salzsäure schwach angesäuert, auf dem Wasserbade bis zur beginnenden Krystallisation eingedampft und dann in die 10fache Menge siedenden Alkohols gegossen. Beim Verdampfen des alkoholischen Filtrats bleibt ein Syrup, welcher beim Reiben nach einiger Zeit Krystalle abscheidet. Die Ausbeute an Rohproduct beträgt etwa 3^{gr}. Dasselbe wurde aus heissem Wasser umkrystallisirt. Die Ausbeute ist ungefähr dieselbe wie bei der obigen Methode.

Oxydation der 1-Methylharnsäure.

Wie schon erwähnt, gab Bleisuperoxyd hier ein sehr schlechtes Resultat, um so besser bewährte sich das Permanganat. 0^{gr}5 der Säure wurden in 5^{cem}5 Normalkalilauge und 10^{cem} Wasser gelöst und bei +3° mit einer ebenfalls gekühlten Lösung von 0^{gr}29 Kaliumpermanganat in 16^{cem} Wasser versetzt. Bei dieser Temperatur geht die Oxydation sehr langsam von Statten. Lässt man aber die Flüssigkeit sich spontan erwärmen, so tritt bei 7–8° die Abscheidung des Mangansuperoxyds ein und ist in wenig Minuten beendet. Das Filtrat wurde mit Essigsäure schwach übersättigt, auf dem Wasserbade concentrirt und der Krystallisation überlassen. Nach 15stündigem Stehen hatte sich das Methylallantoin in farblosen grossen Nadeln abgeschieden. Seine Menge betrug 0^{gr}4, so dass der Process fast quantitativ verlaufen war. Auch nach dem Umkrystallisiren aus heissem Wasser betrug die Ausbeute noch immer 0^{gr}3. Die schönen, farblosen, prismatischen Krystalle enthielten auch 1 Mol. Wasser, welches bei 100° entweicht.

0^{gr}1391 verloren bei 100° 0^{gr}0131.

Berechnet für $C_5H_8N_4O_3 + H_2O$

9^{gr}47 Procent H_2O .

Gefunden

9^{gr}42 Procent.

Sie schmolzen ferner bei 220–221° (corr. 226–227°) und zersetzten sich hinterher. Sie verhielten sich also genau wie das oben erwähnte β -Methylallantoin.

Oxydation der 9-Methylharnsäure.

Mit Permanganat wurde sie genau so, wie oben bei der 7-Methylverbindung ausgeführt, aber die Isolirung des Methylallantoins etwas vereinfacht. Dasselbe schied sich krystallinisch ab, als die mit Salzsäure schwach übersättigte wässrige Lösung bis zur beginnenden Krystallisation eingedampft wurde und dann längere Zeit stehen blieb.

Bei Anwendung von 8^{gr} Säure betrug die Menge der Krystalle 1^{gr}4. Für die Analyse wurden sie aus 60procentigem Alkohol umgelöst. Über Schwefelsäure an der Luft getrocknet, waren die Krystalle wasserfrei.

0^{gr}1667 Subst. gaben 0^{gr}2137 CO₂ und 0^{gr}0700 H₂O.

| Berechnet für C ₅ H ₈ N ₄ O ₃ | Gefunden |
|---|---------------|
| 34.88 C | 34.95 Procent |
| 4.65 H | 4.66 » |

Beim raschen Erhitzen schmolzen sie gegen 250° unter Zersetzung. Die Krystalle sind der Form des β-Methylallantoïns ziemlich ähnlich; der charakteristische Unterschied beider Methylallantoïne liegt aber im Krystallwassergehalt und im Schmelz- bez. Zersetzungspunkt.

Das α-Methylallantoïn wird von Jodwasserstoff ähnlich der β-Verbindung reducirt, wie HILL schon bei seinem Praeparat festgestellt hat. Wir haben den Versuch mit dem obigen Producte ausgeführt und dabei ein Methylhydantoin erhalten, welches bei 155–157° schmolz. Das ist ungefähr der Schmelzpunkt, den E. SALKOWSKI für das aus Sarkosin entstehende Methylhydantoin gefunden hat (156°), während die älteren Autoren 145° angaben.

Die Oxydation der 9-Methylharnsäure lässt sich auch mit Bleisuperoxyd in der gleichen Art, wie es oben für die 7-Methylharnsäure beschrieben wurde, ausführen, nur ist es nöthig, wegen der geringen Löslichkeit der Säure in Wasser für möglichst feine Vertheilung zu sorgen. Das erhaltene Methylallantoïn schmolz ebenfalls unter Zersetzung zwischen 248° und 250° und die Ausbeute betrug 26 Procent der angewandten Säure.

Oxydation der ζ-Methylharnsäure.

Permanganat und Bleisuperoxyd leisten hier ungefähr gleich gute Dienste. Die erstere Methode wurde durch einen grössern Versuch geprüft, bei welchem 41^{gr} ζ-Methylharnsäure und 21^{gr}5 Kaliumpermanganat in Anwendung kamen. Die Säure wurde in 2 Liter Wasser unter Zusatz von 34^{gr} Ätzkali, das Permanganat in 2 Liter reinen Wassers gelöst und beide Flüssigkeiten bei +2° vermischt. Die Abscheidung des Braunsteins erfolgte ziemlich rasch. Die filtrirte Flüssigkeit wurde dann sofort mit Salzsäure ganz schwach übersättigt und rasch eingedampft, wobei die Reaction der Lösung immer deutlich sauer zu halten ist. Als die Flüssigkeit auf etwa 200^{cem} concentrirt war, begann schon in der Wärme die Abscheidung des α-Methylallantoïns. Nach 15stündigem Stehen in der Kälte waren 13^{gr} des Productes ausgefallen. Die Mutterlauge gab noch weitere 2^{gr}, so dass die Ausbeute ungefähr 37 Pro-

cent des Ausgangsmaterials betrug. Nach dem Umlösen aus kochendem Wasser, wovon ungefähr 8 Theile zum Lösen nöthig sind, zeigte das Product alle Eigenschaften, welche oben von dem α -Methylallantoin angegeben sind. Die lufttrockenen Krystalle waren krystallwasserfrei und gaben folgende Zahlen:

0.^{gr}128 gaben 35.^{cem}6 N bei 761^{mm} und 18°.

Berechnet für $C_5H_8N_4O_3$

32.56 Procent N

Gefunden

32.17 Procent.

Zur Sicherheit wurde noch 1.^{gr} mit Jodwasserstoff zum Methylhydantoin reducirt, dessen Schmelzpunkt wieder bei 157–158° gefunden wurde.

Bei der Oxydation mit Bleisuperoxyd, welche genau so wie bei der 7-Methylharnsäure angestellt wurde, betrug die Ausbeute an α -Methylallantoin 25 Procent des Ausgangsmaterials. Im Übrigen zeigte das Praeparat dieselben Eigenschaften wie das vorhergehende.

Oxydation der 3-Methylharnsäure.

Wir verwendeten für den Versuch die Säure, welche aus reinem 3-Methylchlorxanthin durch Erhitzen mit Salzsäure gewonnen war, und bei welcher man die Garantie hat, dass sie frei von den Isomeren ist, welche bei der Methylierung der Harnsäure noch nebenher entstehen. Die Oxydation wurde mit Bleisuperoxyd in der beschriebenen Weise ausgeführt. Die Ausbeute betrug allerdings nur 15 Procent des Ausgangsmaterials, aber das Product zeigte alle Eigenschaften, welche zuvor für das α -Methylallantoin angegeben sind.

Ausgegeben am 20. Juli.

SITZUNGSBERICHTE

DER

420493

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XXXVI. XXXVII.

20. JULI 1899.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung. Die sämtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordlnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41. 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfangs beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesamtkademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von eintreten in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen, auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stücke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch

nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesamtkademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besondere Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelesen werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41. 2. Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte, jedoch nicht für die bei aufgenommenen kurzen Inhaltsangaben, der getrennten Abbildungen verantwortlich. Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.

Die Abgabe von Exemplaren der »Sitzungsberichte« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, weissen nicht an besonderen Falle anders vereinbart wird, jährlich vier Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

die Stücke von Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,

die Stücke von August bis October zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

SITZUNGSBERICHTE 1899.

DER

XXXVI.

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

20. Juli. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

1. Hr. KOHLRAUSCH berichtete über eine von ihm mit Miss M. E. MALTBY ausgeführte Untersuchung über das elektrische Leitvermögen wässriger Lösungen von Alkali-Chloriden und Nitraten.

Es wird zunächst die Bestimmung des elektrischen Leitvermögens verdünnter Lösungen so ausgebildet, dass die Fehler sicher innerhalb $\frac{1}{1000}$ bleiben. Die Anwendung des Verfahrens auf die Chloride und Nitrate der Alkalimetalle zeigt, dass hier die unabhängige Beweglichkeit der Ionen in verdünnter Lösung bis zu einigen Tausendeln normaler Concentration ohne merklichen Fehler angenommen werden kann.

2. Hr. KOENIGSBERGER, correspondirendes Mitglied der Classe, hat eine Mittheilung eingesandt über die Irreductibilität algebraischer Functionalgleichungen und linearer Differentialgleichungen.

Die früher veröffentlichten Untersuchungen über die Irreductibilität algebraischer Gleichungen werden auf solche algebraische Gleichungen und lineare Differentialgleichungen ausgedehnt, deren Coefficienten innerhalb gewisser Gebiete convergente Reihen sind.

3. Hr. VOGEL legte eine Abhandlung des Hrn. Dr. J. HARTMANN in Potsdam vor: Über die relative Helligkeit der Planeten Mars und Jupiter nach Messungen mit einem neuen Photometer.

Der Verfasser hat photographische Aufnahmen der Spectra vom Mond, vom Jupiter und vom Mars mit Hülfe eines von ihm construirten photometrischen Apparats ausgemessen, und daraus abgeleitet, dass die Jupiteroberfläche die blauen und violetten Strahlen des Sonnenlichts zwölfmal stärker reflectirt als die Oberfläche des Mars.

4. Hr. KOHLRAUSCH legte eine Abhandlung der HH. Prof. L. HOLBORN und Dr. A. DAY in Charlottenburg vor: Über die Thermoelectricität einiger Metalle.

Das Verhalten von Thermoelementen aus reinem Platin, Iridium, Rhodium, Palladium, Gold, Silber und einigen Legirungen wird von -185° bis $+1300^{\circ}$ untersucht. Die elektromotorischen Kräfte stimmen in weiten Grenzen mit der Berechnung nach einem quadratischen Ausdruck sehr genau überein. Von gewissen Temperaturen

an abwärts hört die Übereinstimmung auf, was auf eine Zustandsänderung der untersuchten Metalle hindeutet.

5. Die folgenden Druckschriften wurden überreicht: durch Hrn. VOGEL: Région *b-f* du Spectre Solaire, dessinée par EUGÈNE SPÉE, Bruxelles 1899. (Text und Atlas.); durch Hrn. MÖBIUS: Mittheilungen der Zoologischen Sammlung des Museums für Naturkunde in Berlin. Band I. Heft 2 und 3. Berlin 1899, mit einer Mittheilung des Reisenden der Humboldt-Stiftung Prof. FR. DAHL über seine Studien auf den Bismarck-Inseln; ferner: Die Figur des Mondes. Von Prof. Dr. J. FRANZ. Königsberg 1899, als Bericht über Ergebnisse der Ausmessung von Mondphotographien der Lick-Sternwarte mit dem Repsold'schen Messapparat der Akademie.

Das elektrische Leitvermögen wässriger Lösungen von Alkali-Chloriden und Nitraten.

VON F. KOHLRAUSCH UND M. E. MALTBY.

Die zahlreich vorliegenden Bestimmungen elektrolytischer Leitvermögen gewähren eine Übersicht über den grössten Theil des Gebietes der wässrigen Lösungen. So genau aber, wie es zum strengen Nachweis theoretischer Beziehungen nothwendig oder zur Auffindung von solchen wünschenswerth ist, sind die Resultate wohl nicht verbürgt, und zwar aus Gründen, die theils in den elektrischen Methoden, theils in der Temperatur und endlich auch auf der chemischen Seite liegen. Von dem zunächst am meisten interessirenden Theile, nämlich von den starken Verdünnungen, gilt diess zweifellos.

Wir legen hier den Versuch eines Fortschrittes auf dem Gebiete vor, indem erstens verbürgte elektrische Maasse und Temperaturscalen angewandt, zweitens die elektrischen Methoden mit grosser Vorsicht gehandhabt werden. Sodann ist die chemische Reinheit und Concentration der Lösungen sicherer gestellt, als das gewöhnlich geschehen sein wird, und endlich wurde dem Wasser diejenige Sorgfalt zugewandt, die unter solchen Verhältnissen durchführbar ist.

Als Einheit des Leitvermögens gilt das $\text{cm}^{-1} \text{Ohm}^{-1}$. Die Messungen werden auf diese Einheit zurückgeführt mittels der vor kurzem gegebenen Grundlage¹ durch die daselbst gebrauchten und geaichteten Widerstandszellen R_1 , R_2 und XXXV. Es ergaben sich bei unseren Messungen vielfach die Verhältnisse der Capacitäten dieser Zellen. Die Einzelabweichungen zeigten einen mittleren Fehler von etwa $\pm 1/10000$, die Mittel der Verhältnisse stimmen mit den aus den früheren Zahlen berechneten noch erheblich näher überein, so dass keine Veranlassung vorlag, an den alten Zahlen eine Änderung vorzunehmen.

Die Methode der Widerstandsbestimmung war die gewöhnliche mit dem Telephon in der Brücke, aber unter Anwendung der Erfahrungen und Verbesserungen, die sich in den letzten zehn Jahren noch erge-

¹ KOHLRAUSCH, HOLBORN UND DIESELHORST. WIED. ANN. 66. 785. 1898.

ben haben. So war es, da Widerstände bis 100000 Ohm gemessen werden mussten, wesentlich, einen haltbaren möglichst capacitätsfreien Rheostaten zu besitzen, welcher von SIEMENS & HALSKE unseren Wünschen entsprechend hergestellt und in der II. Abtheilung der Reichsanstalt auf die Normale der letzteren zurückgeführt wurde; die Fehlertabelle hält sich innerhalb $\frac{1}{10000}$.

Die Beobachtung fand, ausser bei dem Wasser, stets in der Mitte des Drahtes statt. Durch beiderseitige Vorschaltung war die Empfindlichkeit des in 1000 Theile getheilten Brückendrahtes noch verzehnfacht. Nur bei der grössten Verdünnung (0.0001 normal) und dann später, wenn die Concentration 0.01 überschritten wurde, fehlte dem Tonminimum die Schärfe, welche die Vorschaltung noch lohnend erscheinen liess. Die Concentration 0.05 zeigte, in dem Becherglase bestimmt, offenbar wegen Polarisation, ein um durchschnittlich $\frac{1}{1100}$ kleineres Leitvermögen als das in den constanten Gefässen gefundene. Benutzt wurde daher das letztere. Um die elektrostatische Capacität, welche sich nicht im Rheostaten, aber in der Flüssigkeitszelle bemerkbar machte, wenn sie mit Wasser gefüllt war, zu corrigiren, diente ein kleiner Condensator. Das Telephon commutirte man, um Unsymmetrien zu eliminiren.

Besondere Vorsicht wurde auf die Anwendung so schwacher elektrischer Ströme verwandt, dass keine Stromwärme merklichen Betrages entstand. Unsere, durch Hrn. GRÜTZMACHER an die Scala der Reichsanstalt angeschlossenen Temperaturen werden bis auf 0°01 richtig sein.

Die chemischen Praeparate und, soweit es nöthig war, auch die Analyse der Lösungen verdanken wir den HH. MYLIUS, FUNK und DIETZ.

Der Mühe, die nicht unbeträchtlichen Mengen reinen Wassers selbst darstellen zu müssen, wurden wir durch die Firma KAHLBAUM enthoben, welcher es gelang, Wasser in grosser Menge von einer nicht minder guten Beschaffenheit darzustellen, wie man sie mit allen Vorsichtsmaassregeln sonst nur selbst erhalten kann und wie es bei fabrikmässiger Bereitung aus begreiflichen Gründen bei weitem nicht der Fall zu sein pflegt. Es war so möglich, zu den folgenden Versuchen (mit Ausnahme von je einer der NaCl- und KNO₃-Lösungen, die vorher bestimmt worden waren) lauter Wasser aus demselben Vorrath zu verwenden.

Das zur Herstellung der verdünnten Lösungen gebrauchte Verfahren schliesst sich einer früheren Arbeit im wesentlichen an.¹ Von einer gewogenen Wassermenge ($\frac{1}{2}$ Liter ungefähr) ausgehend, stellte man mittels hundertel, zehntel und ganz normaler Lösungen die gewünschten Concentrationen durch Pipetten her. Abgesehen aber davon, dass die letzteren eine für genaue Messung geeignetere Gestalt

¹ KOHLRAUSCH, WIED. ABH. 27, 161. 1885.

hatten als früher, wurden sie nicht wie damals mit Auslauf, sondern mit Nachspülung gebraucht. Das Ausblasen ersetzt man dabei zweckmässig durch Erwärmen, während die obere Öffnung geschlossen wird. Ein Fehler von 1 mm^3 ist ausgeschlossen.

Das Nachspülen nimmt nun einige Zeit in Anspruch; dass hieraus nicht Nachtheile entstehen, war nur dadurch möglich gemacht, dass die Operationen in einem stets bedeckten Gefäss mit Rührer ausgeführt wurden. Andernfalls kommen merkliche Fehler, einerseits durch die Verdunstung, andererseits durch den Einfluss der Zimmerluft auf das Wasser, herein.

Letztere Bemerkung wird am treffendsten durch die von uns bald gemachte Erfahrung illustriert, dass es zur Haltbarkeit des Wassers nothwendig war, bei dem Beginn der Versuche, d. h. vor dem Gebrauche des Rührers, das halbe Liter Zimmerluft unter dem Deckel des Gefässes mittels Absaugen im Freien durch gute Luft zu ersetzen. Mit derartigen Vorsichtsmaassregeln und unter Mitwirkung des Jenaer Gerätheglasses, aus dem das Gefäss bestand, konnte man Wasser längere Zeit hindurch fast ungeändert erhalten.

Die in die Flüssigkeit tauchenden Elektroden, je 4^{cm} gross, in $\frac{1}{2}^{\text{cm}}$ Abstand, sind von Hrn. RICHTER mit den Platinzuführungen in Jenaer Thermometerglas eingeschmolzen. Sie tauchen so tief unter, dass die Änderung der Widerstandscapacität, welche durch das Nachfüllen aus den Pipetten entsteht, klein ist und leicht genau ermittelt werden kann. Die Temperaturbestimmung war bis auf weniger als 0.01 sicher.

In diesem Gefäss wurden die Concentrationen von 0.0001 bis $0.02 \text{ gr-Aequ./Liter}$ beobachtet; für die stärkeren Lösungen dienten die genannten constanten Gefässe XXXV, R_1 und R_2 und ein Gefäss R_4^b von geringerer Capacität, die man auf die anderen drei zurückgeführt hatte.

Der Versuch, die Verdünnung noch weiter als bis $10000 \text{ Liter/gr-Aequ.}$ zu treiben, wurde bald aufgegeben, weil in diesem Gebiet keine Genauigkeit zu erreichen war, die weiter gieng als das, was sich nach früheren Erfahrungen bereits durch Extrapolation schliessen lässt. Es ist auch wegen des Wassereinflusses schwer, die beobachteten Leitvermögen so verdünnter Lösungen noch zu deuten.

Zu dem schwierigen Theile der Arbeit gehört die Bestimmung der Widerstandscapacität der genannten Elektroden, da sie mit einer so gering leitenden Lösung (in der Regel 0.01 normal) ausgeführt werden muss, dass schon deren Umgiessen merkbare Fehler veranlassen kann. Diese Bestimmung wurde oft wiederholt, auch um etwaige zeitliche Änderungen zu entdecken, die an so eng stehenden Elektroden auftreten können, selbst wenn sie in Glas eingeschmolzen sind.

Man kann den von der elektrischen Seite entstehenden Fehler einer einzelnen Bestimmung der Capacität auf einige Zehntausendtel schätzen. Unter 15 Bestimmungen fand sich als kleinster und grösster Werth 0.09893 und 0.09902 cm^{-1} und als Mittel 0.09898 cm^{-1} . Die grösste Abweichung von letzterem beträgt also $\pm 5_{10000}$. Ein Theil hiervon scheint in der That einem kleinen zeitlichen Gange zugeschrieben werden zu müssen. Man hat den letzteren so gut wie möglich festgestellt, aber da der Gang doch nicht ausser Zweifel steht, ihn am Mittelwerth nur zur Hälfte angebracht. Dieses Verfahren beugt dann sicher im einzelnen Falle keinen principiellen Fehler von $\frac{3}{10000}$ des Ganzen.

Nach Zusatz von sieben Pipetten entstand die Concentration 0.01 normal. Deren Leitvermögen stimmte mit dem der Originallösung stets innerhalb $\frac{1}{1000}$ überein; als Endwerth wurde das Mittel aus beiden angenommen.

Das gefundene Leitvermögen der 0.02 normalen Lösung ist wegen Polarisation um etwa $\frac{1}{10000}$ corrigirt worden.

Zur ersten Probe des Verfahrens haben wir die Chloride und Nitrate von Kalium, Natrium und Lithium benutzt. Jeder Körper wurde bis zur Concentration 0.01 normal zweimal untersucht; die beiden Resultate stimmen durchschnittlich auf etwa $\frac{1}{4000}$ überein, ein grösserer Unterschied als $\frac{1}{1000}$ kommt ein einziges Mal vor. Die Tabelle gibt den Mittelwerth des Aequivalentleitvermögens Λ für 18°. Die Concentration m bedeutet gr-Aequ./Liter, die Verdünnung $v = 1/m$ also Liter/gr-Aequ. Λ ist auf gr-Aequ./ cm^3 bezogen, d. h., wenn z das Leitvermögen, so ist $\Lambda = 1000 \frac{z}{m}$.

Die Temperatur wurde innerhalb 0°1 bei 18° erhalten, so dass die Reduction auf 18° fehlerfrei ausgeführt werden konnte.

Das letztere gilt auch für die Umrechnung der Λ von den beobachteten auf die benachbarten Concentrationen zu genau 0.0001, 0.0002 u. s. w.

In gebräuchlicher Weise ist das Leitvermögen des Lösungswassers abgerechnet. Sein Ausgangswerth ist in der Tabelle unten angegeben. Wurde vor der Messung der Lösungen ein zeitlicher Gang constatirt, so hat man ihn angebracht, was bei den verdünntesten Lösungen von Einfluss ist.

Graphisch dargestellt, verlaufen die Reihen in durchaus stetigen Curven.

| <i>m</i> | <i>v</i> | KCl | NaCl | LiCl | KNO ₃ | NaNO ₃ | LiNO ₃ |
|---------------------------------------|----------|--------|--------|-------|------------------|-------------------|-------------------|
| 0.0001 | 10000 | 129.05 | 108.06 | 98.06 | 125.49 | 104.53 | 94.38 |
| 0.0002 | 5000 | 128.76 | 107.80 | 97.78 | 125.18 | 104.18 | 94.07 |
| 0.0005 | 2000 | 128.09 | 107.18 | 97.13 | 124.44 | 103.53 | 93.45 |
| 0.001 | 1000 | 127.33 | 106.48 | 96.45 | 123.64 | 102.85 | 92.80 |
| 0.002 | 500 | 126.29 | 105.55 | 95.55 | 122.59 | 101.88 | 91.91 |
| 0.005 | 200 | 124.40 | 103.79 | 93.86 | 120.47 | 100.07 | 90.27 |
| 0.01 | 100 | 122.42 | 101.95 | 92.08 | 118.20 | 98.16 | 88.55 |
| 0.02 | 50 | 120.00 | 99.66 | 89.88 | 115.27 | 95.70 | 86.38 |
| 0.05 | 20 | 115.94 | 95.86 | 86.22 | 110.09 | 91.60 | 82.86 |
| 0.1 | 10 | 112.00 | 92.01 | 82.35 | 104.77 | 87.24 | 79.24 |
| 0.2 | 5 | 107.96 | 87.73 | 77.93 | 98.74 | 82.28 | 75.06 |
| 0.5 | 2 | 102.40 | 80.93 | 70.65 | 89.23 | 74.05 | 68.03 |
| 1 | 1 | 98.28 | 74.34 | 63.30 | 80.47 | 65.86 | 60.80 |
| Leitv. des Wassers = 10 ⁻⁶ | | 0.90 | 1.03 | 0.92 | 1.06 | 0.93 | 0.94 |

Die Zahlen, welche man bis jetzt für die wahrscheinlichsten halten musste, sind in den verdünntesten Lösungen meist grösser, als die neuen Beobachtungen. Die Fehler, welche dort $\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Procent (LiCl) betragen, nehmen später ab, so dass offenbar bei den schwächsten Concentrationen systematische Fehlerquellen vorhanden waren, die hauptsächlich auf der Behandlung des Wassers beruhen werden.

In dieser Zahlenreihe liegt zum ersten Male die Möglichkeit vor, mit einiger Schärfe der fundamentalen Frage näher zu treten, wie weit die Äquivalentleitvermögen sich in additive Ionenbeweglichkeiten zerlegen lassen.

Bestimmt man die letzteren Grössen so, dass die Summe der übrig bleibenden Fehler der Λ sowohl für die beiden Salze jedes Metalles, wie für die drei Salze jeder Säure Null wird, und benutzt man zur absoluten Ermittlung der Beweglichkeiten die constante Überföhrzahl 0.503 des Chlors im Chlorkalium, so entstehen bis zur Concentration 0.10 die folgenden, auf die erste Decimale abgerundeten Zahlen.

| <i>m</i> | <i>v</i> | K | Na | Li | Cl | NO ₃ |
|----------|----------|------|------|------|------|-----------------|
| 0 | ∞ | 64.6 | 43.5 | 33.4 | 65.3 | 61.8 |
| 0.0001 | 10000 | 64.2 | 43.2 | 33.1 | 64.9 | 61.3 |
| 0.0002 | 5000 | 64.0 | 43.0 | 32.9 | 64.8 | 61.2 |
| 0.0005 | 2000 | 63.7 | 42.8 | 32.7 | 64.4 | 60.8 |
| 0.001 | 1000 | 63.3 | 42.5 | 32.4 | 64.0 | 60.4 |
| 0.002 | 500 | 62.8 | 42.1 | 32.1 | 63.5 | 59.8 |
| 0.005 | 200 | 61.8 | 41.3 | 31.4 | 62.5 | 58.8 |
| 0.01 | 100 | 60.8 | 40.5 | 30.8 | 61.5 | 57.6 |
| 0.02 | 50 | 59.5 | 39.5 | 30.0 | 60.2 | 56.1 |
| 0.05 | 20 | 57.3 | 38.0 | 28.8 | 58.0 | 53.5 |
| 0.1 | 10 | 55.1 | 36.4 | 27.5 | 55.8 | 50.7 |

Rechnet man aus den Ionenbeweglichkeiten rückwärts durch Addition die Aequivalentleitvermögen, so stimmen diese mit der ersten Tabelle bis zur Concentration 0.002 einschliesslich in der ersten Decimale vollkommen. Von da treten wachsend Abweichungen in dem Sinne auf, dass das Chlorid des Kaliums etwas besser, das des Lithiums etwas schlechter leitet als das entsprechende Nitrat. Man muss den beobachteten Aequivalentleitvermögen der ersten Tabelle die folgenden Beträge hinzufügen, um sie mit denen in Übereinstimmung zu bringen, welche aus der vorigen Tabelle durch Addition entstehen.

| <i>m</i> | K Cl | Na Cl | Li Cl | KNO ₃ | NaNO ₃ | LiNO ₃ |
|----------|------|-------|-------|------------------|-------------------|-------------------|
| 0.005 | -0.1 | +0.0 | +0.1 | +0.1 | -0.0 | -0.1 |
| 0.01 | -0.1 | +0.0 | +0.2 | +0.2 | -0.0 | -0.2 |
| 0.02 | -0.3 | +0.0 | +0.3 | +0.3 | -0.1 | -0.3 |
| 0.05 | -0.6 | +0.1 | +0.6 | +0.6 | -0.1 | -0.6 |
| 0.1 | -1.1 | +0.1 | +1.0 | +1.0 | -0.1 | -1.0 |

Für die Gruppe unserer sechs Salze hat also bis zur Concentration von einigen Tausendeln normaler Concentration jedes Ion innerhalb der Versuchsfehler eine nur von der Concentration abhängige, ihm eigenthümliche Beweglichkeit. Weiterhin übersteigen die Abweichungen die Versuchsfehler, bleiben aber bis zur Concentration 0.1 innerhalb ± 1 Procent, so dass die Annahme unabhängiger Beweglichkeiten auch hier noch ein bequemes Hilfsmittel für Näherungswerthe bleibt.

Über die aus der Beobachtung abgeleiteten Beweglichkeiten ist S. 669 die für unendliche Verdünnung graphisch extrapolierte Beweglichkeit geschrieben. Es ist anzunehmen, dass in reinem Wasser die Zahlen etwas grösser ausfallen würden, denn die den ersten Zusätzen des Salzes entsprechenden Leitvermögen werden durch die Unreinheit des Wassers etwas zu klein gefunden sein. Diesen Einfluss zu ermitteln wird Schwierigkeiten bieten.

Gefälle des Aequivalentleitvermögens. Man sieht aus den Resultaten sofort, dass für den Abfall der Ionenbeweglichkeit oder des Aequivalentleitvermögens mit wachsender Concentration eine durchgreifende einfache Beziehung nicht bestehen kann. Im allgemeinen zeigen die Ionen von geringerer Beweglichkeit auch ein geringeres Gefälle, aber eine Ausnahme bildet nach der zweiten Tabelle (vor. S.) das Ion NO₃, welches, obwohl es eine kleinere Beweglichkeit hat als Cl oder K, ein stärkeres Gefälle aufweist.

Untersucht man, als die verbürgteren Grössen, die Aequivalentleitvermögen der ersten Tabelle auf ihr Gefälle in dem Gebiet, wo noch unabhängige Ionenbeweglichkeiten bestehen, so haben schlechter

leitende Salze, nicht durchgreifend, aber doch im allgemeinen ein schwächeres Gefälle. Der Unterschied ist jedoch nicht etwa so stark, dass das relative Gefälle dasselbe wäre. Als grobe durchschnittliche Annäherung findet man das Gefälle etwa der Quadratwurzel aus dem Aequivalentleitvermögen proportional.

Vielleicht bietet einen Angriffspunkt für theoretische Betrachtungen die interessante, besonders in den stärkeren Concentrationen augenfällige Thatsache, dass das Nitrat im Vergleich mit dem Chlorid bei Kalium sehr viel rascher abfällt, dass bei Natrium dieser Unterschied erheblich kleiner ist und dass bei Lithium sogar sein Vorzeichen sich umkehrt.

Über die Irreductibilität algebraischer Functionalgleichungen und linearer Differentialgleichungen.

VON LEO KOENIGSBERGER.

Ich erlaube mir im Folgenden aus einer demnächst erscheinenden ausführlicheren Arbeit einige Resultate mitzutheilen, die sich an meine zuletzt veröffentlichten Untersuchungen über die Irreductibilität algebraischer Gleichungen und deren Form in der Umgebung eines Verzweigungspunktes für eine gegebene Zahl der Cyklen, die Anzahl der Elemente eines jeden Cyklus und den Exponenten des Anfangsgliedes der Entwicklung anschliessen, und einerseits die Ausdehnung derselben auf Functionalgleichungen betreffen, deren Coefficienten innerhalb bestimmter Räume convergirende Reihen darstellen, andererseits die Anwendbarkeit der gebrauchten Methoden für die Feststellung der Irreductibilität linearer Differentialgleichungen darthun sollen.

Aus der ersten Reihe der Sätze mag hervorgehoben werden, dass eine algebraische Gleichung der Form

$$(x - \alpha)^{c_0 + 1} \mathfrak{P}_0(x - \alpha) y^n + (x - \alpha)^{c_1(n-1) + u_1} \mathfrak{P}_1(x - \alpha) y^{n-1} \\ + (x - \alpha)^{c_2(n-2) + u_2} \mathfrak{P}_2(x - \alpha) y^{n-2} + \dots \\ + (x - \alpha)^{\rho + u_{n-1}} \mathfrak{P}_{n-1}(x - \alpha) y + \mathfrak{P}_n(x - \alpha) = 0,$$

in welcher ρ eine beliebige positive ganze Zahl, $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_{n-1} \geq 1$, $\mathfrak{P}_0(x - \alpha), \dots, \mathfrak{P}_n(x - \alpha)$ convergente Potenzreihen nach $x - \alpha$ sind, für welche $\mathfrak{P}_0(0), \dots, \mathfrak{P}_n(0)$ von Null verschieden sind, in dem Sinne irreductibel ist, dass sie mit keiner Gleichung niederen Grades, deren Coefficienten um $x = \alpha$ convergirende Potenzreihen sind, eine Lösung gemein hat, dass ferner eine Gleichung unpaaren Grades

$$(x - \alpha)^{c_0 + 2} \mathfrak{P}_0(x - \alpha) y'' + (x - \alpha)^{c_1(n-1) + u_1} \mathfrak{P}_1(x - \alpha) y'^{n-1} \\ + (x - \alpha)^{c_2(n-2) + u_2} \mathfrak{P}_2(x - \alpha) y'^{n-2} + \dots \\ + (x - \alpha)^{c_0 + u_{n-1}} \mathfrak{P}_{n-1}(x - \alpha) y + \mathfrak{P}_n(x - \alpha) = 0,$$

in welcher $u_1, u_2, \dots, u_{n-1} > 2$, stets irreductibel ist; ist der Grad n jedoch ein paarer, so kann eine Zerlegung nur in zwei Factoren vom $\frac{n}{2}$ Grade stattfinden, wenn die Gleichung

überhaupt reductibel ist, und ähnliche Sätze. Ferner wird ein Verfahren durchgeführt, nach welchem für eine Gleichung

$$f_0(x)y^n + f_1(x)y^{n-1} + \dots + f_{n-1}(x)y + f_n(x) = 0,$$

deren Coefficienten sämtlich innerhalb eines von einer geschlossenen Curve c einfach begrenzten Raumes T endlich, eindeutig und stetig sind, wenn die Discriminante derselben eine endliche oder unendliche Anzahl von Lösungen hat, vermöge einer Substitution in Form einer Potenzreihe eine Reduction auf eine Gleichung möglich wird, welche die sämtlichen mehrfachen Punkte der gegebenen Gleichung als Lösungen des letzten Coefficienten enthält, so dass man wiederum, wie ich dies für algebraische Functionen gezeigt habe¹, von den dort näher bezeichneten Fällen abgesehen, aus der Form der Coefficienten der Gleichung selbst auf die Zahl der Cyklen und die Anzahl der Elemente eines jeden Cyklus schliessen kann.

Indem ich mich nun zunächst zur Irreductibilitätsuntersuchung linearer Differentialgleichungen wende, deren Coefficienten ganze Functionen der unabhängigen Variablen sind, und zwar in dem Sinne, dass eine solche Differentialgleichung irreductibel ist, wenn sie mit keiner linearen Differentialgleichung niederer Ordnung, deren Coefficienten ebenfalls ganze Functionen sind, ein Integral gemein hat, liefert zunächst ein Verfahren, das der ersten EISENSTEIN'schen Zerlegungsmethode für Zahlengleichungen analog ist, die nothwendigen und hinreichenden Bedingungen für die Reductibilität einer solchen Differentialgleichung, und es ergibt sich mit Hülfe derselben z. B. der später verallgemeinerte Satz, dass jede lineare Differentialgleichung von der Form

$$(x-\alpha)^{\rho+1} G_0(x)y''' + (x-\alpha)^{\rho+1} G_1(x)y'' + (x-\alpha)^{\rho+1} G_2(x)y' + G_3(x)y = 0,$$

in welcher $G_0(x), G_1(x), G_2(x), G_3(x)$ beliebige ganze Functionen von x darstellen, $G_0(\alpha)$ und $G_3(\alpha)$ von Null verschieden sind und ρ eine beliebige positive ganze Zahl bedeutet, in dem angegebenen Sinne irreductibel ist.

Indem wir jedoch gleich zu linearen Differentialgleichungen übergehen, deren Coefficienten in der Umgebung eines Punktes α convergirende Potenzreihen sind, also die Normalform besitzen

$$(x-\alpha)^n \mathfrak{P}_0(x-\alpha)y^{(n)} + (x-\alpha)^{n-1} \mathfrak{P}_1(x-\alpha)y^{(n-1)} + \dots + (x-\alpha) \mathfrak{P}_{n-1}(x-\alpha)y' + \mathfrak{P}_n(x-\alpha)y = 0,$$

und die Reductibilität derselben dadurch definiren, dass sie mit einer linearen Differentialgleichung, deren Coefficienten ebenfalls Potenzreihen in der Umgebung von α sind, ein Integral gemein hat, so ergibt sich

¹ Diese Berichte, November 1898.

durch Substitution von $y = (x - \alpha)^k$ — also im Grunde durch eine genauere Untersuchung der charakteristischen Function von FROBENIUS — mit Hilfe algebraischer Betrachtungen, dass eine lineare Differentialgleichung

$$(x - \alpha)^{\rho n + 1} \mathfrak{P}_0(x - \alpha)y^{(n)} + (x - \alpha)^{\rho(n-1) + \mu_1} \mathfrak{P}_1(x - \alpha)y^{(n-1)} + \dots \\ + (x - \alpha)^{\rho + \mu_{n-1}} \mathfrak{P}_{n-1}(x - \alpha)y' + \mathfrak{P}_n(x - \alpha)y = 0,$$

in welcher $\mathfrak{P}_0(0), \mathfrak{P}_1(0), \dots, \mathfrak{P}_n(0)$ von Null verschieden, $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_{n-1} \geq 1$ und ρ eine beliebige positive ganze Zahl bedeutet, irreductibel ist¹, dass aber, wenn erst $\mu_1 = 1$, während $\mu_0 > 1$ ist, die lineare Differentialgleichung

$$(x - \alpha)^{n + \mu_0} \mathfrak{P}_0(x - \alpha)y^{(n)} + (x - \alpha)^n \mathfrak{P}_1(x - \alpha)y^{(n-1)} + \dots \\ + (x - \alpha)^{1 + \mu_{n-1}} \mathfrak{P}_{n-1}(x - \alpha)y' + \mathfrak{P}_n(x - \alpha)y = 0,$$

in welcher $\mu_0 \geq 2, \mu_2, \mu_3, \dots, \mu_{n-1} \geq 1$ sind, nur mit einer gleichartigen Differentialgleichung erster oder $n-1$ ter Ordnung alle Integrale der letzteren gemein haben kann, und die ganze Reihe weiterer Sätze, wenn erst ein späteres μ den Werth 1 annimmt.

Sind jedoch die sämtlichen μ -Werthe grösser als 1, so folgt, dass eine lineare Differentialgleichung

$$(x - \alpha)^{n+2} \mathfrak{P}_0(x - \alpha)y^{(n)} + (x - \alpha)^{n-1 + \mu_1} \mathfrak{P}_1(x - \alpha)y^{(n-1)} + \dots \\ + (x - \alpha)^{1 + \mu_{n-1}} \mathfrak{P}_{n-1}(x - \alpha)y' + \mathfrak{P}_n(x - \alpha)y = 0,$$

in welcher $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_{n-1} > 2$, irreductibel ist, wenn die Ordnungszahl n ungerade; ist dieselbe jedoch gerade, so kann die Differentialgleichung nur mit einer gleichartigen Differentialgleichung $\frac{n}{2}$ ter Ordnung die sämtlichen Integrale

der letzteren gemein haben, und die entsprechenden Sätze, wenn erst ein weiteres μ den Werth 2 annimmt.

Nachdem noch gezeigt worden, dass die lineare Differentialgleichung

$$(x - \alpha)^{n+3} \mathfrak{P}_0(x - \alpha)y^{(n)} + (x - \alpha)^{n-1 + \mu_1} \mathfrak{P}_1(x - \alpha)y^{(n-1)} + \dots \\ + (x - \alpha)^{1 + \mu_{n-1}} \mathfrak{P}_{n-1}(x - \alpha)y' + \mathfrak{P}_n(x - \alpha)y = 0,$$

in welcher $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_{n-1} \geq 3$ sind, irreductibel ist, wenn die Ordnung derselben eine nicht durch 3 theilbare ganze Zahl — wenn die Ordnungszahl jedoch ein Vielfaches von 3, die Differentialgleichung nur mit einer gleichartigen von der n ten oder $\frac{2n}{3}$ ten Ordnung die sämtlichen Integrale der letzteren 3

¹ Für $\rho = 1$ ist dieser Satz bereits von FLOQUET (Annales de l'école normale 1879) ausgesprochen worden.

gemein haben kann, werden zur Herleitung der allgemeinen Gesetze die beiden Hülfs-theoreme vorausgeschickt, wonach eine lineare Differentialgleichung von der Form

$$(x-\alpha)^{n+\mu_0} \mathfrak{P}_0(x-\alpha)y^{(n)} + (x-\alpha)^{n-1+\mu_1} \mathfrak{P}_1(x-\alpha)y^{(n-1)} + \dots \\ + (x-\alpha)^{1+\mu_{n-1}} \mathfrak{P}_{n-1}(x-\alpha)y' + \mathfrak{P}_n(x-\alpha)y = 0,$$

n welcher $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_{n-1} \geq \mu_0$ sind, nur mit einer gleichartigen Differentialgleichung, deren Ordnung $\geq \frac{n}{\mu_0}$ ist, alle Integrale der letzteren gemein haben kann, und dass, wenn μ_0 eine ungerade Zahl, die Ordnungszahl der Differentialgleichung niederer Ordnung nicht gleich $\frac{n}{2}$ sein kann.

Daraus folgen aber die Sätze, dass die Differentialgleichung

$$(x-\alpha)^{n+4} \mathfrak{P}_0(x-\alpha)y^{(n)} + (x-\alpha)^{n-1+\mu_1} \mathfrak{P}_1(x-\alpha)y^{(n-1)} + \dots \\ + (x-\alpha)^{1+\mu_{n-1}} \mathfrak{P}_{n-1}(x-\alpha)y' + \mathfrak{P}_n(x-\alpha)y = 0,$$

in welcher $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_{n-1} \geq 4$ sind, für ungerade n stets irreductibel ist; wenn die Ordnung der Differentialgleichung jedoch eine gerade, so kann sie, wenn $n \equiv 0 \pmod{4}$, nur mit einer gleichartigen Differentialgleichung von der Ordnung $\frac{n}{4}, \frac{2n}{4}$ oder $\frac{3n}{4}$, ist n jedoch nur durch 2 und nicht durch 4 theilbar, nur mit einer Differentialgleichung von der Ordnung $\frac{n}{2}$ alle Integrale der letzteren gemein haben, und ähnlich er giebt sich, dass die Differentialgleichung

$$(x-\alpha)^{n+5} \mathfrak{P}_0(x-\alpha)y^{(n)} + (x-\alpha)^{n-1+\mu_1} \mathfrak{P}_1(x-\alpha)y^{(n-1)} + \dots \\ + (x-\alpha)^{1+\mu_{n-1}} \mathfrak{P}_{n-1}(x-\alpha)y' + \mathfrak{P}_n(x-\alpha)y = 0,$$

in welcher $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_{n-1} \geq 5$ sind, stets irreductibel ist, wenn n eine durch 5 nicht theilbare Zahl ist; wenn die Ordnung jedoch ein Vielfaches von 5, so kann die Differentialgleichung nur mit einer gleichartigen von der $\frac{n}{5}, \frac{2n}{5}, \frac{3n}{5}, \frac{4n}{5}$ Ordnung alle Integrale der letzteren gemein haben.

Ähnliche Sätze gelten für jeden Werth von μ_0 .

Nachdem früher gezeigt worden, dass jede lineare Differentialgleichung in eine andere transformirt werden kann, für welche $\mu_n = 0$ und welche beide zugleich reductibel und irreductibel sind, so dass die in den oben ausgesprochenen Sätzen zu Grunde gelegte Form keine

Beschränkung enthielt, wird endlich noch die bisher festgehaltene Annahme aufgegeben, dass keine andere der μ -Grössen verschwindet, und es mag aus der Reihe der sich ergebenden Sätze z. B. der einfachste Fall hervorgehoben werden, dass die Differentialgleichung

$$(x-\alpha)^{n+1} \mathfrak{P}_0(x-\alpha)y^{(n)} + (x-\alpha)^{n-1+\mu_1} \mathfrak{P}_1(x-\alpha)y^{(n-1)} + \dots \\ + (x-\alpha)^{2+\mu_{n-1}} \mathfrak{P}_{n-2}(x-\alpha)y'' + (x-\alpha) \mathfrak{P}_{n-1}(x-\alpha)y' + \mathfrak{P}_n(x-\alpha)y = 0,$$

in welcher $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_{n-2}$ von Null verschiedene positive ganze Zahlen bedeuten, wenn dieselbe reductibel ist, nur mit einer gleichartigen Differentialgleichung i^{ter} oder $n-i^{\text{ter}}$ Ordnung alle Integrale der letzteren gemein haben kann.

Schliesslich wird noch zum Zwecke der Irreductibilitätsuntersuchung nachgewiesen, dass die für die Reductibilität der Differentialgleichung

$$(x-\alpha)^{n+\mu_0} \mathfrak{P}_0(x-\alpha)y^{(n)} + (x-\alpha)^{n-1+\mu_1} \mathfrak{P}_1(x-\alpha)y^{(n-1)} + \dots \\ + (x-\alpha)^{1+\mu_{n-1}} \mathfrak{P}_{n-1}(x-\alpha)y' + (x-\alpha)^{\mu_n} \mathfrak{P}_n(x-\alpha)y = 0$$

nothwendige und hinreichende Bedingung durch die in der beliebigen Grösse k algebraische Zerlegungsform

$$(x-\alpha)^{n+\mu_0} \mathfrak{P}_0(x-\alpha)k^n + (x-\alpha)^{n-1+\mu_1} \mathfrak{P}_1(x-\alpha)k^{n-1} + \dots \\ + (x-\alpha)^{1+\mu_{n-1}} \mathfrak{P}_{n-1}(x-\alpha)k + (x-\alpha)^{\mu_n} \mathfrak{P}_n(x-\alpha) \\ = S \cdot T + \frac{\partial S}{\partial x} \frac{\partial T}{\partial k} + \frac{1}{2!} \frac{\partial^2 S}{\partial x^2} \frac{\partial^2 T}{\partial k^2} + \dots + \frac{1}{(\mu-n)!} \frac{\partial^{n-\nu} S}{\partial x^{n-\nu}} \frac{\partial^{n-\nu} T}{\partial k^{n-\nu}}$$

gegeben ist, wenn

$$S = (x-\alpha)^{\nu} \mathfrak{D}_0(x-\alpha)k^{\nu} + (x-\alpha)^{\nu-1} \mathfrak{D}_1(x-\alpha)k^{\nu-1} + \dots + \mathfrak{D}_{\nu}(x-\alpha) \\ T = (x-\alpha)^{n-\nu} \mathfrak{R}_0(x-\alpha)k^{n-\nu} + (x-\alpha)^{n-\nu-1} \mathfrak{R}_1(x-\alpha)k^{n-\nu-1} + \dots + \mathfrak{R}_{n-\nu}(x-\alpha)$$

ist, und

$$(x-\alpha)^{\nu} \mathfrak{D}_0(x-\alpha)y^{(\nu)} + (x-\alpha)^{\nu-1} \mathfrak{D}_1(x-\alpha)y^{(\nu-1)} + \dots + \mathfrak{D}_{\nu}(x-\alpha)y = 0$$

die Differentialgleichung darstellt, die ihre sämtlichen Integrale mit der gegebenen gemeinsam hat.

Die Ausdehnung der oben ausgesprochenen Sätze auf die Feststellung der Irreductibilität und der Art der Reductibilität beliebiger algebraischer, nicht linearer Differentialgleichungen auf Grund des von mir früher verallgemeinerten Irreductibilitätsbegriffes wird den Gegenstand einer folgenden Mittheilung bilden.

Über die relative Helligkeit der Planeten Mars und Jupiter nach Messungen mit einem neuen Photometer.

VON DR. J. HARTMANN
in Potsdam.

(Vorgelegt von Hrn. VOGEL.)

Schon bald nach dem Bekanntwerden des DAGUERRE'schen Verfahrens wurden auch Versuche unternommen, die photographische Wirkung des Lichts zur Messung von Lichtintensitäten zu verwenden. FIZEAU und FOUCAULT¹ verglichen im Jahre 1844 auf diese Weise das Sonnenlicht mit irdischen Lichtquellen, wobei sie von dem Satze ausgingen, dass man, wenn auch nur innerhalb enger Grenzen, die Intensität einer Lichtquelle umgekehrt proportional setzen dürfe zu der Belichtungszeit, in welcher die betreffende Lichtquelle einen bestimmten Eindruck auf der photographischen Platte hervorbringt. Unter Anwendung des Chlorsilberpapiers führten dann BUNSEN und ROSCOE weitere Untersuchungen, die sich auf die Helligkeit des Sonnenlichts zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten², sowie auf die Vertheilung des Lichts auf der Sonnenscheibe³ erstreckten, aus, nachdem sie nachgewiesen hatten, dass für Chlorsilberpapier der erwähnte Zusammenhang zwischen Belichtungszeit und Intensität innerhalb sehr weiter Grenzen thatsächlich besteht.

Der Erste, der ausser der Sonne einen andern Himmelskörper der photographischen Helligkeitsmessung unterwarf, war G. P. BOND.⁴ Er erhielt am 22. März 1851 mit dem 14zölligen Refractor der Sternwarte des Harvard College eine Anzahl Daguerreotype des Mondes und des Planeten Jupiter, wobei es ihm sofort auffiel, dass zur Erlangung einer

¹ Comptes Rendus XVIII, p. 746 und 860.

² Phil. Trans. of the R. Soc. of London 1863, p. 139, und Pogg. Ann. 117, S. 529.

³ Proc. of the R. Soc. of London XII, p. 648.

⁴ Mem. of the American Acad., New Series VIII, p. 221.

guten Aufnahme dieses Planeten fast dieselbe Belichtungszeit genügte wie bei dem Monde, obwohl letzterer, nach Maassgabe seiner geringeren Entfernung von der Sonne, 27mal so hell beleuchtet ist als Jupiter. Durch diese eigenthümliche Erscheinung angeregt, wiederholte er, namentlich in den Jahren 1857 und 1860, unter Anwendung des Colloidium-Verfahrens die vergleichenden Aufnahmen beider Himmelskörper und konnte sein früher gefundenes Resultat vollkommen bestätigen. Es ergab sich aus seinen Versuchen, dass die Belichtungsdauer für ein gutes Negativ vom Jupiter nur dreimal so lang war wie für ein gleich kräftiges Bild des Vollmondes; die hellsten Stellen der Planetenoberfläche erschienen sogar ebenso schnell wie die mittleren Theile der Mondscheibe.

Ähnliche Versuche stellte später noch LOHSE¹ in Potsdam an. Bei Gelegenheit der nahen Zusammenkunft von Jupiter und Mars im October 1883 erhielt er eine Anzahl Aufnahmen dieser beiden Planeten, aus denen sich als Helligkeitsverhältniss

$$\frac{\text{Jupiter}}{\text{Mars}} = 1.677$$

ergibt², mit anderen Worten, Jupiter ist photographisch 0.561 Grössenclassen heller als Mars (1883 October 24). Auch BOND und LOHSE legten ihren Messungen das Gesetz der Reciprocität zwischen Intensität und Belichtungszeit zu Grunde.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Methode der Messung von Flächenhelligkeiten, besonders unter Anwendung der Photographie, geeignet ist, eine grosse Anzahl wichtiger photometrischer Fragen mit ganz ausserordentlicher Sicherheit zu beantworten, und dass dieselbe der bisher von den Astronomen meist angewandten Intensitätsvergleichung punktartiger Objecte in vielen Fällen vorzuziehen ist.

Ich will hier nur daran erinnern, wie sehr das Studium des Gesetzes, nach welchem die Reflexion des Sonnenlichts von der Mondoberfläche erfolgt, dadurch erschwert wird, dass man bisher immer nur das gesammte Licht der verschiedenen Mondphasen der photometrischen Messung unterworfen hat. Würde man statt dessen zunächst den Verlauf der Flächenhelligkeit einzelner Mondgegenden durch alle Phasen verfolgen, so erhielte man eine sichere Kenntniss des für die verschiedenen Theile der Mondoberfläche gültigen Reflexionsgesetzes, und

¹ Publ. des Astrophys. Obs. zu Potsdam VIII. S. 141.

² Die von LOHSE angegebene Zahl 2.176 bezieht sich nur auf die damals hellere südliche Hemisphaere des Jupiter; legt man aber den Mittelwerth für die ganze Planetenscheibe zu Grunde, so erhält man den oben gegebenen Werth.

hieraus würde sich dann durch Integration über die ganze sichtbare Mondsichel die Gesammthelligkeit der verschiedenen Phasen ergeben. In gleicher Weise wird auch die in neuerer Zeit durch HOLETSCHEK'S Untersuchungen wieder angeregte Frage nach dem Verlaufe der Helligkeit der Cometen und ihrer Schweife erst eine endgültige Beantwortung erlangen können, wenn man statt der schwer zu definirenden und noch schwerer zu beobachtenden Gesammthelligkeit dieser in ihrer Form stark veränderlichen Himmelskörper die Flächenhelligkeit ihrer einzelnen Theile der Beobachtung unterwirft. Während nun in vielen Fällen, wie beispielsweise auch bei der eben erwähnten Beobachtung von Cometen, die directe optische Messung der Flächenhelligkeit wegen der Lichtschwäche des Objects auf Schwierigkeiten stossen würde, ermöglicht die Anwendung der Photographie selbst noch die Photometrie lichtschwächster Objecte. Von ganz besonderer Bedeutung verspricht in dieser Hinsicht die Ausmessung der Helligkeitsvertheilung in den Spectren der Sterne zu werden, da die Energievertheilung im Spectrum eines glühenden Körpers im engsten Zusammenhange mit dessen Glühzustand steht.

Dass man die Messung von Flächenhelligkeiten seither bei astronomischen Beobachtungen so wenig in Anwendung gebracht hat, mag sich wohl zum grössten Theil daraus erklären, dass es an einem hierzu geeigneten Photometer fehlte. Seit kurzer Zeit befindet sich nun im Besitze des Astrophysikalischen Observatoriums ein derartiger Apparat, der nach meinen Angaben vom Mechaniker O. TOEPFER in Potsdam ausgeführt worden ist. Der Grundgedanke dieses Photometers zur Bestimmung von Flächenhelligkeiten besteht darin, in der Mitte eines LUMMER-BRODHUN'schen Würfels durch ein Objectiv ein Bild des zu messenden Objects und durch ein zweites Objectiv ein Bild eines Photometerkeils zu entwerfen. Die besondere Construction dieses Würfels gestattet dann, beliebig kleine Theile aus dem Bilde des Objects auszuschneiden und mit grösster Sicherheit ihre Helligkeit mittels des Keils zu messen. Setzt man den Würfel in die Bildebene eines Refractors, so kann man mit dieser Vorrichtung direct die Flächenhelligkeiten kleiner Theile von Planetenoberflächen und dergleichen messen. Bisher habe ich den Apparat jedoch nur in Vereinigung mit zwei Mikroskop-Objectiven in Anwendung gebracht, um die Dichtigkeit des Silberniederschlags auf sehr kleinen Gebieten photographischer Platten zu bestimmen. An einer anderen Stelle¹ habe ich eine ausführliche Beschreibung des Instruments gegeben; hier will ich die ersten mit demselben gewonnenen Beobachtungsergebnisse mittheilen.

¹ Zeitschrift für Instrumentenkunde XIX, S.97 (1899 April).

Über das angewandte Messungsverfahren ist Folgendes zu bemerken. Wie schon oben angedeutet wurde, ist das mehrfach erwähnte Reciprocitätsgesetz als Grundlage für scharfe Messungen nicht zu gebrauchen. Sollte man in gewissen Fällen gezwungen sein, aus der angewandten Belichtungsdauer einen Schluss auf die Helligkeit eines Objects zu ziehen, so hat man für die verwendete Plattensorte jedesmal erst durch Versuche im Laboratorium die Beziehung zwischen Schwärzung, Expositionszeit und Intensität zu ermitteln. Da diese Beziehung von Platte zu Platte veränderlich sein kann, so ist obiges Verfahren einerseits nicht sehr zuverlässig, andererseits aber auch äusserst umständlich. Eine rationellere Methode gründet sich auf den Satz:

Zwei Lichtquellen sind photographisch gleich hell, wenn sie auf derselben Platte in gleichen Zeiten gleiche Schwärzungen erzeugen.

Bringt man aus dem Licht zweier Lichtquellen nur Strahlen von derselben Wellenlänge zur Vergleichung, wie es beim Spectralphotometer geschieht, so ist der Satz ohne weiteres selbstverständlich. Für nicht monochromatisches Licht stellt er diejenige Annäherung dar, die uns vorläufig, so lange eine absolute Messung der Energie derjenigen Strahlen, die das menschliche Auge als Licht empfindet, nicht möglich ist, überhaupt berechtigt, die »Helligkeiten« verschiedener Strahlengattungen mit einander zu vergleichen. Da die Empfindlichkeit verschieden zusammengesetzter Emulsionen für die einzelnen Spectralgehenden eben solche, wenn nicht noch stärkere Unterschiede aufweist, wie die Empfindlichkeit der Augen verschiedener Personen für die einzelnen Farben, so wird jede derartige Vergleichung nicht monochromatischen Lichts auf photographischem Wege ebenfalls nur einen subjectiven Charakter tragen. Immerhin kann man aber, ebenso wie für das durchschnittliche normale Auge, auch für photographische Platten von bestimmter Praeparation die relative Intensität verschiedener Lichtarten wenigstens innerhalb mässiger Fehlergrenzen mit einander vergleichen. Es ist allerdings auch bei der photographischen Helligkeitsmessung zu beachten, dass zwei homogene Lichtstrahlen verschiedener Wellenlänge bei gleicher Belichtungszeit auf einer Platte gleiche Schwärzung hervorbringen können, so dass sie nach obiger Definition als photographisch gleich hell zu bezeichnen sein würden, dass aber bei Änderung der Intensität beider Strahlen im gleichen Verhältniss oder bei Änderung der Belichtungszeit die beiden Schwärzungen nicht mehr gleich zu sein brauchen. Mit anderen Worten, man kann annehmen, dass die relative Helligkeit zweier Strahlen verschiedener Wellenlänge abhängig wäre von ihrer absoluten Intensität,

und man würde somit ein vollständiges Analogon zu dem bei optischen Messungen auftretenden PURKINJE'schen Phaenomen haben; wahrscheinlich werden auch bei den photographischen Messungen solche Unterschiede nur bei besonders schwachen oder starken Lichteindrücken merklich werden. Immerhin ist es erwünscht, wenn man sich von derartigen Einflüssen, die erst noch eingehender studirt werden müssen, ganz frei machen kann, wie es bei Anwendung des Spectralphotometers der Fall ist, und es ist ein besonderer Vorzug der von mir angewandten photographischen Methode, dass dieselbe ermöglicht, die bisher ziemlich zeitraubenden spectralphotometrischen Messungen nicht nur mit grösster Schnelligkeit und Sicherheit auszuführen, sondern sie auch auf lichtschwächere Objecte auszudehnen.

Jeder Spectrograph, dessen Spaltweite in genau messbarer Weise verändert werden kann, ist zu diesen Beobachtungen direct verwendbar. Man macht von jeder der zu vergleichenden Lichtquellen eine Reihe Aufnahmen bei verschiedenen Spaltweiten, aber gleicher Expositionszeit und findet dann durch Ausmessung der Spectra mittels des oben genannten Apparats diejenigen Spaltstellungen, bei welchen die beiden Lichtquellen an einer bestimmten Stelle des Spectrums die Platte gleich stark schwärzen. Diesen Spaltweiten ist dann die Intensität der betreffenden Strahlengattung in den beiden Lichtquellen umgekehrt proportional.

Es ist bekannt, dass man sich bei der Abschwächung des Lichts durch Verengung des Spalts (VIERORDT's Spectralphotometer) vor zu geringen Spaltweiten wegen der dann auftretenden Beugungserscheinungen hüten muss, da diese die Helligkeit des Bilds erheblich stören können. Stellt man die Forderung, dass ausser dem Hauptbilde des Spalts auch noch dessen beide erste Beugungsbilder auf das Collimatorobjectiv fallen sollen, so erhält man für die Spaltweite s die Bedingung

$$s \geq \frac{2\lambda}{\sin \alpha},$$

wo α der halbe Öffnungswinkel des Collimators ist. Für den bei den folgenden Messungen benutzten Spectrographen A ist $\sin \alpha = \frac{1}{24}$, und für $\lambda = 434 \mu\mu$ folgt die Bedingung $s \geq 0^{\text{mm}}.021$. Es wird also stets genügen, wenn man mit der Spaltweite bei diesem Apparat nicht unter $0^{\text{mm}}.02$ herabgeht.

Ist durch das eben Gesagte eine untere Grenze der anwendbaren Spaltbreite gegeben, so geht aus dem Folgenden hervor, dass in gewissen Fällen auch eine obere Grenze hierfür besteht. Es ist nämlich

eine ganz besondere Aufmerksamkeit bei den zur photometrischen Ausmessung bestimmten Spectralaufnahmen darauf zu richten, dass eine bestimmte Stelle des Spalts gänzlich und unausgesetzt während der ganzen Dauer der Belichtung von dem Lichte des betreffenden Himmelskörpers ausgefüllt wird. Man darf also einerseits die Spaltweite auf keinen Fall grösser machen als das betreffende Brennpunktsbild, andererseits muss man dieses Bild mittels der Feinbewegungen des Refractors ausserordentlich sorgfältig an derselben Stelle des Spalts halten. Beides wird durch die von H. C. VOGEL eingeführte Methode des Haltens ausserordentlich erleichtert, ja man darf wohl sagen, erst ermöglicht. Unter Benutzung des von der ersten Prismenfläche reflectirten Lichts beobachtet man während der Aufnahme den künstlich schwach beleuchteten Spalt, und kann mit Sicherheit fortwährend controliren, ob das Bild des Sterns die ganze Spaltbreite immer an derselben Stelle ausfüllt.

Es leuchtet ein, dass das genaue Halten um so leichter ausgeführt werden kann, je grösser das Brennpunktsbild des betreffenden Himmelskörpers ist. Die Fixsterne in dieser Weise zu behandeln, dürfte gänzlich ausgeschlossen sein: von diesen erhält man jedoch die zu photometrischen Untersuchungen brauchbaren Aufnahmen mit Leichtigkeit durch das Objectivprisma. Bei den weiter unten folgenden Aufnahmen des Mars war die Erfüllung der zuletzt besprochenen Bedingung schon ziemlich schwierig, da der Durchmesser des Bildes der Planetenscheibe nur noch $0^{\text{mm}}.15$ betrug. Die bei Platte Nr. 62 angewandte Spaltöffnung von $0^{\text{mm}}.13$ erwies sich eben noch als zulässig; es konnte mit vollkommener Sicherheit beobachtet werden, dass das Planetenbild immer den ganzen Spalt ausfüllte. Grosse Vortheile wird in der Hinsicht die lange Brennweite des neuen photographischen Refractors des Astrophysikalischen Observatoriums bieten, und ich hoffe, mit diesem mächtigen Hilfsmittel später eingehende Untersuchungen ausführen zu können. —

Die nunmehr mitzutheilenden Messungsreihen beziehen sich auf die relative Helligkeit von Mond, Mars und Jupiter, und sollen zeigen, in welcher Weise das neue Photometer zu spectralphotometrischen Messungen benutzt werden kann.

Die erste Reihe von Aufnahmen zur Vergleichung des Mond- und des Marsspectrums wurde am 23. Mai 1899 mit dem Spectrographen A (beschrieben im VII. Bande der Publicationen des Astrophysikalischen Observatoriums) gemacht. Bei unveränderter Focussirung des Spalts und der Camera erhielt ich die folgenden Aufnahmen:

1899 März 23

| Platten- nummer | M. E. Z. | Object | Spaltweite |
|--------------------|--------------------------------|--------|------------------|
| A 60 | ^h 9 ^m 27 | ☾ | ^P 2.0 |
| 61 | 40 | ☾ | 3.0 |
| 62 | 58 | ♂ | 13.0 |
| 63 | 10 22 | ☾ | 4.0 |
| 64 | 34 | ☾ | 5.0 |
| 65 | 56 | ♂ | 9.0 |

Die für diese Aufnahmen verwendeten sechs Platten im Format $15 \times 80^{\text{mm}}$ waren neben einander aus derselben ($13 \times 18^{\text{cm}}$) Platte geschnitten, die Belichtungen erfolgten am SCHRÖDER'schen Refractor, jede genau 10 Minuten lang, und die Entwicklung wurde gleichzeitig in derselben Schale vorgenommen. Zur Veränderung der Spaltweite dient bei diesem Spectrographen eine feine Mikrometerschraube mit $0^{\text{mm}}.25$ Ganghöhe; da der Schraubenkopf in 25 Theile getheilt ist, so entspricht 1^{P} einer Spaltweite von $0^{\text{mm}}.01$.

Bei der Entwicklung zeigte es sich, dass die Platten Nr. 60 und Nr. 65 zu schwach waren. Die Ausmessung der übrigen vier Platten mittels des neuen Photometers ergab die folgenden Ablesungen des Photometerkeils:

| λ | Erste Ausmessung | | | | Zweite Ausmessung | | | |
|--------------------|------------------|--------|--------|--------|-------------------|--------|--------|--------|
| | Nr. 61 | Nr. 62 | Nr. 63 | Nr. 64 | Nr. 61 | Nr. 62 | Nr. 63 | Nr. 64 |
| 448.5^{m} | 48.2 | 45.6 | 40.7 | 37.0 | 50.0 | 45.9 | 40.5 | 37.8 |
| 448.1 | 52.2 | 47.5 | 44.7 | 41.0 | 52.9 | 48.5 | 44.1 | 39.8 |
| 447.8 | 48.7 | 45.3 | 40.2 | 36.7 | 49.0 | 45.7 | 40.2 | 37.0 |
| 443.9 | 49.0 | 44.5 | 41.2 | 37.5 | 49.4 | 43.3 | 41.2 | 37.4 |
| 439.8 | 51.6 | 44.2 | 43.0 | 39.7 | 50.1 | 44.2 | 41.7 | 38.8 |
| 438.0 | 52.2 | 46.0 | 42.4 | 40.2 | 51.3 | 45.4 | 42.2 | 40.1 |
| 433.5 | 51.0 | 46.0 | 43.4 | 40.4 | 51.8 | 46.4 | 43.2 | 40.6 |
| 431.1 | 63.0 | 53.5 | 52.0 | 48.1 | 64.0 | 54.7 | 51.3 | 47.4 |
| 427.9 | 52.6 | 47.3 | 44.3 | 41.3 | 51.8 | 47.2 | 44.1 | 41.4 |

Die hier ausgewählten Stellen des Spectrums enthalten nur feine Linien, die bei den angewandten Spaltöffnungen schon gänzlich verschwanden, so dass sich bei Änderung der Spaltweite das Aussehen des Spectrums an diesen Stellen nicht mehr merklich veränderte.

Ein Blick auf diese Zahlen zeigt schon, dass die Schwärzung der Marsplatte (Nr. 62) zwischen derjenigen der beiden Mondplatten Nr. 61 und Nr. 63 etwa in der Mitte liegt. Wäre sie gleich der Platte Nr. 61, so würde, da sich die Spaltweiten bei diesen Platten wie 13:3 verhielten, das Helligkeitsverhältniss Mars: Mond = 3:13 folgen, oder Mars würde 1.592 Grössenklassen schwächer als der Mond sein. Wäre andererseits Nr. 62 gleich der Mondplatte Nr. 63, so folgte daraus, dass Mars 1.280 Grössenklassen schwächer als der Mond wäre. Die

Interpolation zwischen diesen beiden Werthen ergibt nun unter Berücksichtigung der durch Platte Nr. 64 gegebenen zweiten Differenzen die folgenden, in Grössenklassen ausgedrückten Helligkeitsunterschiede zwischen Mond und Mars:

| λ | I | II | Mittel |
|-----------|------|------|--------|
| 448.5 | 1.50 | 1.50 | 1.50 |
| 448.1 | 1.42 | 1.47 | 1.44 |
| 447.8 | 1.49 | 1.51 | 1.50 |
| 443.9 | 1.44 | 1.39 | 1.42 |
| 439.8 | 1.34 | 1.40 | 1.37 |
| 438.0 | 1.44 | 1.43 | 1.44 |
| 433.5 | 1.42 | 1.43 | 1.42 |
| 431.1 | 1.35 | 1.41 | 1.38 |
| 427.9 | 1.43 | 1.44 | 1.44 |

Da die beiden Messungsreihen an zwei verschiedenen Tagen unter gänzlich neuer Justirung des Messapparats ausgeführt worden sind, so hätten sich zwischen den Keilablesungen irgend welche systematische Differenzen zeigen können. Aus diesem Grunde wurden beide Reihen getrennt reducirt; man sieht, dass die grösste vorkommende Differenz zwischen den beiden Messungen 0.06 Grössenklassen beträgt. Der w. F. einer Messung berechnet sich zu ± 0.019 Grössenklassen.

Eine Erschwerung der Messungen ergab sich noch daraus, dass das Objectiv des hier angewandten Refractors nicht für photographische Aufnahmen berechnet, sondern optisch achromatisirt ist. Die Folge hiervon ist, dass bei Focussirung des Spalts auf die blauen oder violetten Strahlen immer nur für eine ganz kurze Strecke des Spectrums eine hinreichende Vereinigung der Strahlen stattfindet. An Stellen, wo das Spectrum wegen der Grösse der Zerstreuungskreise verbreitert und folglich zu lichtschwach erscheint, ist es für photometrische Messungen nicht mehr verwendbar. Jedoch ist bei der Aufnahme von Planetenspectren die Strecke grösster Schwärzung im Spectrum, die bei Fixsternen nur sehr kurz ist, wegen der Übereinanderlagerung der von den verschiedenen Theilen der Planetenscheibe erzeugten Spectra um so ausgedehnter, je grösser der scheinbare Durchmesser der Scheibe ist. Beim Monde fällt diese Schwierigkeit ganz weg, man erhält bei jeder beliebigen Focussirung des Spalts das ganze Spectrum in maximaler Schwärzung.

Am 25. März wurde eine zweite Reihe von Spectren derselben beiden Himmelskörper erhalten. Um jedoch die Messungen auch auf die übrigen Theile des Spectrums, soweit der benutzte Spectrograph deren Aufnahme zulies, ausdehnen zu können, wurden an diesem Tage eine grössere Reihe von Marsspectren bei verschiedenen Focussirungen des Spalts aufgenommen.

1899 März 25.

| Plattennummer | M. E. Z. | Object | Spaltfocussirung | Spaltweite |
|---------------|----------|--------|------------------|------------|
| | h m | | mm | P |
| A 66 | 8 5 | ♂ | 15.0 | 11.0 |
| 67 | 8 18 | ♂ | 18.0 | 11.0 |
| 68 | 8 30 | ♂ | 21.0 | 11.0 |
| 69 | 8 43 | ♂ | 24.0 | 11.0 |
| 70 | 9 8 | ♂ | 27.0 | 11.0 |
| 71 | 9 21 | ♂ | 30.0 | 11.0 |
| 74 | 10 26 | ☾ | 21.0 | 2.0 |
| 75 | 10 37 | ☾ | 21.0 | 3.0 |
| 76 | 10 48 | ☾ | 21.0 | 4.0 |

Die Aufnahmen vom 25. März zeigen sehr deutlich, wie sich bei Veränderung der Focussirung die intensivste Stelle des Spectrums verschiebt. Misst man nämlich in den obigen sechs Marsspectren die Schwärzung bei irgend einer Wellenlänge, so hat diese bei einer bestimmten Focussirung einen Maximalwerth. In der folgenden Zusammenstellung der Messungen sind die betreffenden Werthe (kleinste Keilablesung) durch fettere Schrift hervorgehoben; nur diese Zahlen geben die wahre Intensität des Spectrums wieder. Auch hier wurde die Ausmessung zweimal ganz unabhängig ausgeführt.

Erste Ausmessung.

| λ | Nr. 66 | Nr. 67 | Nr. 68 | Nr. 69 | Nr. 70 | Nr. 71 | Nr. 74 | Nr. 75 | Nr. 76 |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|--------|--------|--------|
| ^{mm} 472.0 | | | 57.5 | 54.9 | 50.0 | 52.0 | | 54.6 | 47.0 |
| 466.7 | | | 56.0 | 52.7 | 49.1 | 55.0 | | 53.9 | 47.0 |
| 465.9 | | | 53.0 | 49.6 | 46.1 | 48.2 | | 49.6 | 44.0 |
| 462.8 | | | 50.0 | 46.0 | 44.0 | 48.2 | 62.7 | 47.1 | 42.2 |
| 456.9 | | | 44.7 | 42.5 | 41.4 | 48.8 | 59.2 | 44.9 | 39.7 |
| 456.5 | | | 47.2 | 44.6 | 43.2 | 50.3 | 60.3 | 47.0 | 40.7 |
| 456.0 | | | 45.2 | 42.6 | 42.6 | 49.7 | 60.2 | 44.6 | 39.7 |
| 453.5 | | 59.3 | 46.6 | 44.5 | 45.5 | 52.5 | 64.0 | 47.2 | 41.8 |
| 448.5 | | 53.7 | 42.1 | 41.1 | 43.2 | 53.1 | 59.4 | 44.8 | 38.6 |
| 448.1 | | 54.2 | 44.9 | 45.0 | 46.7 | | 62.8 | 47.7 | 41.7 |
| 447.8 | | 51.3 | 42.3 | 41.9 | 44.8 | | 58.1 | 44.1 | 38.1 |
| 443.9 | | 51.0 | 40.3 | 42.9 | 41.3 | | 56.0 | 44.0 | 38.9 |
| 439.8 | 58.3 | 49.4 | 42.4 | 47.5 | 50.7 | | 61.6 | 44.7 | 39.5 |
| 438.0 | 54.7 | 49.5 | 42.6 | 47.3 | 51.7 | | 62.0 | 46.6 | 40.9 |
| 433.5 | 54.4 | 49.3 | 43.3 | 48.8 | 57.2 | | 61.1 | 47.3 | 41.1 |
| 431.1 | 63.0 | 57.0 | 51.6 | 58.2 | | | 70.1 | 56.5 | 50.2 |
| 427.9 | 51.2 | 48.0 | 45.7 | 54.0 | | | 65.0 | 48.5 | 42.6 |
| 422.5 | 55.4 | 53.4 | 55.3 | | | | | 55.6 | 46.8 |
| 419.7 | 54.6 | 54.6 | 59.6 | | | | | 57.8 | 49.0 |
| 419.4 | 51.1 | 51.3 | 57.9 | | | | | 53.6 | 46.6 |
| 416.5 | 53.6 | 55.1 | 61.0 | | | | | 53.3 | 47.5 |
| 414.6 | 52.8 | 55.1 | | | | | | 57.0 | 47.1 |
| 414.4 | 58.6 | 61.9 | | | | | | 63.4 | 54.2 |
| 412.0 | 54.0 | 57.4 | | | | | | 54.3 | 48.4 |

Zweite Ausmessung.

| λ | Nr. 66 | Nr. 67 | Nr. 68 | Nr. 69 | Nr. 70 | Nr. 71 | Nr. 74 | Nr. 75 | Nr. 76 |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|--------|--------|--------|
| ^{Mars} 472.0 | | | | 55.7 | 50.5 | 53.7 | | 56.1 | 47.6 |
| 466.7 | | | | 53.5 | 49.5 | 56.0 | | 55.7 | 47.4 |
| 465.9 | | | | 49.0 | 46.1 | 52.3 | | 51.1 | 44.6 |
| 462.8 | | | | 46.5 | 44.2 | 49.3 | 64.5 | 47.8 | 41.6 |
| 456.9 | | | 45.9 | 43.3 | 42.1 | | 63.7 | 45.0 | 39.5 |
| 456.5 | | | 48.0 | 46.1 | 44.2 | | 65.0 | 47.4 | 42.0 |
| 456.0 | | | 45.2 | 42.5 | 43.1 | | 61.6 | 46.7 | 39.2 |
| 453.5 | | | 47.0 | 45.2 | 45.8 | | 73.0 | 48.9 | 41.8 |
| 448.5 | | | 41.6 | 42.2 | 42.9 | | 62.7 | 44.0 | 38.5 |
| 448.1 | | | 45.6 | 45.5 | 48.2 | | 68.2 | 49.9 | 42.6 |
| 447.8 | | | 41.7 | 42.6 | 44.5 | | 61.0 | 43.8 | 38.9 |
| 443.9 | | | 41.8 | 44.3 | | | 58.0 | 44.8 | 38.5 |
| 439.8 | | | 43.0 | 47.3 | | | 63.3 | 47.1 | 40.7 |
| 438.0 | | | 43.5 | | | | 70.0 | 46.3 | 42.0 |
| 433.5 | | 48.6 | 44.9 | | | | 70.0 | 47.3 | 42.5 |
| 431.1 | | 58.1 | 53.2 | | | | | 60.6 | 49.6 |
| 427.9 | 52.4 | 48.7 | 45.1 | | | | | 50.0 | 41.5 |
| 422.5 | 59.1 | 55.4 | 56.9 | | | | | 57.6 | 48.2 |
| 419.7 | 56.6 | 58.9 | 61.8 | | | | | 59.6 | 50.7 |
| 419.4 | 52.6 | 53.2 | | | | | | 53.7 | 46.1 |
| 416.5 | 57.3 | 56.2 | | | | | | 59.9 | 51.0 |
| 414.6 | 54.1 | | | | | | | 56.6 | 48.4 |
| 414.4 | 62.6 | | | | | | | 70.0 | 55.7 |
| 412.0 | 54.4 | | | | | | | 58.0 | 49.6 |

Aus diesen Messungen ergeben sich nun wieder durch (graphische) Interpolation die folgenden Helligkeitsunterschiede zwischen Mond und Mars, ausgedrückt in Grössenklassen:

| λ | I | II | Mittel | λ | I | II | Mittel |
|-----------------------|------|------|--------|-----------------------|------|------|--------|
| ^{Mars} 472.0 | 1.24 | 1.22 | 1.23 | ^{Mars} 439.8 | 1.29 | 1.23 | 1.26 |
| 466.7 | 1.21 | 1.20 | 1.20 | 438.0 | 1.21 | 1.23 | 1.22 |
| 465.9 | 1.24 | 1.18 | 1.21 | 433.5 | 1.23 | 1.28 | 1.26 |
| 462.8 | 1.23 | 1.25 | 1.24 | 431.1 | 1.18 | 1.22 | 1.20 |
| 456.9 | 1.22 | 1.26 | 1.24 | 427.9 | 1.28 | 1.25 | 1.26 |
| 456.5 | 1.24 | 1.24 | 1.24 | 422.5 | 1.34 | 1.35 | 1.34 |
| 456.0 | 1.30 | 1.26 | 1.28 | 419.7 | 1.32 | 1.32 | 1.32 |
| 453.5 | 1.27 | 1.28 | 1.28 | 419.4 | 1.32 | 1.37 | 1.34 |
| 448.5 | 1.24 | 1.31 | 1.28 | 416.5 | 1.43 | 1.34 | 1.38 |
| 448.1 | 1.29 | 1.25 | 1.27 | 414.6 | 1.30 | 1.32 | 1.31 |
| 447.8 | 1.32 | 1.29 | 1.30 | 414.4 | 1.27 | 1.28 | 1.28 |
| 443.9 | 1.20 | 1.28 | 1.24 | 412.0 | 1.40 | 1.29 | 1.34 |

Aus dem Unterschiede der beiden Messungen berechnet sich hier der w. F. einer Einstellung zu ± 0.034 Grössenklassen.

Um die angegebenen scheinbaren Helligkeitsdifferenzen von dem Einflusse der Extinction befreien zu können, müsste man für die ein-

zeln hier in Frage kommenden Lichtarten von verschiedenen Wellenlängen Extinctionstabellen besitzen. Bei dem gänzlichen Mangel derartiger Tafeln habe ich wenigstens einigermaassen zuverlässige Werthe für die Extinction dieser Strahlengattungen auf folgendem Wege abgeleitet. Aus den von Prof. MÜLLER¹ mittels des Spectralphotometers bestimmten Extinctionscoefficienten für Wellenlängen von 680 $\mu\mu$ bis 440 $\mu\mu$ und dem der Potsdamer Extinctionstabelle² entsprechenden Werthe (0.835) dieses Coefficienten wurden diejenigen Factoren f berechnet, mit denen die Zahlen der Potsdamer Extinctionstabelle zu multipliciren sind, um die Extinction der betreffenden Wellenlänge zu ergeben. Auf diese Weise wurde die folgende Tafel aufgestellt, deren letzte, extrapolirte Werthe jedoch unsicher sind.

| λ | f | Diff. |
|-----------|------|-------|
| 480 | 1.49 | 8 |
| 470 | 1.57 | 10 |
| 460 | 1.67 | 12 |
| 450 | 1.79 | 14 |
| 440 | 1.93 | 16 |
| 430 | 2.09 | 20 |
| 420 | 2.29 | 24 |
| 410 | 2.53 | 28 |
| 400 | 2.81 | |

Bringt man die mit Hülfe dieser Tabelle berechnete Extinction an die oben mitgetheilten scheinbaren Helligkeitsdifferenzen an, so kommen die Resultate der beiden Beobachtungstage, die vorher noch um etwa 0.2 Grössenklassen von einander abwichen, in absolute Übereinstimmung. Es ergeben sich nämlich die folgenden definitiven Werthe für den Unterschied der Flächenhelligkeit von Mond und Mars:

Unterschied der Flächenhelligkeit $\sigma - \alpha$

| λ | März 25 | λ | März 23 | März 25 | Mittel | λ | März 25 |
|-----------|---------|-----------|---------|---------|--------|-----------|---------|
| 472.0 | +1.40 | 448.5 | +1.54 | +1.49 | +1.52 | 422.5 | +1.61 |
| 466.7 | 1.37 | 448.1 | 1.48 | 1.48 | 1.48 | 419.7 | 1.59 |
| 465.9 | 1.38 | 447.8 | 1.54 | 1.51 | 1.52 | 419.4 | 1.62 |
| 462.8 | 1.42 | 443.9 | 1.46 | 1.46 | 1.46 | 416.5 | 1.66 |
| 456.9 | 1.43 | 439.8 | 1.41 | 1.49 | 1.45 | 414.6 | 1.60 |
| 456.5 | 1.43 | 438.0 | 1.48 | 1.45 | 1.46 | 414.4 | 1.57 |
| 456.0 | 1.47 | 433.5 | 1.46 | 1.50 | 1.48 | 412.0 | 1.64 |
| 453.5 | 1.48 | 431.1 | 1.43 | 1.44 | 1.44 | | |
| | | 427.9 | 1.49 | 1.51 | 1.50 | | |

Mittel 461.3 | +1.42 | 439.8 | +1.48 | +1.48 | +1.48 | 417.0 | +1.61

¹ A. N. Bd. 103, Nr. 2464, und Publ. d. Astrophys. Obs. Bd. VIII, S. 7.

² MÜLLER, Photometrie der Gestirne S. 515.

Aus den neun an beiden Tagen gemessenen Werthen berechnet sich der w. F. einer Messung zu ± 0.027 Grössenklassen; diese Zahl liegt genau in der Mitte zwischen den vorher aus der wiederholten Messung derselben Aufnahmen abgeleiteten wahrscheinlichen Fehlern einer Messung, und hieraus darf wohl der Schluss gezogen werden, dass die Aufnahmen selbst nur mit verschwindend kleinen systematischen Fehlern behaftet sind, ein Schluss, der übrigens auch durch die absolute Übereinstimmung der beiden für den Bereich von $\lambda = 448.5\mu\mu$ bis $\lambda = 427.9\mu\mu$ gebildeten Tagesmittel bestätigt wird. Der Mittelwerth für jede Wellenlänge dieses Bereichs besitzt hiernach einen w. F. von nur ± 0.014 Grössenklassen. Die ausserordentlich grosse Sicherheit der Resultate erklärt sich aus dem Umstande, dass es bei der photographischen Aufnahme möglich ist, kleine Helligkeitsunterschiede durch recht erhebliche Schwärzungsunterschiede auf der Platte wiederzugeben, und ich muss ausdrücklich hervorheben, dass die obigen Zahlen in dieser Beziehung noch bei weitem nicht die Grenze der erreichbaren Genauigkeit ausdrücken.

Die vorstehenden Vergleichen des Mondlichts beziehen sich auf den hellsten Theil des südwestlichen Quadranten der Mondscheibe. Ein beliebiger Punkt dieser Gegend wurde auf den Spalt gebracht, und da das Instrument durch das Uhrwerk nach Sternzeit weiterbewegt wurde, so gelangten in Folge der Mondbewegung dann nach und nach andere Punkte zur Wirkung, so dass sich obige Mondspectra auf eine mittlere Helligkeit dieses hellsten Theils der Mondscheibe beziehen. —

Nachdem ich die vorstehenden Beobachtungen der Marshelligkeit zur Erläuterung des Messungsverfahrens etwas eingehender besprochen habe, glaube ich mich bei den in genau der gleichen Weise vorgenommenen Vergleichen des Jupiter mit dem Monde sehr kurz fassen zu können.

Am 24. Mai 1899 nahm ich zwischen $9^h 45^m$ und $12^h 18^m$ M.E.Z. sieben Spectra vom Mond und Jupiter mit dem Spectrographen *B* in Verbindung mit dem SCHRODER'schen Refractor auf. Der Apparat *B* ist analog gebaut wie *A*, besitzt jedoch statt zweier nur ein Compoundprisma. Da das Bild des Jupiter 0.5^m Durchmesser hatte, so konnten erheblich grössere Spaltweiten als beim Mars zur Verwendung gelangen. Es zeigte sich, dass zufällig ein bei der Spaltweite 12.5^p aufgenommenes Spectrum des Planeten fast absolut gleich stark geschwärzt war wie ein mit 6.5^p Öffnung erhaltenes Mondspectrum; hieraus würde ein Unterschied von 0.71 Grössenklassen folgen. Die genauere Ausmessung dieser und der übrigen Platten führte zu folgenden Zahlen:

Unterschied der Flächenhelligkeit $\lambda - \zeta$

| λ | Scheinbarer Größen- unterschied | Extinction | Wahrer Größen- unterschied |
|------------------------|---------------------------------------|------------|----------------------------------|
| ^{mm} 476.3 | +0.71 | 0.55 | +1.26 |
| 469.5 | 0.70 | 0.57 | 1.27 |
| 464.6 | 0.62 | 0.59 | 1.21 |
| 451.5 | 0.69 | 0.65 | 1.34 |
| 441.2 | 0.70 | 0.70 | 1.40 |
| 438.0 | 0.68 | 0.71 | 1.39 |
| 433.5 | 0.69 | 0.74 | 1.43 |
| 420.5 | 0.60 | 0.83 | 1.43 |
| 415.9 | 0.58 | 0.87 | 1.45 |
| 411.0 | 0.61 | 0.91 | 1.52 |
| 403.6 | 0.66 | 0.98 | 1.64 |

Es muss hervorgehoben werden, dass die Zahlen wegen des hohen Betrags der Extinction (der Vollmond hatte eine Höhe von 15° , Jupiter eine solche von 27°) ausserordentlich unsicher sind; erst in mehreren Jahren werden wieder günstigere Jupiteroppositionen stattfinden.

Sowohl bei Mars als auch bei Jupiter ist eine Abnahme des Lichts mit abnehmender Wellenlänge deutlich ausgesprochen. Diese Erscheinung bleibt bestehen bei jeder nur einigermaassen plausibelen Annahme, die man für die Extinction machen kann, und dürfte daher trotz der Unsicherheit der Extinctionswerthe verbürgt sein. Sie würde ihre ungezwungene Erklärung finden in der Annahme von Atmosphären auf diesen Planeten, die gleich der Erdatmosphäre auf Strahlen kürzerer Wellenlänge eine stärkere Absorption ausüben.

Zieht man die für die einzelnen Wellenlängen gefundenen Größenunterschiede, ähnlich wie bei Mars, in Gruppen zusammen, so ergibt sich folgende Vergleichung zwischen den Spectren der beiden Planeten:

| λ | $\sigma - \zeta$ | $\lambda - \zeta$ | $\sigma - \lambda$ |
|--------------------------|------------------|-------------------|--------------------|
| ^{mm} 476-451 | +1.42 | +1.27 | +0.15 |
| 448-428 | 1.48 | 1.41 | 0.07 |
| 423-411 | 1.61 | 1.47 | 0.14 |
| | | Mittel | +0.12 |

Im blauen und violetten Theile des Spectrums ist hiernach Jupiter 0.12 Größenklassen heller als Mars. Reducirt man diese Zahl auf die mittleren Entfernungen der beiden Planeten von der Sonne, so bleibt Jupiter nur noch um 0.02 Classen heller als Mars, so dass die Flächenhelligkeit beider Planeten nahezu gleich wird. Es berechnet sich daraus das Verhältniss der Albedo des Mars zu der des Jupiter gleich 1:11.9.

Von Interesse ist noch eine Vergleichung der hier gefundenen relativen Albedo mit den Resultaten anderer Beobachter. Setzt man die Albedo des Mars = 1, so ergibt sich

1. aus Prof. MÜLLER's photometrischen Messungen für den optischen Theil des Spectrums:

$$\text{Albedo des Jupiter} = 2.8;$$

2. aus meinen hier mitgetheilten Messungen zwischen $\lambda = 476 \mu\mu$ und $\lambda = 411 \mu\mu$:

$$\text{Albedo des Jupiter} = 11.9;$$

3. aus Prof. Lohse's eingangs erwähnten Aufnahmen, bei denen ausser dem von mir gemessenen blauen und violetten Lichte auch noch das Ultraviolett zur Wirkung gelangte:

$$\text{Albedo des Jupiter} = 18.8.$$

Diese Zahlen zeigen deutlich, wie die Albedo des Jupiter diejenige des Mars für abnehmende Wellenlänge mehr und mehr übertrifft.

— — — — —

Über die Thermoelektricität einiger Metalle.

Von Prof. L. HOLBORN und Dr. A. DAY

in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Vorgelegt von
Hrn. KOHLRAUSCH.)

Im Anschluss an die Messung hoher Temperaturen mit dem Luftthermometer und mit Thermoelementen aus Platinmetallen wünschten wir die elektromotorischen Kräfte der letzteren möglichst genau durch ein Gesetz darzustellen. Aus theoretischem Interesse sind wir zugleich zu den tiefsten verfügbaren Temperaturen hinabgestiegen. Das in diesem Umfange ganz neue Bild der Erscheinungen stellen wir hier kurz zusammen.

AVENARIUS hat bekanntlich zuerst gezeigt und besonders TAIT sowie KNOTT und MACGREGOR und NOLL haben bestätigt, dass sich die elektromotorischen Kräfte der Thermoelemente als Function der Temperatur im allgemeinen mit grosser Annäherung durch die Gleichung einer Parabel darstellen lassen. Die Gültigkeit der Formel ist aber bisher eigentlich nur zwischen 0° und $300-400^{\circ}$ bewiesen worden, und selbst hier treten bei manchen Metallen noch bedeutende Abweichungen auf, weshalb man neuerdings für grössere Temperaturunterschiede der Löthstellen logarithmische Formeln aufzustellen versucht hat.

Auch bei den Thermoelementen, die wir gemessen haben, gilt das AVENARIUS'sche Gesetz nicht durchweg über das ganze beobachtete Gebiet, im Gegensatz dazu aber in immerhin noch weiten Grenzen mit solcher überraschenden Genauigkeit, dass man das Aufhören der Gültigkeit in anderen Gebieten wohl nur durch Zustandsänderungen der untersuchten Metalle erklären kann.

Bei unseren Messungen über ein möglichst grosses Temperaturgebiet kamen nur solche Metalle in Frage, die sich in hoher Temperatur ohne chemische Veränderung erhalten lassen, also ausser den Platinmetallen nur Gold und Silber. Auf ihre Reinheit konnte mit dankenswerther Hülfe der Firma HERÄUS und des chemischen Laboratoriums der Reichsanstalt, besonders des Herrn MYLIUS, grosser Nachdruck gelegt werden.

Eins der feinsten Prüfungsmittel auf die Reinheit eines Metalls bietet häufig der Temperaturcoefficient des elektrischen Widerstandes, den wir deswegen auch bestimmt haben. Das Gold bildet ein hervorragendes Beispiel für den Einfluss, den selbst kleine Verunreinigungen auf den Temperaturcoefficienten ausüben.

Den reinen Metallen wurden noch einige Legirungen angeschlossen. Zwischen dem gesetzmässigen Verhalten beider ergab sich kein Unterschied.

Zur Messung der Temperatur diente ein bestimmtes Platin-Platinrhodiumelement, das mit dem Luftthermometer zwischen 0° und 1000° verglichen worden war. Unter der Voraussetzung, dass sich die eine Löthstelle auf 0° befindet, während die andere auf t° erwärmt wird, lässt sich die elektromotorische Kraft dieses Elements innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler zwischen 300° und 1000° durch eine Function zweiten Grades von t darstellen. Über 1000° hinaus wurde die Temperatur durch die Extrapolation dieser Function abgeleitet.

Mit diesem Normalelement sind alle übrigen Thermoelemente verglichen worden, und zwar in der Weise, dass die zu untersuchenden Drähte an der heissen Löthstelle mit einander verschmolzen wurden. Man bestimmte alsdann stets die elektromotorische Kraft irgend eines Drahts gegen ein und denselben Draht aus reinem Platin, der gleichzeitig mit dem Platinrhodiumdraht zusammen die Temperatur der heissen Löthstelle angab.

Die Heizung der Thermoelemente geschah in einem Porcellanrohr, das frei durch einen elektrischen Ofen hindurchragte und nur an seinen kalten Enden auflag. Der Ofen selbst bestand aus mehreren concentrischen, durch Lufträume getrennten Chamotteröhren, von denen die innerste durch eine Spule aus Nickeldraht bis 1300° geheizt werden konnte. Die gemeinschaftliche Löthstelle von vier Drähten lag in der Mitte des Ofens, von wo nach jeder Richtung zwei von einander isolirte Drähte zur kalten Löthstelle (0°) verliefen.

Die elektromotorische Kraft der Elemente wurde in Intervallen von ungefähr 50° in verschiedenen Combinationen gemessen. Aus diesen beobachteten Zahlen sind dann durch graphische Interpolation Werthe für genau gleiche Intervalle erhalten.

Die Metalle standen uns bis auf das Rhodium und Iridium, die zu Stäbchen ausgewalzt waren, in gezogenen Drähten von $0^{\text{mm}}6$ Durchmesser zur Verfügung. Stäbchen sowohl wie Drähte wurden vor dem Gebrauch alle elektrisch ausgeglüht und dann auf ihre Homogenität geprüft, indem sie durch den auf 500° oder 1000° geheizten Ofen gelegt und mit dem Galvanometer verbunden wurden. Ströme von merklicher Stärke traten nur bei zwei Golddrähten Au₁ und Au₂ auf: sie

entsprachen einer elektromotorischen Kraft von etwa 60 MV. Die Palladiumdrähte verhielten sich insofern merkwürdig, als sie anfangs beim Einlegen in den Ofen bei 1000° elektromotorische Kräfte bis etwa 150 MV., die Hälfte davon bei 500° aufwiesen. Nach kurzer Zeit gieng aber der Ausschlag des Galvanometers auf den dritten Theil und weniger zurück. Hiermit steht offenbar im Zusammenhang, dass die Palladiumdrähte bei dem elektrischen Ausglühen anfangs nicht überall gleich stark leuchteten, sondern dass sich dunkel und heller glühende Abschnitte sehr deutlich von einander abhoben. Erst etwa zehn Minuten nach der Schliessung des Stromes leuchtete der Draht in seiner ganzen Ausdehnung gleichmässig.

Die Tabelle enthält die Coefficienten a , $100b$, $10000c$ der die thermoelektrische Spannung e in Mikrovolt ausdrückenden Formel

$$e = -a + bt + ct^2,$$

dann die Grenztemperaturen t_1 und t_2 , zwischen denen die Gültigkeit der Formel nachgewiesen ist, ferner den mittlern Temperaturcoefficienten α des Widerstandes zwischen 0 und 100° und endlich die Unterschiede (ber. — beob.) zwischen der Beobachtung und der Rechnung nach der Formel, in Temperaturgraden ausgedrückt. Wo die Formel nicht mehr gilt, sind die Werthe eingeklammert.

Sieht man von dem Palladium und seinen Legirungen ab, so gilt für jedes Thermoelement die AVENARIUS'sche Formel von einer bestimmten Temperatur bis zu der höchsten beobachteten. Der Unterschied zwischen den berechneten und beobachteten Werthen beträgt im Mittel weniger als 1° und ist kleiner als die Abweichungen, die man bei Beobachtungen mit demselben Thermoelement in verschiedener Anordnung erhält.

Für Palladium und seine Legirungen bekommt man zwei ganz verschiedene Gleichungen. Davon gilt die eine für die unteren Temperaturen unter 400°, die andere für die oberen über 600°, und zwischen beiden liegt ein Gebiet, wo keine von beiden Gleichungen zutrifft. Die Übereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung ist ungefähr gleich, wenn man von der Legirung 90 Pd, 10 Pt absieht, die im untern Temperaturgebiet ziemlich unempfindlich ist. Dieses Thermoelement ist auch das einzige, welches in dem beobachteten Bereich einen Umkehrpunkt zeigt, der in die Strecke fällt, wo keine der beiden berechneten Formeln gilt.

Über den Unterschied, welchen die Constanten a , b und c für die verschiedenen untersuchten Probestücke desselben Metalls aufweisen, lässt sich aus dem Beobachtungsmaterial noch wenig schliessen. Bei Gold nimmt a mit steigender Reinheit des Metalls ab. Denn Au, war,

| | $\text{Au}_0\text{-Pt}$ | $\text{Au}_1\text{-Pt}$ | $\text{Au}_2\text{-Pt}$ | Ag-Pt | $\text{Rh}_1\text{-Pt}$ | $\text{Rh}_2\text{-Pt}$ | Ir-Pt | $90\text{Pt}, 10\text{Ru}$ | $90\text{Pt}, 10\text{Pd}$ | $10\text{Pt}, 90\text{Pd}$ | $10\text{Pt}, 90\text{Pd}$ | Pt-Pd_1 | Pt-Pd_2 | | | | |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|-------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|------------------|-----------------|------------|------------|--------|
| a | 644 | 398 | 388 | 0 | 169 | 228 | 84 | 367 | 0 | 330 | 0 | 0 | 0 | a | | | |
| $10^4 \times b$ | 684.9 | 876.9 | 892.0 | 589.1 | 700.0 | 734.4 | 676.0 | 922.9 | 216.0 | 447.6 | -211.0 | 499.3 | 316.2 | $10^4 \times b$ | | | |
| $10^4 \times c$ | 96.8 | 84.4 | 83.4 | 132.0 | 68.0 | 66.8 | 60.0 | 15.6 | 44.0 | 1.6 | 28.0 | 44.0 | 80.8 | $10^4 \times c$ | | | |
| t_1 | 300° | 300° | 300° | 0° | 200° | 250° | 100° | 300° | 0° | 300° | 0° | 0° | 600° | t_1 | | | |
| t_2 | 950° | 1050° | 1050° | 950° | 1250° | 1300° | 1200° | 1300° | 300° | 1200° | 350° | 350° | 1250° | t_2 | | | |
| α | 0.00214 | 0.00389 | 0.00397 | 0.00405 | 0.00410 | 0.00446 | 0.00394 | — | — | — | — | 0.00373 | 0.00377 | α | | | |
| 0° | — | — | — | 0° | (-24°) | (-31°) | (-125°) | (-40°) | 0° | 0° | 0° | 0° | 0° | 0° | | | |
| 50 | (-56°) | (-28°) | (-29°) | -1.9 | (-12) | (-17) | (-5.8) | (-25) | +2.8 | 0.0 | 0.0 | -3.1 | +0.4 | 50 | | | |
| 100 | (-30) | (-15) | (-15) | +0.4 | (-6.3) | (-8.2) | -1.1 | (-17) | +1.9 | -5.8 | 0.0 | -0.5 | -0.2 | 100 | | | |
| 150 | (-15) | (-11) | (-8.6) | -0.7 | (-2.4) | (-5.6) | 0.0 | (-9.6) | -1.4 | 0.0 | 0.0 | -1.9 | -1.1 | 150 | | | |
| 200 | (-5.5) | (-7.0) | (-4.8) | -1.8 | -0.3 | (-3.2) | +0.9 | (-5.0) | -2.6 | (-1.0) | +1.0 | +0.2 | -0.4 | 200 | | | |
| 250 | (-1.8) | (-3.2) | (-2.1) | -1.5 | +0.2 | -1.5 | 0.0 | (-2.4) | -0.7 | (-4.1) | +18.3 | +1.6 | -0.5 | 250 | | | |
| 300 | 0.0 | -0.1 | +0.4 | +0.2 | +1.0 | +0.1 | 0.0 | 0.0 | +3.2 | -0.6 | +17.1 | +2.1 | +0.8 | 300 | | | |
| 350 | +0.2 | -0.1 | +0.3 | +0.1 | +0.5 | +0.4 | -0.2 | 0.0 | (+7.8) | +0.4 | 0.0 | +0.4 | -0.2 | 350 | | | |
| 400 | +0.3 | -0.1 | +1.1 | +0.4 | +0.6 | +1.0 | +1.2 | +0.4 | (+1.8) | +1.7 | — | (-2.6°) | +0.5 | 400 | | | |
| 450 | -0.6 | -0.8 | +0.1 | +0.2 | +0.5 | +0.6 | 0.0 | 0.0 | (-2.4) | +0.4 | (-17) | -0.3 | -0.5 | 450 | | | |
| 500 | -0.2 | -1.2 | +0.8 | -0.1 | +0.8 | +0.6 | 0.0 | -0.3 | (-3.6) | +0.4 | (-12) | (-8.9) | (-10) | 500 | | | |
| 550 | +0.2 | -0.1 | +0.1 | +1.0 | +0.3 | +0.5 | +0.2 | +0.5 | (-4.9) | +0.6 | (-4.8) | (-15) | (-16) | 550 | | | |
| 600 | -0.6 | -0.4 | -0.5 | +1.9 | +0.1 | +0.5 | -0.1 | -0.2 | — | -0.2 | — | (-19) | (-27) | 600 | | | |
| 650 | -0.9 | +1.4 | +2.0 | +1.5 | -0.1 | +0.1 | 0.0 | +0.3 | +0.2 | +0.2 | 0.0 | +0.1 | +0.1 | 650 | | | |
| 700 | -0.7 | 0.0 | 0.0 | +0.1 | -0.3 | +0.1 | -0.7 | +0.3 | -0.2 | 0.0 | 0.0 | +0.5 | +0.9 | 700 | | | |
| 750 | -0.5 | -0.6 | -0.5 | +0.1 | +0.2 | +0.2 | +0.1 | +0.5 | -0.6 | 0.0 | 0.0 | +1.8 | +1.5 | 750 | | | |
| 800 | -0.7 | -1.0 | -1.0 | -1.1 | -0.7 | -0.6 | -0.2 | 0.0 | -0.2 | -0.2 | -0.5 | +0.8 | +0.8 | 800 | | | |
| 850 | 0.0 | -0.5 | -1.0 | -0.9 | -0.1 | -0.6 | -0.6 | +0.3 | -0.8 | 0.0 | -0.2 | +0.1 | +1.0 | 850 | | | |
| 900 | +1.1 | -0.2 | -0.3 | -0.2 | -0.7 | -1.0 | +0.1 | +0.2 | 0.0 | 0.0 | -0.4 | +0.5 | +0.2 | 900 | | | |
| 950 | +1.7 | +0.7 | 0.0 | +0.8 | -1.2 | -1.0 | +0.4 | -0.5 | 0.0 | -0.3 | -0.3 | +1.1 | 0.0 | 950 | | | |
| 1000 | — | +1.3 | +0.1 | — | +0.3 | -0.1 | +0.4 | -0.3 | -0.4 | +1.1 | +0.9 | +0.9 | -0.7 | 1000 | | | |
| 1050 | — | +0.4 | -0.4 | — | +1.5 | +0.6 | +1.0 | -0.1 | +0.8 | +0.6 | +0.6 | +0.7 | -0.9 | 1050 | | | |
| 1100 | — | — | — | — | +1.3 | +0.4 | +1.0 | -0.3 | +0.6 | +0.1 | +0.1 | -0.8 | -1.0 | 1100 | | | |
| 1150 | — | — | — | — | +1.1 | +0.7 | +1.6 | -0.4 | +0.6 | +0.1 | +0.1 | -1.5 | -1.4 | 1150 | | | |
| 1200 | — | — | — | — | +0.7 | +0.8 | +1.7 | -0.9 | +0.2 | +0.7 | +0.7 | -1.2 | -1.1 | 1200 | | | |
| 1250 | — | — | — | — | +1.1 | +1.3 | — | +0.2 | — | — | — | -0.4 | -0.1 | 1250 | | | |
| 1300 | — | — | — | — | — | +1.0 | — | -0.8 | — | — | — | — | +0.4 | 1300 | | | |
| Mittel | ± 0.74 | ± 0.74 | ± 0.77 | ± 1.02 | ± 0.76 | ± 0.75 | ± 0.75 | ± 0.40 | ± 2.27 | ± 0.61 | (± 9.8) | ± 0.47 | ± 1.01 | ± 1.04 | ± 0.59 | ± 0.91 | Mittel |

wie die chemische Analyse ergab, durch 0.9 Promille Fe und 0.8 Promille Cu verunreinigt, während die beiden anderen Drähte sehr rein waren.

Um eine Übersicht über den Verlauf der Thermoelemente unter 0° zu erhalten, wurden noch vorläufige Messungen der meisten Elemente bei -80° und -185° angestellt, aus denen hervorgeht, dass die Unterschiede zwischen den berechneten und beobachteten Werthen dort noch grösser werden. Viele Elemente besitzen Umkehrpunkte in der Nähe von -100° . Nur bei dem Pt/Pd-Elemente stimmt die unterhalb 400° abgeleitete Formel noch bei -100° gut mit der Beobachtung überein. Es folgen hier die gegen Platin beobachteten Werthe in Mikrovolt, bei denen die Anordnung der Metalle in derselben Weise wie in der Haupttabelle zu verstehen ist. Zum Vergleich sind noch die bei 450° und 950° beobachteten Werthe hinzugefügt.

| | Au ₁ | Au ₂ | Ag | Rh ₂ | Ir | 90Pt,10Ru | 90Pt,10Pd | 10Pt,90Pd | Pd ₂ |
|-------|-----------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------------|
| +950° | 15532 | 15612 | 17484 | 12798 | 11688 | 9814 | 4068 | 2566 | 10670 |
| +450 | 5270 | 5314 | 5320 | 4422 | 4146 | 4102 | 1714 | -290 | 3296 |
| - 80 | -307 | -315 | -302 | -312 | -320 | -388 | - 87 | +146 | -392 |
| -185 | -130 | -166 | -160 | -235 | -283 | -534 | -106 | +240 | -774 |

Der Platindraht des Normalelementes, mit dem wir alle übrigen Drähte combinirten, wurde noch mit einem andern besonders sorgfältig gereinigten Platin ($\alpha = 0.00388$) derselben Bezugsquelle verglichen. Dieses Metall war ebenso wie Pd₂ von Hrn. MYLIUS analysirt und mindestens als auf 1 Promille rein befunden worden. Der Unterschied in der thermoelektrischen Kraft der beiden Platinsorten gegen denselben Platinrhodiumdraht entspricht 1° bei 1000° , während ein dritter Draht aus »reinem« Platin einer anderen Firma einen Unterschied von 12° ergab. Doch hatte dieser einen kleinern Temperaturcoefficienten ($\alpha = 0.00376$), war also wahrscheinlich nicht so rein wie die beiden anderen.

Ausgegeben am 27. Juli.

SITZUNGSBERICHTE 1899.
DER XXXVII.
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

20. Juli. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. DIELS.

1. Hr. DILTHEY las eine Abhandlung: Ideen zu einer Bildungslehre und Classification der philosophischen Systeme. (Abh.)

Er ging von einer vergleichenden Behandlung der Systeme aus und unterschied nach der Structur derselben besonders drei Typen der Weltanschauung: Naturalismus und Positivismus, Idealismus der Freiheit und objectiven Idealismus.

2. Hr. HARNACK legte eine Mittheilung des Hrn. Dr. JOHANNES GEFFCKEN in Hamburg vor: Eine gnostische Vision.

Der Verfasser untersucht die vv. 512–531 des 5. Buchs der Oracula Sibyllina und zeigt, dass sie aus dem Rahmen der übrigen Orakel herausfallen, dagegen ihre Parallele an einem alten, von antiken Religionsphilosophen beachteten Mythos haben.

3. Hr. SACHAU legt der Akademie im Namen Seiner Excellenz des Herzogs DE LOUBAT, Paris, die Ausgabe des Codex Cospianus vor, einer in der Universitätsbibliothek zu Bologna aufbewahrten Mexicanischen Hieroglyphen-Handschrift, von welcher der Herzog eine photolithographische Reproduction mit einer ausführlichen Beschreibung veröffentlicht hat.

Eine gnostische Vision.

VON DR. JOHANNES GEFFCKEN
in Hamburg.

(Vorgelegt von Hrn. HARNACK.)

Das fünfte Buch der Oracula Sibyllina, dessen eigentlichen Kern man neuerdings jüdischen Verfassern, dessen ganze Entstehung man sehr verschiedenen Zeiten zuschreibt, hat einen höchst eigenthümlichen Schluss. Die Seherin hat dem Lande Aegypten Unglück verheissen; die Tempel der Isis und des Serapis werden fallen (Vs. 484–491) und dafür ein neuer, dem wahren Gotte gewidmeter Bau sich erheben (–503); eine dunkle Drohung endlich wird ausgesprochen gegen die Aethiopier, die Aegyptens grossen Tempel zerstören werden (Vs. 504–511). Dann aber hebt die Sibylle noch einmal einen völlig neuen Sang an:

*Ἡελίου φαέθοντος ἐν ἀστράσιν εἶδον ἀπειλὴν
ἠδὲ Σελιναίης δεινὸν χόλον ἐν στεροπῆσιν·
ἄστρα μάχην ᾠδινε· θεὸς δ' ἐπέτρεψε μάχεσθαι.
515 ἀμφὶ γὰρ Ἡελίου μακρὰ φλόγες ἐστασίαζον,
517 ἠδὲ Σελιναίης δίκερως ἠλλάξατο ροῖζος·
516 Φωσφόρος ἦρχε μάχης ἐπιβὰς ἐς νῶτα Λέοντος·
Αἰγόκερως ἐπληξε μέσον Ταύροιο τένοντα·
Ταῦρος δ' Αἰγοκέρωτος ἀφήρπασε νόστιμον ἡμάρ·
520 καὶ Ζυγὸν Ὀρίων ἀπενόσφισε μηκέτι μείραν·
Παρθένος ἐν Κριῶ Διδύμων ἠλλάξατο μοῖραν·
Πλειὰς δ' οὐκέτ' ἔφαινε· Δράκων δ' ἠρνήσατο ζώνην·
Ἰχθύες εἰσεδύνοντο κατὰ ζῶστίηρα Λέοντος·
Καρκίνος οὐκ ἐνέμεινεν, ἔδεισε γὰρ Ὀρίωνα·*

515 ἀμφὶ G[EFFCKEN], ἀντὶ HSS.-Ausgg., ἄντα BURESCH. 516. 517 HSS.-Ausgg., 517. 516 G. 517 σελιναίης δίκερως (δίκερως, δίκαιρος) ἠλλάξατ' οἰζύς HSS., Σελιναίη δίκερων ἠλλάξατο εἶδος RZACH, wie oben G., vergl. zu ροῖζος Oracula Chaldaica ed. KROLL p. 64, 5. Orphica ed. ABEL. hymn. 8. 6 ροιζῆτορ (Sibyll. VIII 433); der Mond änderte also seinen schnellen Weg. 516 ἔσχε μάχης oder ἴσχε μάχην HSS., verbessert vom Anon. Parisin. 518 μέσον G., νέον HSS., ὁμοῦ RZ. 524 οὐκέτ' ἐμεινεν BUR.

- 525 Σκορπίος οὐρᾶ ὑπῆλθε διὰ δεινοῖο Λέοντος,
 ἠδὲ Κύων ὠλισθεν ἀπὸ φλογὸς Ἡελίοιο·
 Ὑδροχόον δ' ἐπύρωσε μένος κρατεροῖο Φαινοῦ.
 ὦρτο μὲν Οὐρανὸς αὐτὸς ἕως ἐτίναξε μαχητάς·
 θυμωθεὶς δ' ἔρριψε καταπρηνεῖς ἐπὶ γαῖαν.
 530 ῥίμφα μὲν οὖν πλαγχθέντες ἐπ' Ὀκεανοῖο λοετρὰ
 ἦψαν γαῖαν ἅπασαν· ἔμεινε δ' ἀνάστερος αἰθίρ.

525 οὐρᾶ ὑπῆλθε: »er verkroch sich hinter seinem Schwanz« G. (ALEXANDRE), οὐρὰν ἐπῆλθε HSS. 527 Ὑδροχόον G., Ὑδροχόος HSS.-Ausgg., doch der Wassermann kann nicht den Φαινός (= Φαίων, Saturn) verbrennen. 530 πλαγχθέντες G., πλιγέντες HSS.-Ausgg.

Diese eigenartige Vision, die, durch nichts vorbereitet, völlig unvernuthet der Prophetie sich angliedert, hat ihresgleichen nicht in der Sibyllen-Poesie. Das apokalyptische «εἶδον» ist innerhalb dieser ganzen Litteratur, die stets in den Formen des Futurs denkt, absolutes ἅπαξ εἰρημένον; die Seherin tritt mit diesem Worte gänzlich aus ihrem Stande heraus, also dass man in der ganzen Stelle nur ein völlig unorganisch mit dem 5. Buche verbundenes Anhängsel erkennen darf.

Im Einzelnen gewährt die Form ein eigenthümliches Bild. Innerhalb der wenigen Verse haben wir recht unschöne Wiederholungen: dreimal schliesst das Wort Λέοντος einen Vers (516. 523. 525), und ziemlich dicht nach einander lesen wir zwei gleiche Versanfänge (513. 517). Unlebendig ist auch die Schilderung des Kampfes selbst; in ziemlich mechanischer Weise entsprechen den muthigen Angreifern und mit wechselndem Erfolge ringenden Kämpfern mehrere Feiglinge. Über diesen Eindruck kann uns auch das hübsche poetische ὠδινε (Vs. 514) nicht hinwegtäuschen; das Wort ist ein Rhetorenausdruck der späteren Sprache und vermag dementsprechend hier kein individuelles Leben zu verleihen. Diese Unlebendigkeit der Darstellung wird nun auf's Passendste ergänzt durch die genaue, ja fast peinliche Beobachtung der metrischen Regeln, wie sie die alexandrinische Poesie und danach Nonnos übten. Schon TYCHO MOMMSEN¹ war der weichere Versbau aufgefallen; wir können hinzufügen, dass von den sogenannten MEYER'schen Gesetzen das erste und dritte hier ohne Ausnahme gilt, das zweite nur eine (Vs. 516) erleidet. Die Verse sind zumeist daktylisch gebaut, drei entbehren jedes Spondeus, elf haben nur je einen, fünf zwei und nur ein Vers zählt drei Spondeen (529), vernuthlich nicht ohne besondere Absicht. Auch die Elisionen sind

¹ Beiträge zur Lehre von den griechischen Praepositionen S. 820 Anm. 42.

sehr leichte.¹ Tritt uns nun also in unserer Dichtung eine doch nicht abzuleugnende Grösse der Conception entgegen, im Widerspruche dazu aber ein ängstliches Festhalten an überkommenem metrischen Brauch und eine dürftige stilistische Ausführung, so scheint der Schluss unabweisbar, dass die poetische Idee selbst dem Dichter nicht aus schaffender Seele quoll, dass er vielmehr ein älteres Thema, der Überlieferung folgend, bearbeitet hat.

Der um die Kritik der *Oracula Sibyllina* wohlverdiente BADT erkannte in dem Gedichte nicht ohne Bewunderung ein *documentum diligentissimi illis temporibus in rebus caelestibus collati studii*. Das hilft uns nicht viel weiter, ist zudem auch gar nicht einmal ganz zutreffend. Denn die taumelnde Phantasie dieser Vision spottet, obwohl der Dichter mit astrologischen Ausdrücken wie *μοῖρα* (521, vergl. z. B. Sextus Empir. adv. Mathem. p. 729, 21 BEKK.) operirt, jedes astrologischen Systems². Mit Allgemeinheiten ist hier nichts anzufangen; um die Frage, welchem Ideenkreise, ob vielleicht ursprünglich heidnischem, ob jüdischem oder christlichem, das Stück entstammt, richtig beantworten zu können, wird es gut sein, vorerst einmal zu sondern und zu trennen, und nur den eigentlichen Kampf der Gestirne, d. h. die Verse 512–527 in's Auge zu fassen.

MENDELSSOHN, dessen weitschauendem Blicke litterarische Zusammenhänge und Beziehungen sich selten entzogen, scheint mir hier nicht das Richtige erkannt zu haben. In seinen hinterlassenen Notizen zu der von ihm für die Königlich Preussische Akademie übernommenen Ausgabe der *Oracula* weist er besonders auf die Stelle Richt. 5, 20 ἐξ οὐρανοῦ παρετάξαντο οἱ ἀστέρες hin. Aber es will mir nicht einleuchten, dass hier, wenn überhaupt von einer Ähnlichkeit geredet werden darf, etwas Anderes als ein nur zufälliges Zusammentreffen vorliegt; allein die Unterstützung Israels durch den Herrn soll zu möglichst plastischem Ausdruck gelangen. Richtiger hatte schon ALEXANDRE auf die

- - -

¹ Siehe über alles Dieses W. MEYER'S Abhandlung: Zur Geschichte des griechischen und lateinischen Hexameters. München 1885 S. 980 ff. — Auch die von MEYER S. 988 beobachtete alexandrinische Regel, dass nach weiblicher Caesur im 3. Fusse die 5. Hebung nur durch den Schluss eines noch die 4. Hebung umfassenden Wortes gebildet werden soll, ist Vs. 529 befolgt, wie ebenso Nonnos' Brauch, der männlichen Caesur im 5. Fusse nicht im 4. Fusse auch männliche Caesur vorangehen zu lassen. Desgleichen folgt (MEYER 993) nach der männlichen Caesur im 3. Fusse die 2. Caesur nach der 4. Hebung (Vs. 513, 515, 517, 516, 521) oder die bukolische Caesur (Vs. 520). Nonnos' Abneigung ferner, zwei Spondeen nach einander anders als im 2. und 3. Fusse zu gestatten, zeigt sich auch in unserer Stelle; in Vs. 529 malen die 3 Spondeen die majestätische Erhebung des Himmels. Nonnos' Sitte hingegen, trochäische Wörter als Hexameterschluss zu meiden, finden wir nicht befolgt.

² Auch ein Mathematiker, E. HOPPE, dem ich die Stelle vorlegte, erklärte mir, sie enthalte, von jedem Standpunkte aus betrachtet, völligen Unsinn.

Ähnlichkeit mit den Versen 206–213 desselben Sibyllenbuches aufmerksam gemacht, die allerdings zum Theil erst einmal lesbar gemacht werden müssen:

Ἴνδοί, μὴ θαρσεῖτε καὶ Αἰθίοπες μεγάθυμοι·
 ἡνίκα γὰρ πυρόεις τροχὸς Ἄξονος, Αἰγοκεράστης
 Ταῦρός τ' ἐν Διδύμοις μέσον οὐρανὸν ἀμφιελίξῃ,
 Παρθένος ἐξαναβάσα καὶ Ἥλιος ἀμφὶ μετώπῳ
 210 πηξάμενος ζώνην πυριλαμπέα ἡγεμονοῦσῃ·
 ἔσσεται ἐμπρησμός μέγας αἰθέριος κατὰ γαῖαν,
 ἄστρον δ' ἐκ μαχίμων καινὴ φύσις, ὥστ' ἀπολέσθαι
 ἐν πυρὶ καὶ στοναχῆσιν ὄλην γῆν Αἰθιοπίων.

206 θαρσεῖτε ALEXANDRE, ταρβεῖτε HSS. 207 πυρόεις G., τούτους HSS., τούτοις Rzach. — Αἰγοκεράστης G., αἰγοκερίτης HSS., Αἰγοκέρωτος Rz. 210 πυριλαμπέα G., περίπαν πόλον BOISSONADE, περιπάμπολον HSS. 212 ἄστρον δ' ἐκ μαχίμων G., ἄστρον ὃ ἐν μαχίμοις HSS., ἄστροις ὃ ἐ. μ. Rz. 213 στοναχαῖσιν ὄλην oder στοναχαῖσιν ὀλοήν HSS., verb. v. Rz. — αἰθίοπων oder αἰθίοπων τε HSS., verb. v. ALEX. CASTALIO'S στοναχαῖς Ἴνδῶν γῆν Αἰθίοπων τε verbessert nur den schlechten Dichter, der über den häufiger genannten Aethiopen die Inder vergisst.

Jeder nun, der sich nur ein wenig mit griechischer Mythologie beschäftigt hat, erkennt, dass diese Weissagung auf die Sage von Phaethon's Sturz hinweist, der einst die Welt in Brand setzte und den Indern (HYGIN 154) wie den Aethiopen die dunkle Hautfarbe gab.¹ Die obige Stelle also hat mit unserer Vision nur die Ähnlichkeit, dass auch hier ein Weltbrand, allerdings nur von beschränktem Umfange, dargestellt und in ähnlich confuser Schilderung gehalten ist. Diese Momente genügen aber nicht, um etwa Gleichheit der Verfasser, geschweige eine Coincidenz der dichterischen Conception annehmen zu lassen. Dass zwischen dem partiellen Weltbrand, den Phaethon's himmlische Irrfahrt verursachte, und dem allgemeinen Brande am Ende aller Dinge Beziehungen obwalten, ist ja selbstverständlich, aber dieser natürliche Zusammenhang zeigt sich, wie unten noch ausgeführt werden wird, auch noch in anderer Litteratur.

Zudem ist die Ähnlichkeit zwischen der Stelle V 206–213 und unserer Vision gar nicht einmal so gross wie die nahe Verwandtschaft jener und einer Stelle des Dichters, der die Phaethon-Sage sehr eingehend behandelt hat, des Nonnos (Dionysiaka XXXVIII 356 ff.). Phaethon hat die überirdische Welt in Unordnung gebracht:

..... δράκων ἐπεσύρισε Ταύρω
 καὶ κυνὶ σειριάοντι Λέων βρυχίσατο λαμῶ

¹ Vergl. darüber KNAACK, Quaestiones Phaethontae, dem die Stelle der Oracula, wie das ja bei ihrer Abgelegenheit und Dunkelheit des Ausdrucks leicht erklärlich, entgangen ist.

αἰθέρα θερμαίνων μαλερῶ πυρὶ καὶ θρασὺς ἔσθη
 Καρκίνον ὀκταπόδην κλονέων λασιότριχι παλμῶ·
 360 οὐρανοῦ δὲ Λέοντος ὀπισθιδίῳ παρὰ ταρσῶ
 Παρθένον ἀγκυκέλευθον ἐμάστιε δίψιος οὐρή· u. s. w.

vergl. II 650 ff.

Und vom Weltbrande des Phaethon erzählt uns auch der bedeutende, unter dem Namen Manilius bekannte Dichter in seinen *Astronomica* II 834. Dieser in der ersten Kaiserzeit lebende stoische¹ Poet redet denn auch — und damit kommen wir nun in der Behandlung der Quellenfrage um ein gut Stück vorwärts — von dem Kampfe, den einzelne Sternbilder mit einander führten (II 197):

*Quin tria signa novem signis coniuncta repugnant
 Et quasi seditio caelum tenet; aspice Taurum
 Clunibus et Geminos pedibus, testudine Cancrum
 200 Surgere . . .*

466

*Quin etiam propriis inter se legibus astra
 Conveniunt, ut certa gerant commercia rerum,
 Inque vicem praestant visus atque auribus haerent
 Aut odium foedusve gerunt . . .*

und 474

Utrique aut sorti pugnant . . .

Daraus ergiebt sich dem Streit und Krieg unter den Menschen (606):

Utque sibi caelum, sic tellus dissidet ipsa . . .

Die Stoa mit ihrer Vorliebe für die Mantik hat überhaupt einen bedeutenden Einfluss auf die Verbreitung der Astrologie gehabt², mancher Jünger der Sekte liess sich über die Kunde von der Einwirkung der Sterne vernehmen. Gross war unter Anderem die Bedeutung des Mondes für die Erde. Es ist die Lehre des Poseidonios, die wir bei Cicero lesen (*De nat. deor.* II 19, 50): *multaque ab ea manant et fluunt, quibus et animantes alantur.* Vergl. Claud. Ptolem. *Tetrab.* p. 3 ἢ τε σελήνη ὡς περιγειοτάτη δίδωσι τοῖς πρὸς τῇ γῆ τὴν ἀπορροίαν συμπαθόντων αὐτῇ καὶ συντρεπομένων τῶν πλείστων ἐμφύχων καὶ ἀψύχων und [Lukian] *De Astrol.* 29 ἀστέρων δὲ οὐδεμίην ἀπορροίην δεχόμεθα.³ Endlich, wenn die ἐκπύρωσις, das Ende der Welt, ein-

¹ Vergl. besonders BOLL. Studien über Claudius Ptolemaeus. Jahrbücher für Philologie. Suppl. XXI 1894 S. 136 ff. Das Astrologische kommt meines Erachtens bei KNAACK zu kurz.

² Vergl. RIESS in PARLY-WISSOWA'S Encyklopaedie S. 1813 ff.

³ Vergl. Sextus Empir. *adv. math.* p. 729. 12 BEKK.

tritt, so sind die Gestirne die wirkende Ursache, wie Kleantes meinte (Plutarch, De commun. not. p. 1075 d): ἔτι τοίνυν ἐπαγωνιζόμενος ὁ Κλεάνθης τῇ ἐκπυρώσει λέγει τὴν σελήνην καὶ τὰ λοιπὰ ἄστρα τὸν ἥλιον ἐξομοῖωσαι πάντα ἑαυτῷ καὶ μεταβαλεῖν εἰς ἑαυτόν
Andere, wie Berosus (Seneca: Nat. quaest. III 29, 1), liessen das Ende eintreten, wenn alle Gestirne im Zeichen des Krebses ständen, d. h. wenn das sogenannte grosse Jahr abgelaufen wäre.¹ Dann, so führte die Stoa aus, wird es wieder ähnlich wie beim Weltbrande Phaethon's werden.²

Mit welchen Farben aber die Schule sich die letzten Dinge ausmalte, lesen wir bekanntlich am besten bei Seneca in seiner Consolatio ad Marciam, die uns denn endlich auch die für unsere Untersuchung nothwendige Parallelstelle bringt. Von der Höhe der himmlischen Warte aus redet Marcias Vater (XXVI 4): *Quid dicam nulla hic arna mutuis furere concursibus nec classes classibus frangi nec parricidia aut fingi aut cogitari nec fora litibus strepere dies perpetuos*³ *Nam si tibi potest solatio esse desiderii tui commune fatum, nihil quo stat loco stabit, omnia sternet . . . vetustas . . . et cum tempus advenerit, quo se mundus renovaturus extinguat, viribus ista se suis caedent et sidera sideribus incurrent et omni flagrante materia uno igne quidquid nunc ex disposito lucet, ardebit.*

Damit wäre, so scheint es, unsere Vision auf ihre Quelle zurückgeführt worden: bei Seneca wie in der Sibylle lesen wir vom Kampf der Gestirne, und unsere Stelle ginge somit strict auf eine heidnische Vorlage zurück; denn die Erwähnung Gottes (Vs. 514) würde keine Widerlegung dieses Schlusses bedeuten. Aber eine solche Folgerung wäre doch voreilig, das Ergebniss zu einfach. Seneca sagt ja nicht, wie der Sibyllist, dass die stürzenden Gestirne die Erde verbrennen, sondern erwähnt diesen Kampf nur als ein Stück aus der allgemeinen débâcle, nicht als wirkende Ursache des Brandes. Und weiter: die Sibylle lässt die Gestirne in den Ocean stürzen. Das ist nun und nimmer heidnische Tradition, sondern ein Motiv aus der jüdischen Prophetie über die letzten Dinge, von den christlichen Apokalypsen in

¹ ZELLER. Die Philosophie der Griechen III³ 1, 157; vergl. auch Celsus bei Origenes IV 11 p. 281, 17 Kō. ἐπῆλθε δ' αὐτοῖς καὶ τὰ ταῦτα ἐκέλευον (nämlich τὸν Ἑλλήνων) παρακούσασιν, ὅτι ἦ κατὰ χρόνον μακρῶν κύκλων καὶ ἄστρων ἐπανόδους τε καὶ συνόδους . . . ἐκπυρώσεις . . . συμβαίνουσι.

² Manilius IV 823. [Aristoteles:] περὶ κόσμον 400a 25 ff. vergl. Seneca, Consol. ad Marciam XXVI. BOLL, a. a. O. 225 ff. Auch Celsus erwähnt in ähnlichem Zusammenhang (Origenes I 19 p. 70, 29 Kō.) den Brand des Phaethon. Wer also Sib. V 512 mit V 206 oder der Phaethon-Sage vergleicht, wiederholt nur den stoischen Denkprocess.

³ Warum ich auch dies ausschreibe, soll sich unten zeigen.

späterer Zeit übernommen. Zuerst haben wir das Fallen der Sterne bei Jesaias 34, 4, dann bei Matthaeus 24, 29, Marc. 13, 25, Apok. 6, 13; Commodian, Carm. Apol. 1011 u. ö., in's Meer lassen die Sibyllen in Übereinstimmung den Sturz geschehen: VIII 190, II 202 (V158).¹ Aber dass dieses letztere nicht ein Schilderungsmoment nur der Sibyllen ist, zeigt die ähnliche Stelle in der Apok. Joh. 8, 10 und besonders die mandaeische Prophezeiung, die doch sicher nicht aus den Sibyllen stammt, dass in der Endzeit »die Sterne vom Himmel losgebunden werden und in den Ocean fallen« sollen.² Erkennen wir dann weiter, dass Seneca's zuerst angeführte Worte: *Quid . . . perpetuos* grösste Ähnlichkeit mit den Versen der Sibylle VIII 116 ff., einer auf eine jüdische Vorlage zurückgehenden Ausmalung des seligen Jenseits³ besitzen, so ergibt sich als zweites Resultat: Die stoische Vorstellung vom Kampfe der Gestirne bei der Ekpyrosis ist von einem Juden oder auch Christen, wie Ähnliches ja öfter geschehen, übernommen und in eigener Weise verarbeitet worden.

Aber auch damit sind wir noch nicht am Ende angelangt. Denn noch wird in der Sibyllenstelle dem *Oὐρανός* eine eigenthümliche Rolle zugewiesen (Vs. 528). Schwerlich ist das stoische Arbeit, denn der Himmel gilt dem Stoiker als Vater (Ps. Plutarch, epit. 76), ebenso wenig entspricht es jüdischer Anschauung und noch viel weniger gemeinchristlichem Denken, vielmehr ist der Ursprung dieser Vorstellung auf anderem Boden zu suchen.

Wie fest die Gnosis auf astrologischem Fundamente oder auch dem, was sie für Astrologie ausgab, beruht, sagt uns mancher Blick, den wir in ein Buch der Secte oder auch in die Bücher der Haereseologen werfen; eingehender ist dies neuerdings von C. SCHMIDT⁴ und besonders von ANZ⁵ dargelegt worden. Die Gestirne nun, so lehren die der anatolischen Schule der Valentinianer entstammenden Excerpta ex Theodoto des Clemens, üben auf den Menschen eine drückende Herrschaft aus (71): *Τὰ τοίνυν δεκαδύο ζώδια καὶ οἱ ταῦτα ἐπιόντες ἐπτὰ ἀστέρες τότε μὲν συνοδεύοντες, τότε δὲ ὑπαπαντῶντες, ἀνατέλλοντες οὗτοι πρὸς τῶν δυνάμεων κινούμενοι, κίνησιν τῆς οὐσίας δηλοῦσιν εἰς γένεσιν τῶν ζώων καὶ τῶν περιστάσεων τροπήν. διάφοροι*

¹ Vergl. über alles Dieses BOUSSER, Der Antichrist S. 159 ff.

² BRANDT, Die mandaeische Religion S. 70.

³ Dass ein jüdisches Original vorliegt, ergibt sich aus der Vergleichung mit dem slavischen Henoch: BONWETSCH, Abhandlungen der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen 1896, Cap. LXV.

⁴ Gnostische Schriften in koptischer Sprache. Texte und Untersuchungen 1892 VIII S. 386. 388. 396. 411. 424.

⁵ Zur Frage nach dem Ursprung des Gnosticismus. Texte und Untersuchungen 1897 XV 4 S. 43 f. 56 f.

δ' εἰσὶν καὶ οἱ ἀστέρες καὶ αἱ δυνάμεις ἀγαθοποιοὶ κακοποιοί, δεξιοὶ ἀριστεροί, ὧν κοινὸν τὸ τικτόμενον, ἕκαστον δὲ αὐτῶν γίνεται κατὰ καιρὸν τὸν ἴδιον . . . 72 ἀπὸ ταύτης τῆς στάσεως καὶ μάχης τῶν δυνάμεων ὁ κύριος ἡμᾶς ρύεται καὶ παρέχει τὴν εἰρήνην ἀπὸ τῆς τῶν δυνάμεων καὶ τῆς τῶν ἀγγέλων παρατάξεως, ἣν οἱ μὲν ὑπὲρ ἡμῶν, οἱ δὲ καθ' ἡμῶν παρατάσσονται. οἱ μὲν γὰρ στρατιώταις εἰκόασι, συμμαχοῦντες ἡμῖν, ὡς ἂν ὑπηρεταὶ θεοῦ· οἱ δὲ λησταῖς . . .¹. — Hier haben wir also in vollster Deutlichkeit die von Manilius entwickelte stoische Lehre von den mit einander streitenden Gestirnen vor uns. Und weitere Übereinstimmung mit der Stoa zeigt, was uns Hippolyt über die Lehre der Peraten mittheilt, derselben Secte, die neben Herakleit auch den Stoiker Arat citirt (Philosophum. V 15 p. 188, 65 DUNCKER-SCHNEIDEWIN): καὶ γεγονέναι κατὰ ἀπορροίαν τὸν κόσμον τὸν καθ' ἡμᾶς, ὃν ἰδικὸν ἐκεῖνοι καλοῦσι . . . δεύτερον δὲ δὴ κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον, ὡς γέγονεν ὁ κόσμος ἀπὸ τῆς ἀπορροίας τῆς ἄνω, οὕτως τὰ ἐνθάδε ἀπὸ τῆς ἀπορροίας τῶν ἀστέρων γένεσιν ἔχειν καὶ φθορὰν καὶ διοικέσθαι, d. h. der Untergang der Welt, deren Entstehung mit einem stoischen Ausdruck erklärt wird, soll durch die Gestirne erfolgen.² Waren die Gestirne endlich für den Stoiker göttliche Einzelwesen³, so führt auch diese Lehre hin zu dem von allerhand Zwischengotttheiten bevölkerten Olymp der Gnostiker.⁴ Wenn somit Anz den babylonischen Ursprung des Gnosticismus behauptet, so möchte ich doch lieber bei der Anschauung verharren, die das Orientalische, bevor es zu den Gnostikern gelangt, erst durch das Griechenthum hindurchgehen läßt.⁵

Der mythologisch-mystischen Kosmologie der Griechen endlich entsprach es, wenn die Gnostiker den Himmel wie auch den Kosmos sich persönlich vorstellten. Mit Recht weist Epiphanius darauf hin (adv. haer. XXXI 3 p. 139): εἰ δὲ τις θελήσειεν ἰδεῖν πῶς πλαττόμενοι οὗτοι συν-ἀπτουσιν ἔν πρὸς ἓν, εὔροι ἂν οὕτως συναπτόμενα καὶ συνεζευγμένα

¹ Vergl. auch die Pistis Sophia p. 19, 27 SCHWARTZE-PETERMANN und Bardesanes in HILGENFELD'S Bardesanes S. 59.

² Denn das muss die nicht völlig klare Stelle doch bedeuten. Es wird hier ebenso der Entstehung der Welt ihr Untergang durch ebendieselben Ursachen entgegengesetzt, wie andererseits der Welt schaffenden Thätigkeit der Gestirne die Arbeit im Kleinen, die Regierung, Belebung und Vernichtung der irdischen Dinge gegenübergestellt wird.

³ ZELLER, a. a. O. III 1, 190.

⁴ Vergl. dazu auch noch, was Hippolyt ebenfalls über die Peraten mittheilt (16 p. 190, 16): εἰσὶ δὲ . . . οἱ θεοὶ τῆς ἀπολείας οἱ ἀστέρες οἱ τῆς μεταβλητῆς γενέσεως ἐπιφέροντες τοῖς γενομένοις τὴν ἀνάγκην.

⁵ HARNACK, Dogmengeschichte³ I S. 218. — Sehr nützlich ist es auch, über alles Besprochene RIESS a. a. O. nachzulesen. In der Blüthezeit der Astrologie blüht auch der Gnosticismus.

ἀλλήλοις, ἃ τοῖς ποιηταῖς ἔδοξεν, ὡς τὸν μὲν Βυθὸν Νυκτί τε καὶ Σιγῇ συνάψαντες ἐποίησαν Γῆν γεννᾶσθαι, ἄλλοι δὲ Οὐρανόν, ὃν δὴ καὶ Ὑπερίονα κεκλήκασιν (vergl. 4 p. 141, 5 Ὑπερίων). Und die Himmel gerathen auch in stürmische, persönlichste Bewegung; denn so heisst es in der Pistis Sophia p. 224, 359, 9: *Tempore δὲ illo caela omnia profecta in occidentem et αἰῶνες omnes et σφαῖρα et eorum ἀρχοντες et eorum δυνάμεις omnes cucurrerunt omnes in occidentem.*

Damit haben wir meines Erachtens den Schlussstein in unsere Beweisführung eingefügt. Der Kampf der Gestirne, ursprünglich ein Bild stoischer Phantasie, wird neben anderen stoisch-astrologischen Vorstellungen vom Gnosticismus übernommen und mit eigenen Farben ausgestattet¹. Es handelt sich nur noch um Eins, um die Beantwortung der nachträglich etwa aufzuwerfenden Frage, ob denn die Sibyllen, innerhalb deren wir mit Verwunderung unser so fremdartiges Stück auftreten sahen, auch sonst noch gnostische Einflüsse verrathen.

Soviel ich bisher gesehen, ist bei denen, die die Sibyllen behandelt haben, hiervon wenig oder gar nicht die Rede gewesen. Da aber die Oracula vom 2. Jahrhundert v. Chr. bis etwa in's 3. Jahrhundert n. Chr. reichen, so wäre es ja eigentlich ein Wunder, wenn die Gnosis sie ganz unberührt gelassen hätte. Und in der That ist dem auch nicht so. Ich will zwar darauf kein besonderes Gewicht legen, dass die Peraten, indem sie als einzige Gnostiker sich auf die Sibylle berufen (Fragm. III RzACH, vergl. Hippolyt, a. a. O. p. 188, 87f.), Zusammenhang mit dieser Litteratur zeigen, noch dem viel Werth beilegen, dass die interpolirte Stelle im 1. Buche (Vs. 141–146) wohl sicher auf einen gnostischen Gottesnamen hinweist, weit wichtiger ist es vielmehr, dass das 7. Buch, ein höchst interessanter haeretischer Sang, unverkennbare Spuren des Gnosticismus zeigt. Da lesen wir (Vs. 139):

ἐν δὲ τρίτῳ κλήρω περιτελλομένων ἐνιαυτῶν
ὀγδοάδος² πρώτης ἄλλος ποτε κόσμος ὀράται

und erinnern uns dabei der Bedeutung der *tres κλήροι* in der Pistis Sophia p. (244) 245 und der bekannten gnostischen Ogdoas. Desgleichen verrathen Vs. 71–73 gnostischen Ursprung:

¹ Dass auch die Valentinianer eine Ekpyrosis lehrten (Irenaeus ed. PARV. I p. 59), bedarf kaum eines Hinweises. Wichtiger ist, dass die Anschauung τὸ ἐμφωλεῖον τῷ κόσμῳ πῦρ ἐκλάμψαν καὶ . . . κατεργασάμενον πᾶσαν ἕλην συναναλωθήσεται αὐτῇ ein eigenthümliches Gemisch gemeinstoischer und der dagegen gerichteten Lehre ([Philo] De aetern. mundi 18) zu zeigen scheint. Auch die Stoa hat ja über die Ekpyrosis geschwankt, gerade so wie Panaitios den Einfluss der Gestirne leugnete. Vergl. darüber BOLL., a. a. O. S. 181.

² ὀγδοάτης HSS.-Ausgg. verbessert von BURESCH.

τρεις δ' αὐτῷ πύργους μέγας Οὐρανὸς ἐστήριξεν,
 ἐν τοῖς δὴ ναίουσι θεοῦ νῦν μητέρες ἐσθλαί',
 Ἐλπίς τ' Εὐσεβίη τε Σεβασμοσύνη τε Ποθεινή...

Auch hier haben wir also den persönlich gedachten Uranos, haben in den *μητέρες* einen gnostischen Begriff und kennen aus Epiphanius (adv. haer. XXXI 169 B) die Elpis unter anderen mythologischen Begriffsgestalten. Endlich scheint auch die merkwürdige symbolische Nachahmung der Jordantaufe in Vs. 76–84 gnostisches Mysterium zu sein.²

Wäre somit auch gnostisches Denken den Oracula nicht fremd, so bleibt doch, wie schon oben gesagt, unsere Vision an der Stelle, wo sie steht, in der Form, die sie zeigt, ein durchaus unorganischer Bestandtheil dieser Bücher. Sie gehört nicht in die Sibyllen hinein, das *εἶδον* charakterisirt sie als *ὄπτασία*, wie dergleichen auch Epiphanius bei den Gnostikern kennt, oder besser: als Stück einer gnostischen Apokalypse.³ — Wieviel an ursprünglich Griechischem sich noch aus der Gnosis wird herauslösen lassen, vermag ich nicht zu ahnen. Alle Ergebnisse aber werden — so viel scheint mir nicht zu viel gesagt — darauf hinauskommen, dass der Gnosticismus nie nur einfach übernimmt, sondern stets das Überkommene mit eigenem Geiste umgestaltet. Das möchte auch diese Einzelstudie gelehrt haben.

¹ Diese Worte haben die Herausgeber leider in *νομήτορες ἐσθλαί* verkehrt. Die Parallele des Vs. 71 und des PASTOR HERM. III 4 ist übrigens keine vollständige.

² Weiteres werde ich über diese schwer verderbte, aber ziemlich leicht zu heilende Stelle in den »Texten und Untersuchungen« zu sagen haben.

³ Aus einer solchen Optasie citirt Epiphanius (adv. haer. XXVI 3 p. 41): *ἔστιν ἐπὶ ὄρους ὑψηλοῦ καὶ εἶδον ἀνθρώπων μακρὸν καὶ ἄλλον κολοβὸν καὶ ἤκουσα φωνὴν βροντῆς...* Vergl. übrigens HARNACK, a. a. O. I 219, 2.

Ausgegeben am 27. Juli.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XXXVIII.

27. JULI 1899.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung. Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig ein Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsziffer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeder Sitzungsbericht enthält eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungen richterlich überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, inoffiziell übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in der zu dessen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erschienen konnten.

§ 3.

Der Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher dazu den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberrücksicht über die Redaction und die Drucklegung der Sitzungsberichte, wissenschafterlicher Arbeiten.

§ 4.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten die Bestimmungen in § 28. dieses Reglements, die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung von 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklichen Zustimmung der Gesamtkademie oder der betreffenden Classe erlaubt.

3. Die wissenschaftlichen Mittheilungen sind in deutscher Sprache zu schreiben. Abhandlungen in fremden Sprachen sind, wenn sie in deutscher Sprache abgefasst sind, nur dann in die Sitzungsberichte aufgenommen, wenn die Sprache der Mittheilung zuerst begriﬀen worden ist. Stücke, die in der Fremdsprache geschrieben sind, können nur in Ausnahmefällen, besonders in denjenigen Fällen, in denen die wissenschaftliche Arbeit von einem ausländischen Forscher herrührt, in die Sitzungsberichte aufgenommen werden.

§ 5.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte ist in jedem Falle von der Ausfertigung der Mittheilung ein Exemplar des Originals zu überreichen.

nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer angenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesamtkademie oder der betreffenden Classe.

§ 6.

Auswärts werden Correcturen nur auf besondere Verlangen beschränkt. Die Verfasser verzichten damit auf Ersehen ihrer Mittheilungen nach zehn Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünf Sonderabdrücke bis zu einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abzuziehen zu lassen, sofern er hieron rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fach angehörigen ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn sehr viele Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrag zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Als Sitz. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kommt in der Sitzung der betreffenden Classe zur Verhandlung, und es erfolgt ein Abstimmungsbeschluss.]

§ 29.

1. Die Sitzungsberichte werden in drei Theilen veröffentlicht. Der erste Theil enthält die Sitzungsberichte der physikalisch-mathematischen Classe, der zweite Theil die Sitzungsberichte der philosophisch-historischen Classe, der dritte Theil die Sitzungsberichte der medicinischen Classe. Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.

Die Ausfertigung eines Sitzungsberichtes an diejenigen Stellen, mit denen sie in Schuttrückkehr steht, muss nicht in der ersten Fassung vorzulegen werden, sondern kann in der ersten Fassung bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

in der zweiten Fassung bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

in der dritten Fassung bis April in der ersten Hälfte des Monats August,

in der vierten Fassung bis April in der ersten Hälfte des Monats August,

in der fünften Fassung bis April in der ersten Hälfte des Monats August,

in der sechsten Fassung bis April in der ersten Hälfte des Monats August,

in der siebten Fassung bis April in der ersten Hälfte des Monats August,

in der achten Fassung bis April in der ersten Hälfte des Monats August,

in der neunten Fassung bis April in der ersten Hälfte des Monats August,

in der zehnten Fassung bis April in der ersten Hälfte des Monats August,

SITZUNGSBERICHTE 1899.

DER

XXXVIII.

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

27. Juli. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. DIELS.

1. Hr. KOHLRAUSCH las: Über den stationären Temperaturzustand eines von einem elektrischen Strome erwärmten Leiters.

Vorausgesetzt, dass die entwickelte Stromwärme nur durch die Elektroden abfließt, die auf constantem Potential und auf constanter Temperatur gehalten werden, so sind alle Flächen gleichen Potentials auch Flächen gleicher Temperatur. Die letztere erscheint als eine Function des Potentials, die nur von dem Verhältniss des elektrischen zum Wärmeleitvermögen, aber nicht von der Gestalt des Leiters abhängt.

2. Hr. KOHLRAUSCH legte eine Abhandlung der HH. Prof. W. JAEGER und Dr. H. DIESELHORST in Charlottenburg über Wärmeleitung, Electricitätsleitung, Wärmecapacität und Thermokraft einiger Metalle vor.

Das Verhältniss des Wärmeleitvermögens zum elektrischen Leitvermögen wird bei 18° und 100° an zahlreichen Metallen nach dem Verfahren von KOHLRAUSCH dadurch bestimmt, dass ein Stab mittels eines elektrischen Stromes geheizt und die stationär gewordene Temperatur und die elektrische Spannung in drei Querschnitten gemessen wird. Die gleichzeitige Messung der Stromstärke gibt das elektrische Leitvermögen für sich. Zugleich ergab sich aus der Beobachtung des dynamischen Temperaturzustandes nach dem Öffnen oder Schliessen des Stromes die spezifische Wärme.

3. Hr. ERMAN legte einen Aufsatz des Hrn. Dr. HEINRICH SCHÄFER Bruchstücke eines koptischen Romans über die Eroberung Aegyptens durch Kambyzes vor.

Auf 6 Pergamentblättern, die durch Hrn. Dr. REINHARDT in das aegyptische Museum gelangt sind, findet sich folgende Erzählung: Kambyzes, der auch Nebukadnezar heisst und König der Assyrer ist, fordert die »Ostländer« auf, sich ihm zu unterwerfen. Als sich diese, im Vertrauen auf ihre aegyptischen Oberherren, ihm widersetzen, sucht er sich vorerst der Aegypter mit List zu bemächtigen. Er verbreitet unter ihnen einen gefälschten Brief ihres Königs Apries, in dem sie zu einem Fest des Apis eingeladen werden; bei diesem Feste denkt Kambyzes sie zu überfallen. — Eine ähnliche Sage lag dem Johannes von Nikiu, dem Verfasser einer Weltchronik um 700 n. Chr., vor.

4. Hr. SACHAU legte eine vom Herzog DE LOUBAT der Akademie übersendete in Photochromographie hergestellte, von Dr. E. T. HAMY besorgte Ausgabe des Codex Telleriano-Remensis, einer Mexikanischen Hieroglyphen-Handschrift mit Spanischen Beischriften vor, welche in der Bibliothèque Nationale zu Paris aufbewahrt wird.

5. Hr. SACHAU legt den zweiten Vorbericht über eine Forschungsreise in Armenien von Dr. W. BELCK und Dr. C. F. LEHMANN, datirt Erzingian den 28. Juni 1899, vor.

6. Hr. VOGEL legte eine Abhandlung des Prof. J. WILSING in Potsdam vor: Über den Einfluss des Drucks auf die Wellenlängen der Linien des Wasserstoffspectrums.

Die Abhandlung bildet eine Ergänzung zu der von demselben Verfasser in den Sitzungsberichten der Akademie vom 4. Mai dieses Jahres zum Abdruck gelangten Abhandlung »Über die Deutung des typischen Spectrums der neuen Sterne«.

7. Die philosophisch-historische Classe hat Hrn. Prof. GUSTAV BAUCH in Breslau zu Studien über die Reformationgeschichte 1000 Mark bewilligt.

Über den stationären Temperaturzustand eines von einem elektrischen Strome erwärmten Leiters.

VON FRIEDRICH KOHLRAUSCH.

Bei einer früheren Gelegenheit erwähnte ich einen allgemeinen Satz über die Temperaturvertheilung in einem elektrisch geheizten Körper. Findet der Abfluss der Stromwärme nur an den Stellen statt, wo er unvermeidlich ist, nämlich an der Eintritts- und Austrittsstelle des Stromes, so erscheint, wenn man die WIEDEMANN-FRANZ'sche Annahme der Proportionalität des elektrischen Leitvermögens (α) mit dem Wärmeleitvermögen (λ) einführt, »nicht nur die erreichbare Maximaltemperatur, sondern die ganze stationäre Temperaturvertheilung bloss durch die elektromotorische Kraft zwischen den Elektroden, aber nicht von der Natur oder der Gestalt des Leiters beeinflusst« u. s. w.¹

Die damals in Aussicht gestellte weitere Ausführung des Gegenstandes ist unterblieben, weil mir bekannt wurde, dass L. LORENZ kurz zuvor verwandte Betrachtungen angestellt hatte, die aber auf einer anderen Annahme fussten als auf der von ihm als unzulässig nachgewiesenen Annahme der allgemeinen Proportionalität beider Leitvermögen.² Seitdem hat man nun noch in den Legirungen von hohem Widerstande Leiter kennen gelernt, deren Verhältniss α/λ von dem für die reinen Metalle geltenden Werthe nur $3/5$ beträgt. Ausserdem zeigte LORENZ, dass das Verhältniss auch mit der Temperatur wechselt; er stellte die Ansicht auf, dass es der absoluten Temperatur umgekehrt proportional sei.

Man musste also die Annahme fallen lassen, dass das Verhältniss beider Leitvermögen eine Naturconstante sei. Aber auch LORENZ' Annahme lässt sich nach dem heutigen Stande der experimentellen Kenntnisse nicht aufrecht erhalten.

Auf die alten Betrachtungen wurde ich jetzt wieder hingewiesen durch das Bedürfniss, eine zuverlässige und hinreichend einfache Mess-

¹ KOHLRAUSCH, Über Thermoelectricität, Wärme- und Electricitätsleitung. Gött. Nachr. 1874, Feb. 7; POGG. ANN. 156, 601. 1875.

² L. LORENZ, POGG. ANN. 147, 429. 1872; WIED. ANN. 13, 422 u. 582. 1881.

methode für das Wärmeleitvermögen von Metallen zu erhalten. Dass zu diesem Zweck die einfachen Beziehungen zwischen Potential und stationärer Temperatur im elektrisch geheizten Körper vortheilhaft zu verwenden sind, liess sich voraussagen; es werden indessen recht ausgiebige constante Stromquellen dazu verlangt. Gegenwärtig stehen solche nun zur Verfügung, und die Aufgabe ist von den HH. JAEGER und DIESELHORST mit gutem Erfolge in die Hand genommen worden (vergl. die folgende Abhandlung).

Es scheint mir aber zugleich Interesse zu bieten, die umfassenden, von der körperlichen Gestalt nicht beeinflussten Beziehungen zwischen Temperatur und Potential von einem allgemeineren Standpunkte aus aufzustellen, als diess früher von LORENZ oder von mir unter speciellen Annahmen geschehen war. Zudem werden die Zusammenhänge der beiden Leitvermögen und die durch sie bedingten Zustände augenblicklich in ein erhöhtes Interesse gerückt durch die von Hrn. LIEBENOW neuerdings aufgestellte, sehr beachtenswerthe Theorie der Thermoelektricität.¹ Diese Theorie sucht, anschliessend an die von mir früher entwickelten Vorstellungen, dass ein Wärmestrom dadurch, dass er Elektrizität mit sich führt, elektrische Arbeit verrichten könne und dass zweitens ein elektrischer Strom Wärme mit sich führe, die thermoelektromotorische Kraft durch die Einführung eines umkehrbaren Kreisprocesses auf das Verhältniss der beiden Leitvermögen zu gründen. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Thermoelektricität mit dem Leitvermögen zusammenhängt, war übrigens schon von mir hervorgehoben worden.²

Das elektrische Potential an einem Punkte von den rechtwinkligen Coordinaten x, y, z werde durch v , die Temperatur daselbst durch u bezeichnet. κ sei das elektrische, λ das Wärmeleitvermögen, beide z. B. in [C.G.S.]-Einheiten gemessen und als Functionen der Temperatur bekannt vorausgesetzt. Dann ist die Differentialgleichung des stationären Zustandes bekanntlich

$$0 = \kappa \left[\left(\frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 \right] + \frac{\partial \left(\lambda \frac{\partial u}{\partial x} \right)}{\partial x} + \frac{\partial \left(\lambda \frac{\partial u}{\partial y} \right)}{\partial y} + \frac{\partial \left(\lambda \frac{\partial u}{\partial z} \right)}{\partial z}. \quad 1.$$

¹ LIEBENOW, WIED. ANN. 68, 316. 1899. Dass die der Theorie zu Grunde liegenden Vorstellungen in meinem Aufsätze enthalten sind, wird hier von Hrn. LIEBENOW nicht erwähnt.

² KOHLRAUSCH, z. a. O. Gött. Nachr. und Pogg. Ann.

Dabei unterliegt das Potential der Forderung

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} = -\frac{1}{x} \left(\frac{\partial x}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial x}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial x}{\partial z} \frac{\partial v}{\partial z} \right). \quad 2.$$

Hierzu kommen die Grenzbedingungen.

Ist, wie wir annehmen, der ganze Raum von demselben Leiter erfüllt, so hängen x und λ nur von der Temperatur ab. Bezeichnet man

$$\frac{dx}{du} = x' \quad \text{und} \quad \frac{d\lambda}{du} = \lambda', \quad 3.$$

so sind also auch x' und λ' nur Functionen von u . Die Bedingung 2. wird somit

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} = -\frac{x'}{x} \left(\frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial u}{\partial z} \frac{\partial v}{\partial z} \right). \quad 2^a.$$

Linearer Zustand. Ein constanter Strom durchfließt nach der Axenrichtung x einen cylindrischen Leiter, dessen Mantel wärmeisoliert sei, so dass die Stromwärme ganz durch die Ein- und Austrittsfläche des Stromes abfließen muss. u sowie r sind hier nur von x abhängig, so dass man aus 1. erhält

$$x \left(\frac{dv}{dx} \right)^2 + \frac{d \left(\lambda \frac{du}{dx} \right)}{dx} = 0 \quad 4.$$

und aus 2^a.

$$\frac{d^2 v}{dx^2} = -\frac{x'}{x} \frac{du}{dx} \frac{dv}{dx}. \quad 5.$$

Es ist gestattet, die Temperatur als Function des Potentials anzusehen, dann entsteht aus 4. und 5.

$$0 = \frac{x}{\lambda} + \frac{d^2 u}{dv^2} + \left(\frac{\lambda'}{\lambda} - \frac{x'}{x} \right) \left(\frac{du}{dr} \right)^2. \quad 6.$$

$\frac{x}{\lambda}$ und $\left(\frac{\lambda'}{\lambda} - \frac{x'}{x} \right)$ sind gegebene Functionen von u . Da der letztere

Ausdruck $= \frac{x}{\lambda} \frac{d \lambda}{du x}$ ist, so folgt, dass der Zustand nicht von x oder λ einzeln abhängt, sondern stets durch x/λ bestimmt ist.

Die Gleichung 6. liefert, wie Hr. Fuchs so freundlich war abzuleiten, und wie sich rückwärts sofort beweisen lässt, das allgemeine Integral von der einfachen Gestalt

$$\int \frac{\lambda}{x} du = -\frac{1}{2} \epsilon^2 + C\epsilon + C', \quad 7.$$

wo die Constanten C und C' z. B. durch die Zustände der Endflächen bestimmt sind.

Ist $\frac{\kappa}{\lambda}$ constant, so wird

$$u = -\frac{\kappa}{2\lambda} v^2 + Av + A',$$

woraus für die Temperaturen u_1, u_2, u_3 , welche zu den Potentialen v_1, v_2, v_3 gehören, die Beziehung hervorgeht

$$\frac{u_1(v_2 - v_3) + u_2(v_3 - v_1) + u_3(v_1 - v_2)}{(v_1 - v_2)(v_2 - v_3)(v_3 - v_1)} = \frac{\kappa}{2\lambda}.$$

Diese Beziehung lässt also aus drei beobachteten zusammengehörigen Temperaturen und Potentialen das Verhältniss κ/λ ermitteln und alsdann λ selbst, indem κ anderweitig bestimmt wird, was leicht an demselben Stabe geschehen kann. Den HH. JAEGER und DIESELHORST ist es gelungen, mit so kleinen Temperaturdifferenzen zu arbeiten, dass dabei physikalisch von einem zu einer bestimmten Temperatur gehörenden Leitvermögen gesprochen werden kann.

Beliebig gestalteter Leiter. Der stationäre Temperatur- und Stromzustand muss ausser den Grenzbedingungen dem System der Gleichungen 1. und 2^a. entsprechen. Ein allgemeines Integral zu finden, wird, nach der Mannigfaltigkeit verwickelter Zustände zu urtheilen, die hier auftreten können, schwierig sein. Dagegen lässt sich ein Integral für diejenigen Grenzbedingungen aufstellen, die als die übersichtlichsten am nächsten liegen, die sich ferner physikalisch realisiren lassen und endlich ein besonderes Interesse dadurch bieten, dass sie die obere Grenze der durch den Strom erzielbaren Temperatur liefern.

Es soll nämlich der Strom durch zwei Theile der Oberfläche senkrecht ein- bez. austreten, d. h. diese Theile sollen je auf einem constanten Potential (v_1 und v_2) erhalten werden. Die Stromwärme soll ferner nur durch diese selben Elektrodenflächen abfliessen, die wir zu diesem Zweck je auf einer constanten Temperatur (u_1 und u_2) erhalten. Diese Theile der Oberfläche stellen also sowohl Isopotential- wie Isothermilächen dar. Die übrige Oberfläche soll sowohl für Wärme wie für Electricität isolirt sein, so dass sie von den Isopotentialen und von den Isothermen überall senkrecht getroffen wird. Nach Erreichung des stationären Zustandes werden die entstandenen Temperaturen die obere Grenze dessen darstellen, was mit dem vorhandenen Potentialunterschiede der Elektroden überhaupt erreichbar ist.

Für diesen Fall lässt sich leicht zeigen, dass die Differentialgleichung 1. nebst der für v bestehenden Bedingungsgleichung 2^a. durch

dasselbe Integral befriedigt wird, welches Hr. Fuchs für die Differentialgleichung des linearen Zustandes entwickelt hat, nämlich durch

$$\int \frac{\lambda}{z} du = -\frac{1}{2}v^2 + Cv + C'. \quad 7.$$

Die Grenzbedingungen werden dann durch passende Bestimmung der Constanten C und C' erfüllt.

Dass der Ausdruck 7. der Differentialgleichung genügt, lässt sich folgendermaassen beweisen. Da λ/z nur von u abhängt, so stellt Gleichung 7. u als blosse Function von v dar, d. h. es ist $\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{du}{dv} \frac{\partial v}{\partial x}$.

Benutzt man diese Beziehung, so findet sich der in Gleichung 1. vorkommende Ausdruck

$$\frac{\partial \left(\lambda \frac{\partial u}{\partial x} \right)}{\partial x} = \lambda \frac{du}{dv} \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \left[\lambda \frac{d^2 u}{dv^2} + \lambda' \left(\frac{du}{dv} \right)^2 \right] \left(\frac{\partial v}{\partial x} \right)^2.$$

Die rechte Seite der Gleichung 1. wird hiernach, wenn man zugleich 2^a. berücksichtigt, gleich

$$\left[\left(\frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 \right] \left[z + \lambda \frac{d^2 u}{dv^2} + \lambda \left(\frac{\lambda'}{\lambda} - \frac{z'}{z} \right) \left(\frac{du}{dv} \right)^2 \right].$$

Setzt man in den zweiten Factor die sich aus 7. ergebenden Werthe ein

$$\left(\frac{du}{dv} \right)^2 = \frac{z^2}{\lambda^2} (C-v)^2 \quad \text{und} \quad \frac{d^2 u}{dv^2} = -\frac{z}{\lambda} + \frac{z^2}{\lambda^2} \left(\frac{z'}{z} - \frac{\lambda'}{\lambda} \right) (C-v)^2,$$

so wird dieser Factor gleich Null, womit bewiesen ist, dass das Integral 7. die Differentialgleichung erfüllt. Dass den Grenzbedingungen ebenso wie bei dem linearen Zustande durch Bestimmung von C und C' Genüge geleistet werden kann, sieht man ohne weiteres.

Der mathematische Beweis, dass die hiermit gegebene Lösung des oben beschriebenen Falles seine allgemeine Lösung darstellt, ist mir nicht gelungen. Einen möglichen Zustand stellt sie dar. Wenn dieser nun nicht die allgemeine Lösung der Aufgabe enthalten sollte, so müssten Fälle existiren, in denen den physikalisch vollständig festgesetzten Bedingungen mehrere verschiedene Strom- und Temperaturvertheilungen entsprächen. Hält man diess, und wohl mit Recht, für ausgeschlossen, so hat man die Aufgabe durch das Obige als erschöpfend gelöst anzusehen.

Für einen beliebigen einheitlichen Leiter, wenn durch zwei Oberflächentheile (die aber einzeln aus mehreren getrennten Stücken bestehen könnten) von je constantem Potential ein elektrischer Strom ein- und

austritt, während die entwickelte Stromwärme durch die nämlichen Elektroden abfließt, welche je auf constanter Temperatur erhalten werden, gilt dann der Satz, dass die stationäre Temperaturvertheilung von der räumlichen Beschaffenheit des Leiters unabhängig erscheint.

Alle Isopotentialen sind zugleich Isothermen; als Coordinatensystem wählt man die Isopotentialflächen und hat dann in dem Leiter von beliebiger Gestalt, von beliebiger Lage und Grösse der Elektroden, die gleiche Temperaturvertheilung wie in einem linearen Leiter. Die Wärme fließt stets in derselben Richtung wie die Elektrizität.

Insofern die reinen, festen Metalle eine Gruppe bilden, deren Leitverhältniss κ/λ einen nahe gleichen, auch von der Temperatur ungefähr in derselben Weise beeinflussten Werth aufweist, fällt bei ihnen auch die individuelle Natur des Leiters heraus, und zwar ist die elektrische Heiztemperatur hier die höchste, welche überhaupt erreichbar ist.

Man sieht, dass in dem obigen Satze ein erheblicher Vortheil der Bestimmungsmethode des Wärmeleitvermögens durch elektrische Heizung liegt. Es ist z. B. nicht nöthig, die genaue cylindrische Form des Stabes innezuhalten. Auch Löcher im Stabe, z. B. die Bohrlöcher, in welche die Thermoelemente und Potentialabnehmer eingeführt werden, bleiben ohne Einfluss, wenn nur Temperatur und Potential an demselben Punkte bestimmt werden, und vorausgesetzt, dass nicht durch Strahlung ein merklicher Wärmeübergang noch stattfindet, wenn elektrisch Isolation vorliegt, was allerdings vorkommen kann.

Nehmen wir die beiden Elektrodentemperaturen als gleich an, $u_1 = u_2 = u_0$, und wählen u_0 als untere Integrationsgrenze, so ergibt die Constantenbestimmung $C = \frac{1}{2}(v_1 + v_2)$, $C' = -\frac{1}{2}v_1 v_2$, also

$$\int_{u_0}^u \frac{\lambda}{\kappa} du = \frac{1}{2}(v_1 - v)(v - v_2),$$

wofür man schreiben kann, wenn σ den arithmetischen Mittelwerth des Verhältnisses λ/κ zwischen den Temperaturen u_0 und u bedeutet,

$$u - u_0 = \frac{1}{2} \frac{(v_1 - v)(v - v_2)}{\sigma}.$$

Die Temperatur u hat ihr Maximum da, wo $\frac{du}{dv} = \frac{\kappa}{\lambda}(C - v) = 0$ ist, also stets im Punkte des mittleren Potentials $v_m = \frac{1}{2}(v_1 + v_2)$. Das Maximum der Erwärmung ist gegeben durch

$$\int_{u_0}^{u_m} \frac{\lambda}{\kappa} du = \frac{1}{8}(v_1 - v_2)^2 \quad \text{oder} \quad u_m - u_0 = \frac{1}{8} \frac{(v_1 - v_2)^2}{\sigma}.$$

Der kleinste, bei reinen Metallen vorkommende Werth von λ/α beträgt in gewöhnlicher Temperatur¹ $\frac{6.4 \text{ Watt} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{Grad}^{-1}}{10^6 \text{ Ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}}$ oder $6.4 \cdot 10^{-6} \text{ Volt}^2 \cdot \text{Grad}^{-1}$, so dass hier

$$u_m - u_o = \frac{1}{8} \frac{10^6}{6.4} (v_1 - v_2)^2 = 20000 (v_1 - v_2)^2$$

wird. Diess gibt für 0.01 Volt Spannung 2°C; 0.022 Volt sind nöthig für +10°C.

Bei stärkerer Heizung muss über die Veränderlichkeit von λ/α mit der Temperatur eine Annahme gemacht werden. Führt man mit LORENZ $\frac{\lambda}{\alpha} = a \cdot u$ ein, wo u jetzt die absolute Temperatur bedeutet, so folgt aus Gleichung 7. die schon von LORENZ für diesen Fall aufgestellte Gleichung

$$u^2 - u_o^2 = \frac{1}{a} (v_1 - v) (v - v_2)$$

und für die Maximaltemperatur u_m

$$u_m^2 - u_o^2 = \frac{1}{4a} (v_1 - v_2)^2.$$

Für ein reines Metall wäre nach den neuesten Bestimmungen $\frac{1}{4a} = 11600000$ zu setzen, wenn v in Volt gemessen wird. 1 Volt Spannung könnte hiernach im günstigsten Falle, wenn die Elektroden auf 0°C gehalten werden, die Maximaltemperatur 3140°C hervorbringen, vorausgesetzt, dass ein festes Metall diese Temperatur aushielte, und wie gesagt auf der Grundlage, dass λ/α der absoluten Temperatur proportional wäre. Für 0.1 Volt käme 163°, für 0.01 Volt wie früher 2°C heraus.

In den einzelnen Querschnitten des Leiters entwickelt der Strom Wärme von verschiedener Temperatur. Es werde noch darauf hingewiesen, dass, unabhängig von jeder speciellen Annahme über α/λ , auch die jeder Temperatur entsprechende Wärmemenge von geometrischen Verhältnissen unabhängig ist. Denn da der Gesamtstrom constant ist, so wird, wenn man den Leiter in lauter Schalen von gleichem Potentialabfall zerlegt, in jeder Schale die gleiche Wärme-

¹ Vergl. die folgende Abhandlung.

menge entwickelt. Die Temperaturen dieser Schalen folgen aber stets dem durch Gleichung 7. ausgesprochenen, für denselben Leiter in jeder Gestalt gültigen Gesetze.

Das System der bezüglich der Temperaturhöhe günstigsten Vertheilung der Wärmeentwicklung wird durch die Eigenschaften der reinen Metalle von möglichst hohem Leitverhältniss α/λ dargestellt.

Es möge schliesslich noch bemerkt werden, dass alle diese Sätze gültig bleiben, auch wenn der elektrisch geheizte Körper nicht aus einem einheitlichen Leiter besteht, sondern aus mehreren zusammengesetzt ist, welche beliebige Leitvermögen haben dürfen, aber mit der Bedingung, dass α/λ in allen bei der gleichen Temperatur den gleichen Werth hat.

Wärmeleitung, Elektrizitätsleitung, Wärmecapacität und Thermokraft einiger Metalle.

Von Prof. W. JAEGER und Dr. H. DIESELHORST
in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Vorgelegt von
Hrn. KOHLRAUSCH.)

Hr. F. KOHLRAUSCH hat in der vorstehenden Abhandlung eine Methode angegeben zur directen Bestimmung des Verhältnisses der elektrischen Leitfähigkeit (α) zur Wärmeleitfähigkeit (λ). Man schiebt durch einen homogenen Leiter einen elektrischen Strom und misst nach Erreichung des Temperaturgleichgewichts an drei Stellen die Temperaturen (U_1 , U_2 , U_3) und an denselben Punkten die Potentiale (v_1 , v_2 , v_3). Dann erhält man, wenn von dem Einfluss der äusseren Wärmeleitung abgesehen wird,

$$\frac{\lambda}{\alpha} = \frac{1}{2} \frac{(v_1 - v_2)(v_2 - v_3)(v_3 - v_1)}{U_1(v_2 - v_3) + U_2(v_3 - v_1) + U_3(v_1 - v_2)}.$$

Zu den Versuchen wurden cylindrische Metallstäbe benutzt. U_1 nahm man sehr nahe gleich U_3 und $v_1 - v_2$ sehr nahe gleich $v_2 - v_3 = c$. Man hat dann einfach $\lambda/\alpha = \frac{1}{2} c^2/U$, wenn man mit U die Differenz $U_2 - \frac{1}{2}(U_1 + U_3)$ bezeichnet. Wird das Potential in Volt gemessen, so erhält man λ zurückgeführt auf Wattsecunden statt auf Calorien.

In Folge der äusseren Wärmeleitung gibt die Beobachtung nun nicht die obiger Formel entsprechende Temperaturdifferenz U , sondern $\Delta = U + u'$, wo u' ein Correctionsglied bezeichnet.¹ Zur Berechnung von u' dient die allgemeine Differentialgleichung, die für den nicht stationären Zustand aufgestellt sei:

$$cs \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \alpha \left(\frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 - \frac{hp}{q} (u - u_0).$$

Hierin bedeutet t die Zeit, c die Wärmecapacität, s die Dichte, q und p den Querschnitt und Umfang des Stabes, u_0 die Temperatur der Um-

¹ Δ ist analog wie U definiert durch die Temperaturdifferenz $u_2 - \frac{1}{2}(u_1 + u_3)$, wenn die wirklich beobachteten Temperaturen durch kleine Buchstaben bezeichnet werden.

gebung; ferner entspricht die x -Axe der Axe des Cylinders. Es ist dann $\kappa \left(\frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 = L$ die Stromleistung pro Cubikcentimeter, $\frac{hp}{q} (u - u_0)$ ist der Einfluss der äusseren Wärmeleitung, wenn h die äussere Wärmeleitung pro Quadratcentimeter der Staboberfläche bedeutet. Die Wärmeinheit entspricht überall der Wattsecunde.

Im stationären Zustande ($\partial u / \partial t = 0$) erhält man nun, wenn nur die erste Potenz von h berücksichtigt wird, $u' = \epsilon N$, wo ϵ eine mit h proportionale Constante und $N = u_0 - (u_2 - \frac{1}{6}\Delta)$, also eine Grösse ist, die man beim Experiment beliebig variiren kann. Aus der beobachteten Temperaturdifferenz $\Delta = u_2 - \frac{1}{2}(u_1 + u_3)$ erhält man demnach die ideale, d. h. ohne Wärmeabgabe nach aussen geltende Differenz, als $U = \Delta - \epsilon N$. Diese Grösse U muss man zur Berechnung von λ/κ in die erste Gleichung einführen. Andererseits ist das beobachtete Δ eine lineare Function von N , und U der Werth, den dieselbe für $N = 0$ annimmt. Man macht nun entweder direct $N = 0$, d. h. man beobachtet bei einer Aussentemperatur, die defnirt ist durch $u_0 = u_2 - \frac{1}{6}\Delta$, oder man interpolirt U aus zwei Beobachtungen von Δ bei verschiedenen N , etwa bei einem positiven und einem ebenso grossen negativen N . Endlich kann man auch den stromlosen Zustand zur Ermittlung von ϵ benutzen; in diesem Fall ist $U = 0$ und $\epsilon = \Delta/N$. Die Stäbe wurden daher meist sowohl mit wie ohne Strom bei verschiedenen N gemessen, um eine Controle für die Proportionalität der äusseren Wärmeabgabe mit der Temperaturdifferenz zu erhalten.

In der Differentialgleichung sind λ und κ als Functionen der Temperatur gedacht; nimmt man an, dass es lineare Functionen sind, was bei einem kleinen Temperaturintervall immer gestattet ist, so gilt der in obiger Weise ermittelte Werth von λ/κ für die Mitteltemperatur $u_2 - \frac{1}{2}\Delta$, während die durch Potential- und Strommessung bestimmte elektrische Leitfähigkeit für die Temperatur $u_2 - \frac{1}{3}\Delta$ gilt.

Untersucht wurden zunächst reines Zink, Zinn, Blei, Kupfer, Cadmium und Wismuth, von KAHLBAUM bezogen, ferner Nickel und Aluminium von BASSE & SELVE, Silber von der Gold- und Silber-Scheideanstalt zu Frankfurt a. M. Die Firma J. A. HESSE Söhne in Hedderheim stellte in anerkennenswerther Weise reines Kupfer zur Verfügung, ebenso F. KRUPP in Essen möglichst kohlenstoffreies Eisen. Durch das Entgegenkommen von Dr. HERÄUS und der Frankfurter Gold- und Silber-Scheideanstalt wurde es ermöglicht, die Versuche auch auf reines Platin, Palladium und Gold auszudehnen.

Die Stäbe hatten im allgemeinen eine Länge von etwa 27^{cm} und je nach ihrer Leitfähigkeit einen Durchmesser von 1 bis über 2^{cm}. Für die Temperaturmessung waren sie in der Mitte und an zwei symmetrisch

dazu im Abstand von je 9^{cm} gelegenen Stellen mit Löchern von etwa 0^{mm}5 Durchmesser versehen. Die Enden wurden an grösseren Kupferbacken befestigt und diese an gleichmässig gerührte, innerhalb weniger Hundertel Grad constant erhaltene Wasserbäder von 5 Liter Inhalt angeschraubt. Die äussere Temperatur ist dadurch genau definirt, dass der Stab von einem doppelwandigen Kupfermantel von 11^{cm} äusserem und 7^{cm} innerem Durchmesser umgeben war, durch den bei den Messungen in der Nähe der Zimmertemperatur verschieden temperirtes Wasser, bei den Messungen bei 100° Wasserdampf geleitet wurde.

Es ist oben angenommen, dass die äussere Wärmeleitung der Temperaturdifferenz proportional sei. Um die diese Proportionalität störende Convection zu beseitigen, wurde der Zwischenraum zwischen Kupfermantel und Stab mit Watte ausgefüllt. Ein Fehler, etwa durch ungleichmässige Berührung, ist hierbei um so weniger zu befürchten, als die Wärmeleitung der Watte und Luft von derselben Grössenordnung ist. In der That haben die Versuche gezeigt, dass auch bei Temperaturdifferenzen von 50° zwischen Stab und Mantel die Formel $\epsilon = \frac{\Delta N}{\Delta T}$ noch einigermassen constante Werthe für ϵ liefert. Hierzu kommt, dass der ganze Einfluss der äusseren Wärmeleitung wegen der beträchtlichen Dicke der Stäbe ohnehin sehr gering ist.

Im allgemeinen betrug die Temperaturdifferenz zwischen Mitte und Enden des Stabes nur wenige Grad, die entsprechende Potentialdifferenz ungefähr 0.01 Volt. Die Stromstärke, welche zur Erzeugung dieser Potentialdifferenz nöthig war, bewegte sich je nach der Leitfähigkeit und der Dicke der Stäbe zwischen 25 und 350 Ampere; sie wurde gemessen durch die Spannung an den Enden eines Widerstandes von $\frac{1}{1000}$ Ohm.

Zur Temperaturmessung dienten drei Thermolemente aus Constantan-Eisen von 0^{mm}1 Durchmesser. Die Löthstellen befanden sich in den Bohrungen des Stabes; die freien Enden waren an Kupferleitungen angeschlossen und als zweite Löthstellen in ein gemeinschaftliches Bad gebracht. Dieses Bad bildete gleich der vom Wasser bez. Dampf durchströmte, den Stab umgebende doppelwandige Kupfermantel. Die Löthstellen lagen gut isolirt in feinen, den Mantel durchsetzenden Röhrechen, so dass die Constantan- und Eisendrähte auch bei 100° ganz innerhalb eines nur geringe Temperaturunterschiede aufweisenden Raumes sich befanden und die bei diesen Metallen leicht vorhandenen Inhomogenitäten keine störenden Potentialdifferenzen verursachen konnten. Aus dem Mantel traten nur Kupferdrähte ins Freie, die keine merkliche Inhomogenität besaßen.

Man musste sich ferner davon überzeugen, dass die Löthstellen der Thermolemente wirklich die Temperatur des Stabes besaßen,

was bei einem anfangs gebrauchten Kupfer-Constantan-Element in einem Stabe von nur 6^{mm} Durchmesser (Kupfer I) wegen der Wärmeableitung im Kupferdraht des Thermoelements nicht mehr genügend der Fall war. Bei den Eisen-Constantan-Elementen konnte man aber die Löthstelle, ohne dadurch ihre Temperatur zu ändern, bis dicht an die Oberfläche des Stabes verschieben. Die aus dem Mantel tretenden Drähte waren zur Sicherheit noch auf ein kurzes Stück an die Mantelfläche angekittet, ehe sie ganz ins Freie traten.

Die Eichung der Thermoelemente geschah zu wiederholten Malen sehr sorgfältig in der Weise, dass die beiden Löthstellen auf zwei um 10° bis 25° verschiedene, mit Normalthermometern der Reichsanstalt gemessene Temperaturen gebracht wurden, die man durch verschieden temperirtes Wasser oder durch verschieden hoch siedende Dämpfe (Aethylalkohol, Wasser, Amylalkohol, Toluol u. s. w.) herstellte. Es zeigte sich, dass man die sämtlichen, von derselben Drahtsorte genommenen Thermoelemente bis auf 0.2 Procent als identisch annehmen konnte. Insbesondere ergab sich auch dasselbe Resultat, als die kurzen Thermoelemente, deren zweite Löthstellen im Kupfermantel lagen, in dieser fertigen Anordnung geprüft wurden, indem man nur den Stab durch eine 2^{mm}8 weite, von Wasser oder Dampf durchströmte Röhre ersetzte, in welche die Thermoelemente durch feine Querröhren eingeführt waren.

Man erhielt für die Thermokraft pro Grad in Abhängigkeit von der Temperatur t zwischen 0° und 120° im Mittel die Formel:

$$de/dt = 52.25 + 0.0560t - 0.000183t^2 \text{ Mikrovolt.}$$

Zur Messung des Potentials v waren meist besondere Kupferdrähte in die Löcher der Stäbe eingeführt, die mit dem Stabe Contact hatten, während die doppelt mit Seide umspinnenen Thermoelemente isolirt waren. In einer Anzahl von Messungen dienten auch die Thermoelemente direct zur Potentialmessung, indem die Löthstelle auf eine kurze Strecke (etwa 1^{mm}) freigelegt und mit dem Stabe in Contact gebracht wurde. Man musste hierbei darauf achten, dass nicht ein Theil des Spannungsabfalls im Stabe die Thermokraft verfälschte, was stark eintreten würde, wenn zwei verschiedene Stellen des Thermodrahts die Wandung des Bohrlochs auf verschiedenen Seiten berührten.

Die Messung sämtlicher Spannungen (Temperatur, Potential und Stromstärke) geschah mit Hilfe eines Compensationsapparats.

Versuche.

Bei den Versuchen in der Nähe der Zimmertemperatur war der oben erwähnte Kupfermantel von Wasser durchflossen, welches durch eine Turbine in steter Circulation gehalten und dessen Temperatur (u_0)

beim Eintritt und Austritt aus dem Kupfermantel an Thermometern abgelesen wurde. Zur Variirung von N wurde die Temperatur des Kupfermantels verändert, während die Bäder bei diesen Versuchen auf derselben Temperatur gehalten wurden. Bei den Messungen in der Nähe von 100° strömte Wasserdampf durch den Kupfermantel unter Atmosphärendruck, während die Bäder durch untergesetzte Flammen unter gleichzeitigem Rühren auf einer etwas tieferen Temperatur gehalten wurden. Zur Variirung von N wurde in diesem Fall die Temperatur der Bäder verändert. Meist stellte man in dieser Weise drei Versuche mit verschiedenen N an, um die Gradlinigkeit von Δ zu prüfen; bei dem einen dieser Versuche war gewöhnlich N nahe $= 0$ gewählt. Je nach der Wärmeleitung der Stäbe musste man sehr verschieden lange Zeit warten, bis der Gleichgewichtszustand erreicht war; während diess beim Silber z. B. nur wenige Minuten dauerte, waren beim Wismuth Stunden erforderlich. Jedoch liess sich diese Zeit durch Anheizen mit einem stärkern Strome sehr abkürzen.

Die Reduction der beobachteten Werthe von Δ auf die ideale Grösse U geschah mit Hülfe der aus dem stromlosen Zustande abgeleiteten Werthe von ε , die je nach der Leitfähigkeit und den Dimensionen der Stäbe zwischen 0.01 und 0.5 (beim Wismuth) schwanken. Durchschnittlich ist ε von der Grössenordnung 0.05, so dass eine Änderung der Aussentemperatur u_0 um 1° den Werth von Δ nur etwa um 0.05 beeinflusst, also bei der mittleren Grösse von $\Delta = 5^\circ$ um etwa 1 Procent.

Die Versuche wurden noch in mannigfacher Weise abgeändert, um über den Einfluss verschiedener anderer Factoren ein Urtheil zu gewinnen. Zunächst wurden einige Stäbe bei sehr verschiedenen Stromstärken gemessen, so dass beispielsweise bei Wismuth Δ von 3° bis 40° variirte. Dabei blieb die Abweichung der Resultate unter 1 Procent.

Um eine unbekannte Thermokraft in dem zur Potentialmessung dienenden Kreise oder ein Einfließen des Hauptstroms in eine schlecht isolirte Löthstelle des Thermoelements zu controliren, wurde der Heizstrom öfter commutirt, ein solcher Fehler aber niemals gefunden.

Sodann stellte man beim Palladium einen Versuch bei einer mittleren Temperatur von 60° an, der mit dem durch Interpolation erhaltenen Werthe in Übereinstimmung steht.

Die untersuchten Metalle und Legirungen sind in dem chemischen Laboratorium der Reichsanstalt analysirt worden. Die Metalle Zink II, Zinn, Blei, Cadmium, Wismuth, Kupfer II, Kupfer III zeigten nur Spuren von Verunreinigungen (nicht über 0.05 Procent), Platin II, Palladium und Silber waren nach Angabe der Bezugsquellen vollkommen rein. Kupfer I, Zink I, Eisen I und Stahl sind gewöhnliche Handelsmetalle, ebenso Platin I. Eisen II enthält nach Angabe von KRUPP im

wesentlichen 0.1 Procent C, 0.18 Procent Si, 0.11 Procent Mn. Gold I enthält 0.09 Procent Fe, 0.08 Procent Cu. Aluminium und Nickel sind stärker verunreinigt, ersteres durch 0.5 Procent Fe, 0.4 Procent Cu, letzteres durch etwa 1.4 Procent Co, 0.4 Procent Fe, 1 Procent Mn, 0.1 Procent Cu. Der Rothguss besteht aus 85.7 Procent Cu, 7.1 Procent Zn, 6.4 Procent Sn und 0.6 Procent Ni; das Constantan ist wie gewöhnlich zusammengesetzt aus 40 Procent Ni und 60 Procent Cu.

Wie aus der Zusammenstellung am Schluss hervorgeht, ist auch bei den reinsten Metallen das Verhältniss λ/α nicht gleich. Es nimmt ferner mit der Temperatur pro Grad um durchschnittlich 2 bis 4 Promille zu. Im allgemeinen ist der Temperaturcoefficient um so grösser, je kleiner die Verhältnisszahl selbst ist. Bei den reinen Metallen, deren Temperaturcoefficient des Widerstandes durchschnittlich 4 Promille beträgt, ist die Wärmeleitung fast unabhängig von der Temperatur, während andererseits bei Legirungen, bei denen der Temperaturcoefficient des Widerstandes sehr herabgedrückt ist, die Wärmeleitung mit der Temperatur zunimmt. Besonders auffallend tritt diess beim Constantan hervor, bei dem der Widerstand von der Temperatur praktisch unabhängig ist; hier wird die ganze Veränderung des Verhältnisses λ/α durch die Veränderung der Wärmeleitung bedingt. Bei dem Gold beträgt wegen einer beim Giessen entstandenen Verunreinigung von etwa 1 Promille Eisen und ebenso viel Kupfer das elektrische Leitvermögen fast die Hälfte des normalen Betrages, aber auch die Wärmeleitung ist sehr stark herabgedrückt, so dass λ/α nicht sehr von der Grösse, die es bei reinen Metallen besitzt, abweicht. Es ist ausser diesem ein zweiter, ganz reiner Goldstab hergestellt; sein elektrisches Leitvermögen ist fast doppelt so gross, die Wärmeleitung wurde noch nicht gemessen.

Die beiden sehr reinen Kupferstäbe, von denen Nr. II gegossen und Nr. III gezogen ist, zeigen nahe das gleiche Verhalten. Das kleinere Verhältniss entspricht dem grössern Temperaturcoefficienten des elektrischen Widerstandes, während das elektrische Leitvermögen hier etwas kleiner ist. Von früheren Bestimmungen des Verhältnisses λ/α kommen hauptsächlich die Untersuchungen von L. LORENZ in Betracht¹, die mit den hier gefundenen Zahlen im allgemeinen so gut übereinstimmen, wie man es in Anbetracht der LORENZ'schen Methode und der Verschiedenheit des Materials erwarten kann.

Thermokraft.

In Hinsicht auf die Theorien, welche die Thermokraft in directen Zusammenhang mit dem Verhältniss λ/α bringen, war es von Interesse, auch die Thermokräfte der untersuchten Metalle zu kennen. Zu dem Zweck

¹ WIED. ABH. 13; 422 und 582; 1881.

wurde die Temperatur der beiden Bäder um etwa 10° ungleich gemacht und die Thermokraft der Stäbe gegen die gewöhnlich zur Potentialmessung dienenden Kupferdrähte bestimmt.

Die Werthe de/dt sind ebenfalls in der Tabelle angegeben und daneben diejenigen Zahlen, welche sich nach der Theorie von LIEBENOW¹ aus dem Verhältniss der Leitfähigkeiten ergeben. Wie man sieht, ist die Übereinstimmung theils auffallend gut, besonders da, wo die Thermokräfte Null und dem entsprechend die Verhältnisse gleich sind. Andererseits fehlt es nicht an directen Widersprüchen, wie z. B. die Reihenfolge, welche Constantan, Kupfer, Eisen in thermoelektrischer Hinsicht einnehmen, vertauscht ist, indem die Verhältnisse λ/α in der Reihenfolge Constantan, Eisen, Kupfer geordnet sind.

Wärmecapacität.

Zur Messung der Wärmecapacität c stellte man einen Gleichgewichtszustand ohne Strom oder einen solchen mit Strom her, schloss bez. öffnete dann den Strom plötzlich und bestimmte den Wärmeanstieg bez. Abfall für den Anfang der Zustandsänderung, $(\partial u/\partial t)_{t=0}$. Im ersten Beginn spricht sich nämlich die ganze beginnende oder aufgehende Stromerwärmung als Temperaturänderung aus, d. h. es ist das Product aus Dichte, Wärmecapacität und Temperaturänderung gleich der Stromleistung im Cubikcentimeter des Stabes:

$$cs \left(\frac{\partial u}{\partial t} \right)_{t=0} = L.$$

Es kommt also darauf an, den Temperaturverlauf sofort nach der Änderung des Gleichgewichtszustandes scharf zu bestimmen. Diess geschah, indem man ein Galvanometer direct in den Kreis des betreffenden Thermoelementes schaltete und mit einem Chronographen die Durchgänge des Fadenkreuzes durch ganze Theilstriche der Scale markirte. Die Temperaturänderung $(\partial u/\partial t)$ blieb je nach der Leitfähigkeit der Stäbe längere oder kürzere Zeit nahe constant², mit Ausnahme von Kupfer und Silber aber überall so lange, dass man ihren Anfangswerth direct bestimmen konnte. Während die elektromotorische Kraft sich gleichmässig ändert, stellt sich auch sehr bald eine constante Geschwindigkeit im Galvanometer her, die dann von der Trägheit und Dämpfung desselben unabhängig ist, so dass man nur die Voltempfindlichkeit des

¹ WIED. ANN. 68; 316; 1899.

² Eine Correction wegen der allmählichen Änderung lässt sich aus der theoretischen Behandlung des dynamischen Zustandes leicht herleiten. Indessen lohnt es nur bei den sehr guten Leitern, dieselbe anzubringen. Sie beträgt z. B. 1 Procent beim Silber nach 5, beim Eisen nach 40 Secunden, aber schon 10 Procent nach 13 bez. 100 Secunden.

Galvanometers zu bestimmen braucht. Die für c bei 18° und 100° gefundenen Zahlen sind ebenfalls in der Tabelle angegeben. Eine vorläufige Vergleichung einiger dieser Resultate mit Bestimmungen der spezifischen Wärme mittels des Joly'schen Dampfcalorimeters hat keine Abweichung ergeben.

Es besteht die Absicht, die Versuche auf ganz hohe und tiefe Temperaturen auszudehnen.

| Material | Dichte | $10^8 \lambda / \kappa$ | | Elektrische Leitfähigkeit $10^{-4} \kappa$ | | | Wärmeleitfähigkeit $^4 \lambda$ | | | Wärmecapazität $^4 c$ | | Thermokraft gegen Kupfer | | | | |
|------------|--------|-------------------------|----------------|--|----------------|-----------------|---------------------------------|----------------|-----------------|-----------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------|-------------------------------------|-----------------|
| | | bei 18° | bei 18° | bei 100° | bei 18° | bei 100° | T. C. 1 | bei 18° | bei 100° | T. C. 2 | bei 18° | bei 100° | Beobachtet | | Berechnet 3 aus λ/κ | |
| | | | | | | | | | | | | | Mikrovolt | | Mikrovolt | |
| | | | | | | | | | | | | | bei 18° | bei 100° | bei 18° | bei 100° |
| Aluminium | 2.71 | 636 | 844 | 31.6 | 24.3 | Promille 3.9 | 2.01 | 2.06 | +0.26 | 0.90 | 0.93 | + 3 | + 3 ₅ | - 3 ₅ | - 2 | |
| Kupfer I | | (676) | | 51.6 | | | (3.5) | | | | | | | + 1 | | |
| Kupfer II | 8.65 | 665 | 862 | 55.3 | 41.7 | 4.3 | 3.68 | 3.60 | -0.28 | (0.38) | (0.39) | - 0 ₅ | 0 | - 0 ₅ | - 0 ₅ | |
| Kupfer III | 8.88 | 671 | 871 | 57.2 | 43.5 | 4.1 | 3.84 | 3.79 | -0.14 | | | 0 | 0 | + 0 ₅ | + 0 ₅ | |
| Silber | 10.5 | 686 | 881 | 61.4 | 47.0 | 4.0 | 4.21 | 4.14 | -0.20 | (0.24) | (0.24) | 0 | 0 | + 2 | + 1 ₅ | |
| Gold I | 19.2 | 727 | 925 | 24.7 | 21.3 | 2.0 | 1.79 | 1.97 | +1.2 | 0.13 ₅ | 0.13 ₅ | + 4 | + 3 | + 6 ₅ | + 5 | |
| Nickel | 8.81 | 699 | 906 | 8.50 | 6.37 | 4.4 | 0.59 | 0.58 | -0.35 | 0.45 | 0.49 | +22 | +25 | + 3 ₅ | + 3 ₅ | |
| Zink I | 7.17 | 696 | | 15.6 | | | 1.08 | | | | | | | + 3 | | |
| Zink II | 7.11 | 672 | 867 | 16.5 | 12.6 | 4.0 | 1.11 | 1.10 | -0.16 | 0.38 | 0.39 ₅ | 0 | - 0 ₅ | + 0 ₅ | 0 | |
| Cadmium | 8.63 | 706 | 905 | 13.1 | 9.9 | 4.3 | 0.93 | 0.90 | -0.39 | 0.23 | 0.23 ₅ | - 0 ₅ | - 2 ₅ | + 4 ₅ | + 3 ₅ | |
| Blei | 11.3 | 715 | 935 | 4.84 | 3.65 | 4.3 | 0.346 | 0.341 | -0.21 | 0.13 | 0.13 ₅ | | | + 5 ₅ | + 6 | |
| Zinn | 7.28 | 735 | 925 | 8.28 | 6.12 | 4.7 | 0.61 | 0.57 | -0.82 | 0.22 | 0.23 ₅ | + 3 | + 3 ₅ | + 7 ₅ | + 5 | |
| Platin I | 21.3 | 776 | | 6.67 | | | 0.52 | | | | | | | +12 | | |
| Platin II | 21.4 | 753 | 1013 | 9.24 | 7.14 | 3.8 | 0.69 | 0.72 | +0.49 | 0.13 | 0.13 ₅ | | | + 9 ₅ | +12 ₅ | |
| Palladium | 12.0 | 754 | 1017 | 9.33 | 7.28 | 3.7 | 0.70 | 0.74 | +0.63 | 0.24 ₅ | 0.25 ₅ | +11 ₅ | +15 | + 9 ₅ | +12 ₅ | |
| Eisen I | | 802 | 1061 | 8.36 | 5.96 | 5.4 | 0.67 | 0.63 | -0.68 | (0.46) | (0.49) | -11 | - 8 | +14 ₅ | +16 ₅ | |
| Eisen II | 7.85 | 838 | 1114 | 7.17 | 5.32 | 4.6 | 0.60 | 0.59 | -0.18 | 0.44 | 0.48 | | | +18 | +20 ₅ | |
| Stahl | | 914 | | 5.02 | | | 0.458 | | | | | | | +25 ₅ | | |
| Wismuth | 9.78 | 962 | 1077 | 0.840 | 0.625 | 4.5 | 0.081 | 0.067 | -2.1 | 0.12 ₅ | 0.12 ₅ | +73 ₅ | +71 | +30 ₅ | +17 ₅ | |
| Rothguss | 8.40 | 757 | 955 | 7.89 | 7.41 | 0.8 | 0.60 | 0.71 | +2.3 | 0.38 | 0.39 | + 2 ₅ | + 3 | + 9 ₅ | + 7 ₅ | |
| Constantan | 8.73 | 1106 | 1310 | 2.03 | 2.03 | 0 | 0.225 | 0.267 | +2.2 | 0.42 | 0.44 | (+41) | (+47) | +43 ₅ | +350 | |

1 Temperaturcoefficient des Widerstandes $(W_{100} - W_0) : (100W_0)$. 2 Temperaturcoefficient der Wärmeleitfähigkeit, bezogen auf λ von 18° . 3 Berechnet nach der Theorie von LIEBENOW. 4 Auf Grammc calorien bezogen erhält man λ und c durch Division mit 4.2.

Bruchstück eines koptischen Romans über die Eroberung Aegyptens durch Kambyses.

VON DR. HEINRICH SCHÄFER
in Berlin.

(Vorgelegt VON Hrn. ERMAN.)

Der im Folgenden veröffentlichte koptische Text in obernägyptischem Dialekt ist im Jahre 1898 von der ägyptischen Abtheilung des Berliner Museums als Bestandtheil einer grösseren Sammlung Papyri erworben worden, die wir Dr. REINHARDT verdanken, und hat jetzt die Nr. P. 9009. Er steht auf 6 sehr zerfressenen Pergamentblättern, von rund $15 \times 20^{\text{cm}}$ Grösse, bei einer Schriftfläche von etwa $13 \times 16^{\text{cm}}$. Seite 3 und 4 hängen noch mit Seite 9 und 10, sowie 5 und 6 mit 7 und 8 zusammen; da nun die Aufeinanderfolge der Seiten 8 und 9 durch den Zusammenhang des Textes gegeben ist und ferner Seite 1 und Seite 12 durch ihre sehr starke Bräunung zeigen, dass sie die äusseren Seiten der Lage gebildet haben, so ist die Reihenfolge der Seiten als gesichert zu betrachten. Unsicher könnte die Zugehörigkeit eines losen Stückes scheinen, das 3, 21–29 und 4, 20–29 enthält, doch scheint der glatte Anschluss des Sinnes von 4, 1 an 3, 29 für die Richtigkeit der Ansetzung zu sprechen. Was sich vom Zusammenhang feststellen lässt, nöthigt uns nicht, anzunehmen, dass ein Blattpaar fehlt, wir haben also wohl eine vollständige Lage aus einem grösseren Buch vor uns. Doch scheint sie, wie ihr Zustand, besonders die Bräunung der Aussen-seiten, zeigt, schon lange, aus der Handschrift herausgerissen, ihr Dasein in dem Müllhaufen irgend einer alten Stadt geführt haben. Es ist also wenig Hoffnung, dass der Rest dieses Buchs einmal in irgend einer anderen Sammlung zum Vorschein kommt. Über das Alter der Schrift wage ich mich nicht zu äussern. Auch über die Herkunft der Handschrift ist nichts bekannt.

Bei der Wichtigkeit des Textes drucke ich im Folgenden Alles ab, was mir lesbar schien. Zweifelhafte Buchstaben sind durch untergesetzte Punkte gekennzeichnet. Die Grösse der Lücken konnte, selbst wenn nur wenige Buchstaben fehlen, nur ganz ungefähr, durch ein

Strichelchen für jeden Buchstaben, angegeben werden. Ergänzungen sind in Klammern eingeschlossen. Das Lesezeichen des Textes sind nur da, wo sie deutlich erkennbar sind, wiedergegeben.

I.

- - - - -] - о о у [-] - р - [-
 - - - - -] е ъ о л р и т о о т о т
 - - - - -] - е т и с ш т м е
 - - - - -] - н е н т а т е і
 5 - - - -] а [-] - - - -] е ъ о л ж е
 - - -] м е [-] - - -] м м њ п ж і с е [-
 - -] ш о [-] - - -] а и [о к] п е р а м ъ т
 с н с м [п і с р а і е р а т е н] т н [т т] н е а н а р [к] а
 з е м м [ш т и - - - - -] а л л а [-] е] р а т е ъ о л
 10 а і е і е [-] - - - -] - н е . т е
 н о т [с е њ] т ш т [ѡ - - - - -] н м - с м п р ѣ с о
 е е і [-] -] р м - [-] - -] а м н і т њ ш а р о і
 а н о к п [-] - - - [-] - -] - т њ ѡ р [е] њ п о ш њ
 т а і о њ р о т [о е н е т е] т њ ѡ р н [т о] т ' т [е н о т
 15 с е е ш ж е т [е т и] ж [ш м м о с] ж е н т и н а т [п о
 т а с с е њ [а] к а и [е і е т] е т и н ш и р т и [т и
 е ж ѡ [и і р] ш м [е] е т о т о ш с е т е н е р ш о т [-] - ?
 ѡ к н м е м њ н е т њ к [е м н и] ш е н а і е [и] т а [-] - ?
 е т р е н н а [-] - - -] - с е т е [т и] и [а] р т е [-] - ?
 20 с - - - о [-] - - -] - т ѡ - - - - - о [-] - -
 - - - - -] - а і - н ж о т п о с [-] - -
 - - - - -] и а і е т њ [ш т] е р ш т ѡ - и [-] - ?
 - - - -] н е р м т н т ѡ т ѡ и е н а ѣ [о м] м њ н а [і -
 - - - -] - - - - - а м п е т ѡ р [-] -] - т е н [-
 25 - - - - -] - - -] о ѡ р [-] -] а ж - е њ
 - - - - -] - - - [-] - - -] - - - [-] - - -
 - - - - -] - - а [-] - - - -] - ш т м [-] - -
 - - - - -] л і и - - - - -] - - -
 29 -] р - н т ѡ - [-] -] њ а р р а л - - о с [-] - -

II.

- - о о т - [-] - - - -] - - - - - е і с]
 р н н т е с е [-] - - - -] - - - - -
 р е ѡ т п о ѡ [і с - - - - -] - - - - -
 р а н [л] ш с е [-] - - - -] - - - - -

5 оѳ· еіс ϩн [н те? - - - - -] - [- - - -
 н і м т е н о ѳ ѳ е [- - - - -] и [- - - -
 н и т е т ѳ а [е і] а н [- - - - -] · · н [- - -
 т и с ѳ т е т [н] ѳ т ѳ и [- - - - - е с ѳ] и ѳ ѳ а р
 и ѳ і п а а м [а] ϩ т е ж [- - - - - и е] ϩ м т н ѳ
 10 т ѳ ϩ о т а н [- - - - -] и т ·
 м ѳ н а ѳ ѳ а р м п [- - - - -] а н [- - - -] и п е т
 ѳ а ж е н м м н т ѳ ѳ [- - - - -] - - е т [- - -] о ѳ м е
 р е ϩ м [о ѳ] п і т е е с [- -] - - ѳ ѳ λ [-] λ а ϩ а н
 -] ѳ ϩ т · [-] е і с ϩ н ѳ [т е а н о н] к а м ѳ ѳ ϩ н с а і
 15 с ϩ] а і н т и м п [- - - -] - ѳ [т] е і с о т · и т ѳ т ѳ и
 ѳ е] т е н о ѳ ѳ ѳ п е [-] - е [- -] с ѳ т ѳ т е ѳ о р [ѳ] н
 е т] и н т е ж ѳ т ѳ и е ѳ о λ ж е а т е т ѳ и ѳ [а т с] ѳ т м
 н] с ѳ і а н о н к ѳ о е [і с] м п н а ϩ т н р ѳ · т е н о ѳ
 ѳ [е п е] і ѳ а ж е [-] ѳ н а к т [- - - е ѳ [с] а ϩ о ѳ ѳ а н
 20 - - - -] ѳ ѳ о ѳ к ѳ а м ѳ и к н [м е - - - -] и [т] е р о ѳ
 с ѳ т] м ѳ е е н а і н ѳ і н е [- - - -] - - [- - - к а м ѳ]
 ѳ ϩ н с ѳ ѳ к ѳ а р о о ѳ [а] ѳ ѳ о ѳ ϩ [- - - - -
 т о т е а ѳ [ѳ] ѳ о т' е м а т е п е ж а ѳ - [- - - - -
 ж е о ѳ п [е п] ѳ о ж и е е т е н а і ϩ ѳ [- - - - -
 25 -] а н с ѳ [т м] е р о [ѳ ·] ϩ ѳ т [- - -] и [- - - - -
 м] м о ѳ е ж и - - [- - - - -] - [-] - - [- - - - -
 -] о ѳ р і с [-] - [- - -] - о ѳ - [- - - - -
 -] м ѳ [а] р а ѳ м ѳ [-] - - [-] ϩ и т [- - - - -
 29 - - - м е ж и н т е с ѳ ж ѳ - - - [- - - - -] т м ѳ о р

III.

- - - - -] - е - - е і т е с а і
 ѳ м а [λ ш с і а - - - - -] а ѳ ѳ с е ѳ о о п
 и т м [- - - - - ѳ] ѳ [ϩ] р а і е п о о ѳ
 ѳ ϩ о о ѳ [- - - - -] р ѳ и е п е і н о ѳ
 5 и ϩ ѳ ѳ [- - - - - м а р ѳ] е і р е і о ѳ ϩ ѳ ѳ
 ѳ ѳ ѳ и [р е - - - - - м а р] ѳ ϩ т ѳ ѳ и е с
 ѳ а і ѳ і [и е - - - - -] ѳ е і ϩ ѳ ѳ ·
 а ѳ ѳ ѳ [- - - - -] т е н ϩ н и с т ѳ
 о ѳ и н [- - - - -] ϩ ѳ о ѳ ϩ о т е
 10 м ѳ о ѳ т ѳ [- - - - - р е с ѳ ѳ ѳ о] ж и е р о о ѳ
 и е ѳ ѳ о ѳ а [- - - - - е т е] п е с р [а] и п е
 ѳ о ѳ [о р] е с и п е [- - - -] о ѳ е ѳ р м ѳ ϩ н т п е
 ϩ м п е с ѳ ѳ о ж и е [е] ѳ с а ѳ е п е [ϩ] м п [е с] ѳ а
 ж е е ѳ ѳ ѳ р е п е [ϩ] ѳ т е с ѳ о м [е ѳ р е с ѳ м і]

15 шеперэм п̄поломос пѣжацн аѳт [нр оѳ]
 ѳгоѳсопжесштм̄ [е]роі̄п̄шнре [ни ет]
 ѳп̄маі̄ш а' м - - - ѳаѳаѳш̄п̄ [- - - - -
 пооѳп̄рооѳа [тетн] ѳшт̄м' - - [- - - - -
 еѳола ѳтн̄ц аѳ [ѳѳ] ргосе [- - - - -
 20 э̄п̄перэм [- - - - -] ц [-] н [-] ш [-] ш [-]
 - - - - -] и е і р - - [- - -
 - - - - - ма рн̄к [аа] ѳеѳолаж е м -
 - - - - -] ѳнвн̄меі̄тн̄шп̄е
 25 - - - - -] ма рн̄е ѳаі̄наѳ ѳн̄оѳап̄і
 лн? - - - - -] - т̄мполомос
 - - - - -] аѳ [-] н [-]? -
 - - - - -] ѳнм [- - -
 - - - - -] еѳтн̄к' п̄ѳнт̄ежн

IV.

тетсом' аѳше [жн - - - - -] - [-] -
 жекасѳѳш ац [- - - - -] оо [-] и
 аѳш̄п̄тоѳе [- - - - -] и ѳеі̄
 нгмоѳіѳ [- - - - -] - оѳ'
 5 аѳшерене [- - - - -] и - пе
 тра сена [-] [- - - - -] с - [ѳ] шл
 еѳолаі̄ѳт [- - - - -] штор̄т р
 аѳш̄п̄еррш [оѳ - - - - -] ѳраі̄ѳн
 пермаѳѳ [- - - - -] а] ма ѳтеі̄
 10 сета [а] ѳп̄е [- - - - -] - и ѳе ѳеѳш
 жснаі̄ѳентереѳ [ѳооѳмп̄е] ѳм̄ [т] о еѳола
 аѳраѳеема тец [те ро] ѳшт̄м̄ [мм] ѳ' аѳш
 [а] ѳ [вн̄] еѳолаі̄п̄ѳаі̄ш̄ [і] и енк ам ѳѳснс
 - - - - -] ѳѳаі̄п̄о те н̄стола н̄ва та ѳе
 15 еи] та ѳѳоѳн̄еі̄ѳі̄ѳоѳор̄пет̄са ѳ'
 п̄рм] п̄н̄метир̄о [ѳ] ѳет̄ѳаі̄ [и] и ет̄ш о
 оп̄рн̄] п̄са м̄пе [мн̄т] м̄п̄и ет - - п̄ѳн̄і̄оѳ
 ѳа і̄а - -] р̄ѳн̄и [- - - - -] мн̄етим̄маѳ
 - - - - -] - оѳта [- - -] ѳеѳ - ани ѳа
 20 м̄с? - - - - -] - еѳп̄оломи
 ѳеет] р̄еѳ [- - - - -]
 н̄р̄м̄ ѳа л̄м - [- - - - -]
 т̄ѳмполом [о] с О [ѳѳе - - - - -]
 м̄мер̄еѳ [О] ѳѳемер̄ѳ [м ѳом - - - - -] ѳен̄

25 сн҃с҃е҃р҃о҃щ҃ о҃т҃д҃ем [е҃т - - - - - м҃д]
 м҃пштраф҃о҃н [- - - - -]
 - -] с҃о҃т [- - - - -]
 -] и҃лаа҃т - [- - - - -]
 те҃т митро҃тї҃ето [- - - - -]

V.

- [-] [- - - - -] њш҃ре'а҃тш҃не҃по
 ли҃с [-] р҃е҃ [- - - - -] и҃е҃р҃о҃с҃е҃роо҃т'а҃лла
 пмере҃рп [- - - - -] - ероо҃т['] о҃ттен҃еи҃пт
 ли҃аи҃мѣ [- - - - -] о҃тшо[тш]о҃т'а҃ллао҃тсн
 5 с҃етет - [- - - - -] т'ли'а҃тшо҃тса҃лмѣ
 о҃тпте҃м [- - - - - и] а҃и҃аи҃е҃тптр҃ос'
 петото [- - - - -] тпепе҃т҃р҃нт'е҃с
 хоори҃ѳени [- - - - -] - и҃' те҃но҃тсе
 еи҃с҃раї҃нак [- - - - - ѣса҃в҃о] и҃т а҃тши҃р҃е҃р
 10 роте҃ка мѳсн҃с҃аї҃е҃пес҃раи҃песаи҃ото
 ката҃тена҃сп҃етепе҃с҃о҃тш҃р҃мпепаї҃е
 пса҃в҃рнтї҃пре҃с҃р҃оте' е҃с҃рн҃теаи҃
 и҃шево҃лї҃нек҃аї҃ш҃и҃не҃р҃ш҃сеи҃р҃оте҃рн
 т҃кан' а҃ллаеи҃ѳшо҃тшо҃тнаи҃а҃тшеи҃ѳе
 15 оо҃тм҃пеп҃хо҃е҃с҃фа҃раш҃петама҃рте
 њши҃р҃но҃теоо҃т мпир҃наи҃ерш҃пї
 нек҃аї҃ш҃и҃не а҃ллае҃р҃мпаа҃тлї҃ш҃[л]п
 ки҃ае҃ме҃нет[ї]и҃ааа҃т'҃о҃и҃ри҃аи҃пама҃р
 темфа҃раша҃тш҃шо҃тшо҃тики҃ме
 20 мпн҃хо҃е[и]с҃рап҃е, мпн҃таї҃онт҃рнп
 - - - -] и҃-р҃е҃с҃м҃ш[е]мпн҃сш҃рево҃лм
 пемла]р҃еш҃пнеер҃е҃рап҃ерн҃м҃с҃е҃е҃ре
 - - - -] р-и҃та҃ф-га҃се҃ре҃не҃с҃ерш҃о҃тшо
 оп- - - -] -а҃р҃мпес҃ама҃рте е҃ре҃н҃терш
 25 о҃т- - -] -ра҃теммоо҃т е҃ре҃нетпо҃ли҃с
 - - - -] -р- - - - - еш҃п҃е҃се҃ре - - -
 - - - -] ѳ-та҃н, е҃г҃менак҃же҃рн҃о҃т
 - - - -] - - - - - те҃ро҃к а҃тшо҃тпет

VI.

ки҃ааа҃сї҃и҃аа҃р[и]и҃аї҃'к [- - - - -] и [- - -
 та҃ро҃к'ш҃орпмн҃тї҃[иа - - - - -] е҃и - - - и[р]и҃
 тв' и҃е҃вш҃нр҃ети҃иа[моо҃тто҃тм]пек҃мто҃ево҃л

нектррани [ос] тїнат [рїоооте] пєснтпек
 5 ноттеетмоошєи м [мактивнаро] кроторї
 отсате а тшїток [нтїна - - -] а не пі сеї
 некас а ллатїна [отомс - - - -] пршїтє
 ни гарзїїтє [нимотїєтї] ашт теко т се
 шїток пєтїн [нимекмотвк] шохнє мєєтє
 10 є мєхєотпетїнааа сємпатетортнє є
 хшкєво лрїтїкнє нїм сарєнє рєрї
 пєрршот отмонон жєрїнасєртїоса лла
 рїнапкартїрїпєнтасїсеммо сєхїкн
 мєєа сїм сїмо'єро сї жєкєсїм сїмо'єро сїток
 15 шпандосїосмнпєрршотїс аллїкосмї
 пєхє'тїє мнєт'рїнс ам пємптнпєт'рїм
 пшсїмї мнзостнротмнїнаїпїтхш
 птоканїмос жєрїхш рєнє а тшєтїєот
 мноттор жєнєтма єво лрїтїкнє рїм пєр
 20 хїсеммоотєтї рїм раллан' мнпєк [- ?
 мєпатасєеммоотатшнєтш - х - - - [- - - -
 нан' атшнєтїс ма лшсїасєшо [опїрїтот]
 шапоотїрїоотєтї рїм рал [- - - - - - - - п]
 тактїтшїт'єнїм' рїнаї жє [- - - - - - - -
 25 єжкнмє рїотїшоткнхї [- - - - - - - -
 ратї мнїшєїкнмє - - - [- - пєкноттєєт]
 моошєи м а кпєтє рєпєс - - - - - - - -
 пєнтаккарт [нк] єр [ос] - - [- - - - - - - -
 ак - - - - - ет - - ма - - - - - кн - - - - - - - -

VII.

- -] - етєм - а [- - - - -] тєм [ї] шє'нєквїдї ртк
 єжнїпїрамш [нїтнєснї] мшсїмїпїгдотмагос
 наїєшадш [- - - - -] отнатєпнолємос
 пєнтак [- - - - - пшнр] єм рїнїлаїєтї
 5 рїм ралн [- - - - -] наїтнротєнтак
 нартєєроо [т] мн [- -] рїтот рїоєсєнєр
 аллаїототїшнїмсє [нар] рїм [р] алл: пїсїшї
 нєхєєнтасїсїоотєсї [нсїнаб'отш] ороносоп
 пїтеротєєр[т] сїа [- -] р [-] [- р] шнїм'єн
 10 татшшнє мн моотатшадїнасїнєп [ї] сїо
 лоотє пїтєрєсїошотсєасїштортї рсїсїо
 отсєасїмо ттєєнєсїрєсїсїшохнєасїша
 хєнїматєсїсїммос жєотпетїнааасї

е ъ о л ж е а т е т и с т м е Ѳ е е н т а т а р е ц ъ о л е р о ѳ
 15 ѳ с и н е т ' ш о [о и] р и м м а н ш а ' м п р и е т ж ш ѳ
 м о с ж е й т ѳ п а р з п о т а с с е н а к ' а н е т ѳ е т с о м
 ѳ к н и м е ж е с ш о о п ' и м м а н ' т е т н о т ш ш с е
 е т р е н т а а н е р р а ѳ е р о о т ѳ ш о р ѳ ѳ т и п а т а с
 с е м м о о т р ѳ о т т а п р о ѳ с и с е а т ш к н и м е
 20 т н р ѳ с е н а с т м ѳ с е р р о т е ѳ с е т ш о т и н с [е
 - - - - -] р ѳ о т е г р н и н м ѳ о т р о т е ' н е т ш о р п
 ж е н [м м] а с ѳ с і с а ш с ѳ п р е с ѳ ж і ш о ж н е е р е
 о т а м м о о т [е] р е п е с ѳ ш а ж е с ѳ с о м ' п е ж а [с
 м п м т о м] п р р ѳ ж е п р р о ш и р ш а п е р с ш т м
 25 ж е е п ш о ж] н е м п е к р м р а л о т т е м п р т а а к е
 р р а ѳ е р о] р т м п р [ѳ] м п е к р о е ѳ ш к ' е р о т и
 - - - - - и о т р - - - - -

VIII.

и т о к а т ш п м н и ш е [- - - - -] м - к м - -
 и т ш ш п е р ѳ о т с ш и [- - - - -] р а з ѳ р р -
 к н и м е п а ѳ ж е й т [- - - - -] ѳ е т к н а а а с ѳ
 ж о о т ѳ р е н [с а і ш т и е е ѳ о л р і т и] к н и м е т [и]
 5 р ѳ ѳ м п р а н м ф [а р а ш - - - - -] п р а н и
 р а п е п е т н о т т е [- - -] е н ш а ж [е] е н е с ш о т
 р ш с т е е т р е [т с ш о т р е] р о т и е т ш а ' м н о т р о
 о п ѳ р р о [- - - - -] е і р н о т а м е л і а м ѳ
 о т р и т ' н а [т р о] р т ш е м и п о л е м о с ѳ р н т ѳ
 10 р о [т] а н с е е т ш а к с ш о т р е р о т и ' с ѳ н а н а т
 ѳ с и п е т ж о е і с ж е а к е м и т ж о e і с а м а р т e
 е ж ш о т и с р р о т e м а т e n с ѳ м п к а р e
 р р а ѳ e n e к с і ж е ш ш п e m o i k k i a ш ѳ
 р і с e e m a т e k a т a Ѳ e e н т а і р ш о р п ж o o с ѳ
 15 н а к ' и м т а р п e т и a a р e p [а т] с e м і ш e м ѳ
 н e і о т р o o р ' ѳ і н і м п e т и a ѳ т ш и м и н і a р з
 н і м и т o с п e т и a с ш р e ѳ o л e m і ш e м и р e n
 ж o т ' a ж и ш o ж и e r і с ѳ ш р і m ѳ т р m ѳ р н т
 ж e k a c e e a m a р т e e ж ш o т ['] e і с n a ш o c
 20 ж н e a і ж o o c m ѳ e k m т o e ѳ o л n a ж o і c [п] p [p o]
 т e n o т ѳ e m a р e c ѳ p a n a k k e o o t i | ж e r o ω k
 ѳ р m i k n e m i т p o т ж e r e n p e c [м і ш e n e]
 a т ш и e t r і o m e r e n p e c и e ж [ш] n e n [e - - - c ф e n]
 ж o n n a т ш e t ж n o i n e t ш и р e [- - - - -

25 ммоотеполемей' шорпмен[хгинитсмит]
 ѳотїшад[т]са[ѳ]оо[ѳ]---х[- - - - - - - - - - -]
 -не---апаї[- - - - - - - - - - - - - - - - -]
 те етшанбм[сомдее- - - - - - - - - - -]

IX.

- - - - -] - ргхнрергтшшретащ[е']
 - - - - ет]шанхнкдееѳолшадѳпетотуої
 ш - - - - -] - исотѳесѳмшвейсеамагтен
 - - отпгт]едиотмерер'еметрротернтѳїот
 5 поле]мосетотгарїѳѳмпаѳїѳшпаї
 ем[е]ѳ- [шс]мсом'ер[оѳеимти | рїоттехин'
 т]енотбенгна[шбмсом]апекнямеимн
 тгїѳотлоисемї[отми]тсаѳеешпле[дє]
 екшансоордотердотиритексѳш.тоте
 10 кнахисемпекмеререзшот'ешшпем
 мон'кнашѳмпекроаниммаг'егсгн
 нтеаїхшмїашохненнадрав'їтон
 ршшкшохнемееетемекмоткн'егме
 жеотпетїнаааѳжеїневшшперїот
 15 рраа'тотѳпшажеаѳраанаѳмпрро
 камѳтсенсаѳхоотїренѳаїшїнееѳол
 ргтїкнметирѳ'еаѳсраїїпотепгстоа
 ератотїотоним'етшоопрзатезотсга
 мѳарашпешхоегсѳшммосхенаї
 20 нентаѳ]арашхшммоотїїесѳмерате
 ишнре]нетшооприманимїтамїтеро
 - - - - -]мпоагсмїнѳмеїмметгстанос
 - - - - -]енрммаомїпїгнкеїрїм
 - - - - -]ишммокетшоопрапнаг[ѳ]
 25 - - - - -] - иѳрнннн- - - емашо- - -
 - - - - -] - - - рер[- - -] - шрїотѳсшїѳ
 [иѳсраїинти]анетѳеотуполемосотте

X.

етѳегенѳоросетерштїор[теонетѳе- - - -
 шоопммоїерштїшїш- гм- р[- - - - - - - - - - -]пр]м
 икнменшшшрергїтетсом'н- а р[- - - - - - - - - - -]м
 петшадже'сшотгсеердотнееѳолг[иѳмен]гм
 5 итетнегератхшрїснѳеггмере[ртет]їна

15 п е і щ а ж е о т е в о л п е р з і т и н е н ж а ж е е т е н а і
 н е н а с с т р і о с [-] е џ с о о т и т а р ж е с е ш о о п
 р і о т щ і п е - - - - - ж и п е о т о і щ
 [и та пр ро и к] н м е т ш о т н е ж ш о т а с п а т а с [с е]
 [м м о о т - -] а с щ ш л н е т щ [о] л а с а і х м а
 20 [л ш т і з е м м о о] т а т ш е і с р н [т е] с е ш о о п - ? -
 - - - - - ш а е р о т] н е п о о т і р о о т [о] п а і с е п е с џ - ?
 - - - - -] - - а п о с т а т и с е т е н а в о т х о
 а о н о с о р п е] а с е і м е т а р ж [е] н џ н а ш м і ш е
 [а н - - - - -] о о т е е т е [и] е р [ш] о т и к и м е н е
 25 - - - - - е п і с т о л [н р м п] р а [и] м п е и ж о і с
 - - - - -] а - - - [с ш о т р е р о т] и х ш р і с [с н с џ]
 р і м е р е р] - - - -] - - - - - и [-] с п а т а - - -

XII.

Nur ganz Weniges ist sicher lesbar. Ich glaube zu sehen:

1 - - - - а і х м а л ш т і з е - - - - -
 4 - - - - - о т х а і
 7 - - - - - т е н о т с е м а р е
 8 - - - - - с ш о т р е р о т и н е с м а т о і м і
 10 - - - - - а т с ш о т р е р о т и
 12 - - - - - м і ш е - п л н е ж м п ж ш к н о т
 13 - - - - - п р о - - - - -
 15 и р е н - - - - - р е н о т ш ш р м и р е н р а р м а
 21 ж е а в а м в т с н с е і е ж і - - - - -
 22 л о с а с џ м о в м е в р м п е с џ р н [т - - - - -
 23 - а с и н а р р и н а с с т р і о с - - - - -
 24 о т] а ф р н - - - - -
 28 р а е о о т п е - - - - -

In der folgenden Übersetzung, die bei dem lückenhaften Zustand des Textes an vielen Stellen nur ein Versuch sein kann, habe ich abgerissene, nichtssagende Worte innerhalb grösserer Lücken unberücksichtigt gelassen.

Seite 1. 2. durch sie . . . 3. hören . . . 4. die, die gekommen sind . . . 5. weil . . . 6. und das Erheben . . . 7. Ich bin Kambyses. 8. Ich [habe] euch nicht [geschrieben?], um euch zu zwingen, 9. sondern zu mir. 10. Ich bin gekommen 11. Nun ihr(?) . . . schämt euch nicht 12. zu kommen kommt zu mir. 13. Ich euch grosse 14. Ehren mehr, als ihr jetzt habt. 15f. Wenn ihr nun sprecht, »wir werden uns dir nicht unterwerfen«, vertraut ihr etwa 17. auf diese

erbärmlichen Menschen, die Könige 18. von Aegypten und ihre Menge (von Streitern), welche 19. ihr vertraut . . . 22. die, die euch umgeben 23. . . . [ihr könnt] euch [nicht] retten(?) vor meinen Heeren. Haben diese? 29. euch täuschen werden . . .

Seite II. **2.** seht **3.** eine Stadt **4.** kurz **5.** seht **6.** alle . . . nun **7.** ihr werdet nicht [kommen?] **8.** euch bereiten . . . denn **9.** bei meiner Macht [schwöre ich?] euch retten(?) **10.** wenn **11.** Denn zu der Zeit der, der **12.** mit euch spricht eine **13.** Lanze und einen Bogen, der Kriegsgeschrei(?). **14.** Seht, ich, Kambyes, **15.** schreibe euch so. Ihr **16.** nun aber werdet . . . bereit zu dem Zorn, **17.** der über euch kommt, weil ihr mir nicht gehorcht habt, **18.** mir, dem Herrn der ganzen Erde. Diese **19.** Rede nun werde ich zu einem Fluch bis **20.** [ich mich] an Aegypten gerächt habe Als **21.** das die gehört hatten, Kamb **22.** yses zu ihnen komme, entbrannten sie, **23.** sie wurden sehr muthig und sprachen [Einer zum Andern:] **24.** »was ist der Rath **25.** wir haben ihn gehört **28.** Pharao . . .

Seite III. seine Knechtschaft **2.** und sie werden mit . . . sein **3.** bis heutigen Tages **4.** zu uns dieses grosse Ding **5.** [lasst uns] ein wunderbares Ding thun **6.** lasst uns seine Boten tödten **7.** dieses Ding **8.** Sie und er sich erhebt **9.** . . . in Furcht **10.** und [Schrecken] [Es waren] Rathgeber bei ihnen **11.** und es war Einer unter ihnen, der **12.** Bothor hiess, der gerechnet wurde zu, der war ein kluger Mann **13.** in seinem Rath und ein Weiser in seiner Rede, **14.** ein Held in seiner Kraft und ein Streiter **15.** im Kampf. **15.** Er sprach zu ihnen Allen **16.** zusammen: »Hört mich, ihr Kinder der Bewohner des **17.** Ostens, **18.** heutigen Tages. Ihr habt gehört, was euch **19.** durch die Assyrer [geschrieben worden ist] . . . **20.** in ihrem **23.** . . wir wollen sie hinauswerfen **24.** . . . [Könige?] von Aegypten und wir werden **25.** wir wollen ihm drohend schreiben Krieg **29.** indem sie vertrauen auf

Seite IV. ihre Kraft und auf **2.** damit wenn . . . **3.** und er wie **4.** die Löwen **5.** und wenn Fels(?) . . . **6.** sie werden auflösen(?) **7.** und er verwirren **8.** und die Könige in **9.** ihren Gegenden indem sie Macht, sie **10.** werden sie geben und sie werden sie zusammenhauen«.

11. Als er das vor ihnen gesagt hatte, **12.** freuten sie sich sehr, als sie ihn hörten, und **13.** warfen die Boten des Kambyes hinaus **14.** . . . schrieben einen Brief, wie **15.** Bothor ihr Schreiber es gerathen hatte: **16.** »Alle Aegypter schreiben an die Bewohner **17.** des [Westens?]

und an die, die in Judaea(?) 18. . . . und die mit ihnen sind
 19. Macht(?) 20. indem er Krieg führt, damit er 22. Knechte
 . . . 23. Krieg. Und nicht 24. Lanze, noch können sie
 25. viele Schwerter, noch [finden sie] 26. Zufluchtsort(?) vor
 29. ihre Kleinheit.

Seite V. Starke. Und seine Städte 2. . . . Sterben ihnen
 sondern 3. die Lanze sie , auch Thore 4. und . . . nicht
 Ruhm . . . , sondern ein Schwert 5. ist es das . . . Thore . . . , und
 Schuld und 6. Bogen die sind uns [Belagerungs]thürme. 7. Die, die
 . . . ihr Herz, das 8. stark ist wie die [... Löwen?] Wir 9. schreiben dir
 nun [als den muthlosen] und 10. furchtsamen, das ist Kambyses, dessen¹
 Name Samuo 11. in unserer Sprache lautet, was übersetzt heisst 12. »der
 Feigherzige oder der Furchtsame«. Siehe, wir haben 13. deine Boten hinaus-
 geworfen, da wir dich nicht fürchten, 14. sondern wir rühmen uns, und
 wir preisen 15. unseren Herrn, den Pharao, der in Ruhm 16. über uns
 herrscht. Wir haben nicht vor 17. deinen Boten verbergen² wollen, sondern
 in der Stunde der Enthüllung 18. wirst du erfahren, was wir thun werden.
 Bei der Macht 19. Pharao's und dem Glanz Aegyptens 20. und dem
 Apis, dem Herrn, und dem Ruhm der Krone 21. . . . Streiter . . . und
 das zum Kampf 22. Ausziehen wenn Apis in Memphis ist? 23. . .
 ihre Könige sind . . . 24. . . seiner Macht, die Flüsse(?) . . .
 25. fliessen von Wasser, ihre Städte sind . . . 26. Wenn nun . . . sind
 . . . 27. . . so sei dir bewusst, worin dir 28. . . und was du
 dem gegenüber

Seite VI. thun wirst 2. dich stelln. Zuerst nun werden wir
 in 3. dir deine Kinder werden wir vor deinen Augen tödten,
 4. deine Tyrannen werden wir stürzen, deine 5. Götter, die mit dir gehen, wer-
 den wir mit 6. Feuer verbrennen, und du [wir werden nicht erst]
 dein 7. Fleisch zu kochen, sondern wir werden dich zerreißen mit
 unserem Munde wie 8. die Büren³ oder wie die gewaltigen Löwen. Du,
 nun also, 9. o Elender, überlege, geh zu Rathe, bedenke, 10. wisse, was
 du thun wirst, ehe das Strafgericht 11. über dich kommt durch Aegypten.
 Denn wer hat jemals 12. unter den Königen, nicht bloss von den assyrischen,
 sondern 13. von denen der ganzen Erde, sich gegen Aegypten 14. erhoben
 und etwas gegen es vermocht, so dass du, 15. πανόσιος, etwas gegen es
 vermögen könntest? Die Gallier und die 16. Hethiter und die, die in der
 17. Kälte und im Osten wohnen, und alle Meder, sagst du nicht, die
 18. sind tapfere Leute? Und warum 19. haben sie ihre Länder nicht

¹ Es scheint ε statt ετε zu stehen.

² Es scheint nicht εων »Aufträge geben« dazustehen.

³ Wir haben hier dieselbe eigenthümliche Form αρξ statt αρκτος wie in der Silko-Inschrift.

vor Aegypten retten können, als sie **20.** sich erkühnten, nicht unsere Knechte sein zu wollen? Hast du sie **21.** zu schlagen und sie haben **22.** uns nicht . . . und ihre Knechtschaft, in der sie **23.** bis zum heutigen Tage sind, indem sie dienen, **24.** wem von diesen vergleichst du dich, dass du **25.** gegen Aegypten in Kraft, du wirst empfangen **26.** .. die Mengen Aegyptens [dein Gott, der] **27.** mit dir geht, dessen, **28.** auf den du vertraust

Seite VII. zu kämpfen. Oder vertraust du **2.** auf die Ammoniter und Moab und die Idumäer, **3.** die wenn sie den Krieg sehen, **4.** den du die Kinder Israel, die **5.** dienen Diese, auf die du **6.** vertraust, niemals Herren sein, **7.** sondern [werden] immer Knechte sein. Als die Boten **8.** aber, die Nebukadnezar geschickt hatte, **9.** zu ihm kamen, [erzählten sie ihm] Alles, was mit ihnen **10.** geschehen war, und gaben ihm die **11.** Briefe. Als er sie aber gelesen hatte, wurde er bestürzt und **12.** schickte und rief seine Rätthe und **13.** sprach mit ihnen und sagte: Was sollen wir thun? **14.** Denn ihr habt gehört, wie die **15.** Bewohner der Ostländer gegen mich aufstehen, indem sie sagen, **16.** wir werden uns dir nicht unterwerfen wegen der Macht **17.** Aegyptens, weil sie mit uns ist. Wollt ihr nun, **18.** dass wir uns zuerst gegen sie wenden und sie mit **19.** der Schürfe des Schwertes schlagen, dass **20.** ganz Aegypten es hört und sich fürchtet und sich erhebt [und sich mir unterwirft] **21.** in Frieden und [Furcht]. Es waren **22.** aber bei ihm sieben Rätthe, und unter **23.** ihnen war einer, dessen Rede gewaltig war. Er sprach **24.** vor dem König: »Der König lebe ewig. Höre **25.** aber auf den Rath deines Knechtes. Wende dich nicht **26.** gegen sie und lasse dir nicht einfallen hineinzuziehen

Seite VIII. Du und die Menge **2.** dass du in geräthst **3.** Aegypten. Das aber, was du thun sollst: **4.** schicke Boten durch **5.** ganz Aegypten im Namen Pharaos . . . im Namen des **6.** Apis ihres Gottes schöne Worte, **7.** damit sie sich versammeln zu einer Feier und einem **8.** Königsfeste, sorglos kommen und **9.** mit einem Herzen ohne Argwohn, in dem kein Krieg ist. **10.** Wenn sie nun sich versammeln, wird **11.** ihr Herr sehen, dass eine andere Herrschaft **12.** über sie Gewalt bekommen hat, und er wird sich sehr fürchten und sein Land **13.** in deine Hände geben. Wo nicht, so wird es dir sehr **14.** schlecht gehen, wie ich es dir vorhin gesagt habe. **15.** Denn wer wird Stand halten, um mit **16.** diesen Hunden zu kämpfen? Oder wer wird mit den Bären streiten? **17.** Wer endlich wird ausziehen zum Kampf mit **18.** Löwen ohne Überlegung, Klugheit und Schlantheit, **19.** um ihrer Herr zu werden. Siehe, das ist mein **20.** Rath, ich habe ihn vor dir gesagt, mein Herr König. **21.** Möge er dir nun gefallen. Wisse aber, dass

22. alle Aegypter Streiter sind **23.** und ihre Weiber Steinwerfer . . .
24. Schleudern(?), und sie erzeugen ihre Kinder und . . **25.** sie zum Krieg-
 führen. Zuerst, von **26.** klein auf, lehren sie sie reden(?) . . .
28. Wenn sie aber stark genug sind, [dann setzen sie sie]

Seite IX. festgebunden auf Pferde **2.** Wenn sie aber erwachsen(?) sind, dann verwenden sie ihre Zeit **3.** Pfeile des Kampfes und besitzen **4.** . . . Bogen und Lanze, und fürchten sich nicht vor einem **5.** Kriege. Denn sie sind wie die Bienen, **6.** gegen die man nur mit List ankommen kann. **7.** Drum wirst du nicht gegen Aegypten ankönnen, ausser **8.** mit Verstellung und Schlauheit. Wenn **9.** du sie aber versammelt hast durch deine Klugheit, dann **10.** wirst du deine Lanze gegen sie erheben. Wo **11.** nicht, dann wirst du dich nicht gegen sie wenden können. Siehe, **12.** ich habe meinen Rath dir vorgetragen. Du **13.** selbst nun geh mit dir zu Rathe, bedenke, überlege dir, wisse, **14.** was du thun sollst, um nicht in **15.** Spott zu gerathen«. Da gefiel die Rede dem **16.** König Kambyses, und er schickte Boten **17.** durch ganz Aegypten, indem er einen Brief schrieb **18.** an Alle, die unter der Macht des **19.** Pharao, ihres Herrn, standen, und sagte: »Das **20.** ist es, was Pharao zu seinen geliebten **21.** [Kindern] sagt, die in allen Orten meines Königreichs wohnen, **22.** . . . Städte (πόλις) und Dörfer (ἄμει), Grosse und , **23.** die Reichen und die Armen, die (Aegypter in der?) **24.** Fremde, die unter dem Joch stehen , **25.** Frieden **27.** Ich schreibe euch nicht wegen eines Krieges, noch

Seite X. wegen Abgaben, die ich euch auflegen will, auch nicht wegen **2.** die ich gegen euch habe, o ihr **3.** Aegypter, stark in ihrer Kraft, [und weise] in **4.** ihrer Rede. Versammelt euch nun aus allen Städten und **5.** kommt zu mir ohne Schwert und Lanze. **6.** Denn ihr sollt freudig und jauchzend zu einem Feste kommen, **7.** weil der, der euch zusammenruft, der Apis ist, damit ihr **8.** fröhlich seid an diesem Feste . . . er wird auftragen einige **9.** Dinge, die in diesem Jahre geschehen sollen. Ich will sie euch **10.** aber nicht schreiben, damit sie nicht **11.** in euren Augen ihre Kraft verlieren, sondern ich wünsche, dass ihr **12.** zum Apis kommt, damit er euch die **13.** Dinge offen sage. Denn ihr werdet diese erfahren, **14.** wenn ihr zum Feste kommt. Denn Jeden, **15.** der nicht kommt, wird Fluch und Zorn **16.** vom Apis treffen. Aber der, der kommt, wird einen **17.** Segen empfangen mit seinem ganzen Hause«. Die Boten aber, die **18.** Nebukadnezar geschickt hatte, zogen **19.** durch ganz Aegypten, indem sie die Briefe verlasen **20.** in allen Städten und Dörfern des Reiches des **21.** Pharao voll Hinterlist (heimlich?), indem sie mit . . . sprachen **22.** die Boten . . . Aegypter **23.** Als die Aegypter aber dies hörten , sprachen sie **24.** verwundert Einer zum Anderen, indem sie sagten, was

ist dies Ding, 25. das geschehen ist. . . . 26. Lasst uns unsere Wahrsager versammeln 27. kluge Leute 28. Denn dieser Rath ist nicht von Pharao

Seite XI. *Lasst uns 3. und die, die im wohnen, erheben sich gegen uns, 4. das sind die, die in unserer Umgebung wohnen, und sie . . . 5. einen Krieg mit uns, weil sie ausgezogen sind, um 6. gegen Andere zu kämpfen (?) So thaten sie, und 8. das ganze Kriegsvolk ging zu seinen Wahrsagern und rief sie und sprach mit ihnen: 9. »Wie wollt ihr, dass wir uns verhalten sollen 10. demgegenüber, was wir von denen gehört haben, die 11. zu uns im Namen des Apries gekommen sind?« Da 12. antworteten die Wahrsager und sprachen: »Diese Rede 13. kommt nicht vom Könige, noch . . . die 14. Grossen, . . . solchen Rath geben, sondern 15. diese Rede kommt von unseren Feinden, das sind 16. die Assyrer, denn . . . wisse . . ., dass sie sich 17. schämen seit der Zeit, 18. wo der König von Aegypten sich gegen sie erhob und sie schlug 19., er raubte ihnen ihre Beute, er machte sie zu 20. Gefangenen, und seht, sie sind . . . [in Knechtschaft] 21. bis zum heutigen Tag. Das nun, 22. Abtrünniger, das ist Nebukadnezar. 23. Denn er weiss, dass er nicht kämpfen wird 24. das sind die [Könige] von Aegypten. 25. [Darum hat er uns geschrieben] einen Brief im Namen unseres Herrn [und sagt »versammelt euch] ohne [Schwert und Lanze]« [uns] schlagen«.*

Seite XII. Die Schrift ist fast ganz in der braunen Färbung des Pergaments untergegangen, so dass kein vollständiger Satz lesbar ist. In Z. 7 und 8 scheint zu stehen: . . . möge der seine Soldaten versammeln und in Z. 15 handelt es sich um Rosse und Wagen. Es scheint also, als würde hier der Beginn des wirklichen Kampfes erzählt. Am Ende der Seite sind die Worte: Z. 21 *Kambyses ist auf . . . gekommen . . .* Z. 22 *Er überlegte in seinem Herzen . . .* Z. 23 *Vor den Assyrern . . .* Z. 24 *Apries . . .* fast das einzige Erkennbare.

Der Inhalt ist also — soweit sich ein Zusammenhang noch herstellen lässt — etwa der folgende.

Kambyses, der weiterhin auch Nebukadnezar genannt wird, schreibt an die Bewohner der »Ostländer«, die Unterthanen Aegyptens zu sein scheinen, und fordert sie unter Drohungen und Versprechungen zur Unterwerfung auf. Ihr Vertrauen auf Aegypten, an dem er auch Rache nehmen wolle, sei thöricht.

Der Brief wirkt aber nicht; die Fremden beschliessen vielmehr, seine Boten zu tödten. Wie es scheint, äussern sie ihr festes Vertrauen auf Aegypten.

Jedoch ein gewisser Bothor¹, der tüchtigste unter ihren Räthen, widerspricht ihrem Plane. Er scheint zu rathen, man solle die Boten des Kambyzes hinauswerfen und ihm einen Drohbrief schreiben, vielleicht um Kambyzes zu einem Krieg gegen Aegypten zu reizen.

Sie handeln danach und schreiben ihm einen trotzigen Brief, der einen Spottnamen auf Kambyzes und starke Drohungen enthält, wobei sie wieder ihr Vertrauen auf die Macht Aegyptens aussprechen.

Als die Boten zum König zurückkommen und ihm ihre Erlebnisse erzählen; geräth er in Furcht und beruft seine Räthe. Er äussert die Absicht, zuerst die Ostländer zu züchtigen, dann würde Aegypten sich ihm von selbst unterwerfen.

Der erste unter seinen sieben Räthen widerspricht dem aber eindringlich. Er scheint zu meinen, wenn der König sich zuerst gegen die Ostländer wende, werde ihn Aegypten überfallen. Aegypten müsse also zuerst unschädlich gemacht werden. Und das könne nur mit grösster Vorsicht und mit List geschehen. Es folgt nun eine überschwängliche Schilderung von der furchtbaren Kriegstüchtigkeit der Aegypter und ihrer Erziehung als Krieger. Sie werden mit Bären, Löwen und Bienen verglichen, gegen die man nur mit List ankäme. Er solle also einen Brief durch ganz Aegypten schicken, als ob er der Pharao wäre und sie zu einem Fest für den Apis² nach Memphis einlade. Habe er sie einmal zusammen, so könne er »*seine Lanze gegen sie erheben*«, und auch der König von Aegypten werde sich ihm freiwillig unterwerfen, wenn er sähe, »*dass ein anderer Herrscher über sie Gewalt bekommen habe*«.

Kambyzes ist sehr erfreut über diesen Plan und schreibt den Brief voll Schmeichelei und versteckter Drohungen. Der Brief wird nun von den Boten des Kambyzes in ganz Aegypten heimlich verbreitet. Die Aegypter sind erstaunt und trauen dem Frieden nicht. Sie gehen daher zu ihren Wahrsagern und fragen sie um Rath. Diese erklären ihnen sofort: dieser Brief ist nicht von unserem Könige Apries, sondern von unseren Feinden den Assyrern, die jetzt solche Hinterlist anwenden müssen, weil sie sonst nicht wagen dürften, sich gegen Aegypten zu erheben. Auf der ganz zerstörten letzten Seite scheint dann der Beginn des Krieges erzählt zu werden.

¹ Der Name ist in der Form Bothros auch sonst vereinzelt als persisch überliefert (vergl. PAULY, Realencykl. u. d. W.).

² Auf die unzweifelhaft richtige Erklärung des *ἄπις* als »Apis« hat mich SETHE hingewiesen, dem ich auch für die Ergänzung der Lücken viele gute Vorschläge zu danken habe. Wir haben hier zum ersten Mal den Namen des Apis in rein ägyptischer Form. Man beachte, dass der Name ohne den Artikel gebraucht wird.

Schon das Vorkommen eines solchen Themas ist bei dem sonstigen Charakter der koptischen Litteratur sehr auffällig. Denn unser Text ist der einzige bis jetzt bekannte, der sich mit der alten Geschichte des Landes beschäftigt. Aber auch die Behandlung des Gegenstandes ist eigenthümlich genug, da alle kirchlichen und religiösen Betrachtungen und Redensarten fehlen. Dagegen darf man natürlich nicht einwenden, dass die Sprache an die Sprache der Bibelübersetzung anklingt — so erinnert z. B. die Einleitung der Rede VII, 24 mit ihrem »*der König lebe ewig*« an die Einführung der Reden im Daniel¹ —, denn die Sprache der Bibel war eben die allgemeine Schriftsprache geworden.

Offenbar ist diese Erzählung, die so für die Aegypter Partei nimmt, von einem Aegypter selbst verfasst; ein Grieche, der die Aegypter seiner Zeit kannte, würde wohl schwerlich auf den Gedanken gekommen sein, die Aegypter als das kriegerischste aller Völker hinzustellen.

Die vorausgesetzten geschichtlichen Verhältnisse sind absonderlich: Der Gegner des Kambyses heisst Apries. Kambyses selbst heisst bald Kambyses, bald Nebukadnezar. Die Perser werden Assyrer genannt². Die Verbindung der Aegypter mit den Ostvölkern ist überraschend. Nach Seite VI, 3 scheinen die Kinder des Kambyses in der Gewalt der Feinde zu sein. Alles das sind Züge, die keine unserer classischen Quellen aufweist, dagegen finden sie sich fast sämmtlich in der Erzählung von der Eroberung Aegyptens durch Kambyses, die die um 700 geschriebene Weltgeschichte des Aegypters Johannes von Nikiu³ enthält.

Am besten lässt sich dies dadurch zeigen, dass ich die wichtigsten Sätze aus der Charakteristik dieser Erzählung abdrucke, die J. V. PRÁŠEK in seinen »Forschungen zur Geschichte des Alterthums« I S. 14 ff. gegeben hat.

Das Cap. 51 dieser Weltchronik behandelt ziemlich breit die Geschichte des Kyros und die Eroberung Aegyptens durch Kambyses, aber von einem eigenartigen Standpunkt und zu meist im Gegensatze zu den bekannten Quellen. Zu dem darauf folgenden Bericht über die Rückkehr der Juden aus dem Exil folgt Johannes dem Buche Daniels. Denselben Charakter tragen die Angaben des Johannes über Kam-

¹ Vergl. Dan. II *κύριε βασιλεῡ εις τὸν αἰῶνα ζῆθι*. Auch die Namen von Völkern und Personen haben die in der Septuaginta überlieferten Formen.

² Es ist interessant, zu sehen, wie hier die beiden grossen Feinde Aegyptens, der aus der klassischen Überlieferung bekannte Kambyses und Nebukadnezar, der der Bibel als »der Feind« Aegyptens gilt, zu einer Person zusammengeflossen sind.

³ Vergl. Journ. as. S. VII T. X, XII und XIII.

byses Die Einzelheiten von Kambyses' Angriff auf Aegypten sind anscheinend auf eine gute, aber verschollene alte Quelle zurückzuführen. Dagegen repräsentiren die übrigen Angaben eine Menge jeder Authenticität entbehrender, in verworrenere Weise zusammengewürfelter Nachrichten. Kambyses wird mit Nebukadnezar II. identificirt, . . . Kambyses' aegyptischer Widersacher heisst Apries; auch thut Johannes eines . . . aegyptischen Kriegsherrn . . . Erwähnung, der . . . den kühnen Gedanken gefasst und auch ausgeführt haben soll, Syrien und Assyrien im Rücken der Perser anzugreifen, wobei die gesammten Frauen und vier Söhne des Kambyses in seine Hände gefallen und nach Aegypten abgeführt worden sein sollen. Seltsamerweise verwechselt Johannes oft die Perser mit den Assyern . . .

Die Übereinstimmungen zwischen beiden Darstellungen sind so offenbar, dass wir an irgend einen Zusammenhang glauben müssen. Man hat schon vermuthet, dass das Originalwerk des Johannes koptisch geschrieben war¹, doch ist es wohl ausgeschlossen, dass wir hier etwa ein Stück seiner Weltchronik selbst vor uns haben. Auch dass unser Roman etwa erst aus dem Werk des Johannes geflossen sei, scheint mir unwahrscheinlich. Eher möchte ich annehmen, dass uns in unserem Bruchstück eine der unbekanntenen Quellen des Johannes oder doch ein ihr verwandtes Werk erhalten ist.

Wie man sich aber zu dieser Quellenfrage auch stellen mag, für uns ist das Bruchstück nicht wegen seiner Beziehungen zu dem byzantinischen Chronisten, nicht als Geschichtswerk werthvoll, sondern als ein letzter, wenn auch etwas trüber Ausläufer der alten sagenhaften Erzählungen über die Geschichte des Landes, die zu allen Zeiten in Aegypten so beliebt gewesen sind. Man hätte nicht erwartet, noch in koptischer Zeit eine solche liebevolle Betrachtung der heidnischen Vergangenheit zu finden.

¹ Es ist uns nur in einer aethiopischen Übersetzung erhalten.

Zweiter Vorbericht über eine Forschungsreise in Armenien.

Von Dr. W. BELCK und Dr. C. F. LEHMANN.

(Vorgelegt von Hrn. SACHAU.)

Die Fortsetzung der Forschungsreise von Van aus, die durch das Zusammenwirken fast aller den ersten Theil der Reise unterstützenden Factoren ermöglicht wurde und zu der auch die Königliche Akademie der Wissenschaften einen Beitrag bewilligt hat, galt vornehmlich der Aufsuchung der an der Peripherie des chaldischen (urartäischen) Reiches aufgestellten Inschriften.

Die Annahme, dass gerade die vom Centrum am weitesten entfernten, das kräftigste Vordringen der chaldischen Macht bezeichnenden Inschriften sich als besonders interessant und wichtig erweisen würden und dass ihre Aufsuchung, soweit sie unbekannt waren, auch bedeutende Umwege und Ausbiegungen lohnen würde, hat sich durchaus gerechtfertigt.

Die Expedition wandte sich zunächst nach Südosten, um die in der Nähe von Rovanduz bei Sidekan aufgestellte Stele zu untersuchen, von der man wegen ihrer Nachbarschaft zur Kelishin-Stele chaldischen Ursprung zu vermuthen hatte. Der Standort der Inschrift, deren zuerst RAWLINSON, der sie aber nicht besucht hatte, Erwähnung gethan hatte, war namentlich durch LOBDELL genau bekannt. An Ort und Stelle war sie aber bisher nicht wissenschaftlich untersucht, ebenso wenig war ein Abklatsch, eine Photographie oder eine Copie veröffentlicht.

Auf äusserst schwierigem Marsche über die verschneiten Gebirge und durch die vom Schnee verschlossenen Pässe des Gebietes südlich vom Van-See wurden Mitte Februar Bitlis, dann weiter Söört erreicht.¹ —

¹ Zwischen Söört und Till (bei welch letzterem Ort der östliche Tigris (*Bôhtân-su*) und der westliche Tigris (*Diarbekir-su*, *Diğleh*) sich vereinigen), gelang die Aufindung der Stelle, wo die Zehntausend den Kentrites = *Bôhtân-su* durchschritten haben. Alle Details von Xenophon's Schilderung fanden sich wieder. Die Stelle liegt beim Dorfe *Mûyrt*, etwa 1½ Stunden flussaufwärts von Till. Hierüber, wie über alle hier beiläufig erwähnten Nebenergebnisse der Rede später Näheres im ausführlicheren Gesamtbericht.

Von hier aus ging es über Gezireh (Geziret-ibn-Omar)¹ nach Mosul und nach kurzem Aufenthalt weiter über Nimrud und Erbil nach Rovandüz. Rovandüz ist von Mosul und Erbil durch Pässe getrennt, die für ein Heer gänzlich unpassierbar sind. Für das Verständniss der assyrisch-chaldischen Kämpfe in diesen Gebieten ist diese Beobachtung von besonderer Wichtigkeit.

Die Stele Kel-i-giaur, »die graue Stele« genannt, steht an der Strasse zwischen den Dörfern Sidikan und Topzanä, weit näher dem letzteren.

Ihre Lesung begegnete, sowohl wegen des Erhaltungszustandes, wie wegen mannigfacher erschwerender Umstände, den allergrössten Schwierigkeiten, und die Entzifferung nahm geraume Zeit (etwa 14 Tage) in Anspruch. Die Stele ist auf beiden Breitseiten und beiden Schmalseiten beschrieben. Eine Breitseite und eine Schmalseite sind in chaldischer, die anderen beiden in assyrischer Sprache. Das obere Drittel der Stele fehlt und ist vermuthlich schon in alter Zeit weggebrochen worden.

Die Stele ist von Rusas I. Sardurihinis gesetzt. Sie führt in die Zeit der Kämpfe zwischen diesem Herrscher und dem Assyrer Sargon II., dessen erbittertster Gegner er war.

Sargon berichtet, dass schliesslich Rusas I. sich selbst den Tod gegeben habe aus Verzweiflung darüber, dass sein Gott, der Chaldis von Muşaşir, von Sargon weggeführt sei. Die Inschrift führt in eine Zeit, die dieser Katastrophe, wie sie Sargon darstellt, vorausgeht. Danach haben die Assyrer früher einen vorübergehenden Erfolg erzielt, haben Muşaşir (vom Kelishin herkommend) überrumpelt, und Urzana von Muşaşir ist zu Rusas I. geflohen. Dieser hat Muşaşir wieder aufgebaut, die Opfer für Chaldis neu geordnet und Urzana wieder eingesetzt, nachdem Rusas siegreich bis zu den Bergen Assurs vorgezogen war *ana šadi (mât) Aššur atalaka*. Die kriegerischen Ereignisse werden in assyrischer Sprache berichtet, die Neugründung und die Neuordnung der Culte in chaldischer Sprache. Der Inhalt der Stele

¹ Im Kurdenorfe Babil, etwa 3½ Wegstunden südwestlich von Gezireh, fanden sich Fragmente von mindestens zwei, wahrscheinlich noch mehreren Stelen des Königs Asurnāširabal mit dem Bilde des Königs und Inschriften. Leider konnten die meisten der Fragmente nur in ganz besonders schwer zu erreichender Beleuchtung gelesen werden. Die Schrift ist klein und stark verwischt. Abklatsche wurden genommen und gelesen, was bei einem vorübergehenden Aufenthalt möglich war. Bei später erneuter Durchreise des Einen von uns (C. L.) erwies sich die Sachlage als unverändert. Es ist dringend zu wünschen, dass die türkischen Behörden die Steine in Sicherheit bringen und in's Museum zu Constantinopel schaffen, wo sie in Musse studirt werden können und vor den Misshandlungen der Dorfbewohner geschützt sind. Ein Stein, den wir mit Mühe aus einem Brunnen herausgeholt hatten, fand sich beim zweiten Besuch wieder im Wasser.

lässt keinen Zweifel darüber, dass sie in unmittelbarer Nähe von Muşaşir aufgestellt ist. Dies führte zur Auffindung der Stätte des alten Muşaşir. Die Stele steht da, wo sich die alte Kriegsstrasse vom Kelishin nach Sidek nach links wendet, um von der rechten nach der linken Thalseite, nach der abgeschiedenen Bergwiese und dem Hügel auf dem Muşaşir und seiner Burg gelegen zu haben. Muşaşir ist offenbar ein älterer Sitz der Chalder, von dem aus sie auf der türkischen Seite der persisch-türkischen Grenzgebirge nach Van vorgedrungen ist. Die Cultusgemeinschaft hat sich erhalten (Gott Chaldis), und die Sprache des Cultus ist chaldisch geblieben. Das Volk aber wird assyrisch gesprochen haben, daher die assyrische Hälfte auf der Kelishin-Stele und der Stele von Topzanà, sowie die assyrische Abfassung des längst bekannten Siegels Urzana's von Muşaşir.

Von Rovanduz kehrte Dr. BELCK nach Van zurück. Sein dortiger Aufenthalt gilt wissenschaftlich der Erledigung der dort verbliebenen Aufgaben und der möglichsten weiteren Erforschung des östlichen Theils des chaldäischen Gebiets.

W. BELCK hat in und um Van noch mehrere Inschriften und Fragmente aufgefunden, namentlich eine Inschrift Argistis' I. Menuaḫinis in der Kirche von Engumer und zwei Inschriften auf den eingemauerten Seiten eines Supraportensteines in der Kirche von Surp Krikor in Kochbanz, dessen Vorderseite eine längst bekannte Inschrift trägt. Ausserdem wurden die Ausgrabungen auf Toprakkaleh im Auftrage der RUDOLF VIRCHOW-Stiftung fortgesetzt. Ein Knochenring mit Keilinschrift ist unter den Funden hervorzuheben.

C. F. LEHMANN wandte sich auf der Route Mosul-Midiat-Hassankêf¹-Maiafarkin²-Lidje der sogenannten »Quellgrotte des *Sebeneh-su*« zu.

Auf Grund der von SESTER genommenen Abklatsche war SCHRADER (Die Keilinschriften am Eingange der Quellgrotte des *Sebenehsu*, Abhandlungen der Berliner Akademie der Wissenschaften 1885) zu dem Schlusse gekommen, dass sich dort befänden, eine Inschrift Tiglatpileser's I., eine Tuklat-Ninib's II., eine von Aşurnâşirabal. Die Sache liegt anders; die zweite und dritte Inschrift rühren beide von Salmanassar II. her. Ausserdem finden sich in einer anderen, höher gelegenen

¹ Hassankêf, die Höhlenstadt, war bereits von Söört aus von Dr. BELCK besucht worden. Das Studium dieser Stätte (= Kipâni bei Aşurnâşirabal, *Χαλδαίοι οἱ πρότερον Κηφῆνες* St. B., Cephonia, Plinius VI, 26 und 41, und s. Zeitschrift für Assyriologie IX, S. 88 Anm.) erwies sich für unsere Aufgabe von besonderer Wichtigkeit.

² Über eine in Maiafarkin von LEHMANN aufgefundenene griechische Inschrift und eine in der Nähe bei Boschat von ihm entdeckte römische Sculptur, sowie ferner über gemeinsame Erwägungen (und darauf folgende Ermittlungen an Ort und Stelle) der Frage, welche antike Stadt uns in den Ruinen Maiafarkins entgegen tritt, wird voraussichtlich seiner Zeit gesondert berichtet werden.

Höhle noch zwei bisher ganz unbekannte Inschriften, ebenfalls beide von Salmanassar II. gesetzt.

Salmanassar berichtet in seinen Annalen, dass er zwei Mal, in seinem 7. (854) und in seinem 15. Jahre (846 v. Chr.), zu der Quelhöhle des Tigris gezogen sei. Aus dem 7. Jahre stammt die Inschrift in der unteren Höhle, die man bisher dem Tuklat-Ninib zugeschrieben. Aus dem 15. Jahre die erste Inschrift an der oberen Höhle. Die dritte Inschrift an der unteren Höhle (bisher Ašurnāširabal) und die zweite an der oberen Höhle stammen beide von einem dritten Besuch des Königs her, der im 31. oder 32. Jahre seiner Regierung erfolgt sein muss. Von diesem Besuch hatten wir bisher keine Kunde. Der Inhalt der fast gleichlautenden beiden Inschriften fügt sich zu den Ereignissen des Jahres 31, mit welchem die Annalen des Königs abschliessen.

Die erste Inschrift an der oberen Höhle ist leider in traurigem Zustand, nur eine Hälfte ist einigermaassen erhalten; im Übrigen haben die Inschriften so ziemlich vollständig copirt werden können, während bisher nur der Text der Inschrift Tiglatpileser's I. vollständig vorlag, von der zweiten Inschrift in der unteren Höhle die obere Hälfte, von der dritten dort befindlichen nur einige Zeilen. Diese sämtlichen Salmanassar-Inschriften gedenken der Kämpfe, die dieser König mit Aram, dem ersten uns bekannten Herrscher von Urartu, zu führen hatte — mit geringem Erfolg, wie die Wiederholung der Züge zeigt.

Die Bezeichnung »Quellgrotte des Sehenehsu« ist in jeder Hinsicht unzutreffend. Der Fluss heisst allgemein Byrkele(i)n-su, und eine Quellgrotte liegt nicht vor. Vielmehr tritt er nach etwa 6 stündigem freien Lauf an der Erdoberfläche in einen mehr als $\frac{1}{2}$ km langen Felsen ein, den er in seiner ganzen Länge unterirdisch durchfließt. Die Stelle, wo er wieder austritt, hat man bisher für die Quellgrotte angesehen. Die Inschriften befinden sich an der rechten Seite des Flusses an der Austrittsstelle.

Über Palu, wo die bekannte Inschrift mit wichtigen Ergebnissen für die Herstellung des Textes collationirt und auf bez. in dem Felsen, der die Inschrift trägt, eine chaldische Felsenfestung entdeckt wurde, reiste LEHMANN in nordwestlicher Richtung den Peri-su überschreitend nach Mazgirt (Mazgert). Nahe dabei sollten sich im Dorfe Kalah nach Mittheilungen, die Hr. Prof. JOSEF WUENSCH, der Entdecker der »Inschrift von Aschrat-Darga«, W. BELCK hatte zugehen lassen, und ausserdem veröffentlicht hatte, Felskammern mit einer Keilinschrift befinden. Thatsächlich ist an einer besonders interessanten chaldischen Burganlage, mit Felskammern, die den Versuch einer Ornamentation zeigen, mit Cisternen, unterirdischen Treppen u. s. w., eine Inschrift

Rusas' II. Argistihinis, des Herrschers, dessen Existenz bis zur Kurzem unbekannt war und von dem wir bereits eine Inschrift in Adeljevas aufgefunden hatten, ausserdem auf Toprakkaléh einen wahrscheinlich an ihn gerichteten Bericht auf einer Thontafel.

Die Inschrift ist zur Hälfte zerstört, liefert aber auch so noch historisch und geographisch wichtige Nova.

Über Charput ging es nach Kümür-Chan Izoly (Izoğly). Die nahe dem Kümür-Chan an einem am linken Euphratufer belegenen Felsen eingegrabene Keilinschrift Sardur's III., die westlichste aller chaldischen Inschriften, war seit ihrer Entdeckung durch MÜHLBACH und MOLTKE nicht wieder wissenschaftlich untersucht worden. Die Collation ergab wichtige Verbesserungen. In dem Felsen fanden sich chaldische Treppen und Höhlen: es war offenbar ein chaldisches Fort unweit der Euphratbrücke, die nach Tiglatpileser's III. Berichte die Grenze von Sardur's III. Reich bildete und die sich in der Umgegend vom Izo(ğ)ly befunden haben muss. Ausserdem wurden von LEHMANN verschiedene¹, zum Theil specifisch chaldische Felsenburgen ohne Inschrift aufgefunden, von denen als die wichtigste die bei einem Dorfe Kalah am linken Euphratufer belegene zu nennen ist, die das »Euphratknie bei Malatia« beherrscht.

¹ Bei Wank, unweit Ağyn auf der Route Malatia-Egin (unter Vermeidung von Arabkir), befindet sich eine Höhlenstadt des Typus Hassankéf. Hier ist auf hohem Felsen, höchst schwierig zugänglich, eine griechische Inschrift in zehn grossen Zeilen angebracht. Es ist eine Grabschrift: 1. Ἐυθιάς κείται ἀνασσα 2. εἶνουν ποσιγαμον ἡμέτερον. Wer sie mit einer Rose oder einer anderen Blume vergleichen wolle, auf den wird der Segen alles Himmlischen, auf den Übles Redenden der Fluch der Unterirdischen herbeigefleht. Der Name der Dame wird genannt und ist erhalten, ebenso der ihrer Mutter, einer Römerin, und der des mütterlichen Grossvaters. Ihr Vater und der Vater des Gemahls werden erkennbar angedeutet, der des Gemahls selbst soll erschlossen werden.

Über den Einfluss des Drucks auf die Wellenlängen der Linien des Wasserstoffspectrums.

VON Prof. J. WILSING
in Potsdam.

(Vorgelegt von Hrn. VOGEL.)

In meiner Abhandlung »Über die Deutung des typischen Spectrums der neuen Sterne«, die in den Sitzungsberichten der Akademie vom 4. Mai dieses Jahres zum Abdruck gelangte, habe ich die Ergebnisse von Versuchen mitgetheilt, welche die von HUMPHREYS und MOHLER entdeckte Wirkung des Dampfdrucks auf die Wellenlängen der Linien in Metallspectren sehr deutlich zeigen. Ich bediente mich dabei der Flaschenentladung zwischen Metallelektroden in Wasser, welche mit explosionsartiger Heftigkeit erfolgt und im Funken Drucksteigerungen von mehreren Hundert Atmosphären verursacht. In Folge dessen trat bei den meisten Linien eine mit Verbreiterung verbundene Zunahme der Wellenlänge ein, welche sich in einzelnen Fällen auf mehrere Zehntel $\mu\mu$ belief. Die folgenden Versuche zeigen nun, dass auch die Linien des Wasserstoffspectrums in gleicher Weise bei Drucksteigerung eine merkliche Verschiebung nach Roth erfahren.

Bereits am oben angeführten Orte habe ich darauf hingewiesen, dass die störende Verbreiterung und Unschärfe der Wasserstofflinien mit wachsendem Druck nur dann eintritt, wenn zugleich die Temperatur der Entladung zunimmt, und dass es deshalb möglich sein dürfte, noch bei beträchtlichen Drucken exacte Bestimmungen der Wellenlängen zu machen, wenn gleichzeitig durch Verminderung der Elektrodenentfernung dafür gesorgt wird, dass die Spannung niedrig genug bleibt. So konnte ich durch Messung von Spectrogrammen des »zweiten« Wasserstoffspectrums bei atmosphärischem Druck wahrscheinlich machen, dass in der That bei einzelnen Linien merkliche Verschiebungen in dem angegebenen Sinne vorkommen, jedoch liess sich, da der Druckunterschied zu gering war, ein abschliessendes Ergebniss nicht erzielen.

Durch die folgenden Versuche, zu deren Gelingen Hr. Dr. EBERHARD durch seine Betheiligung wesentlich beitrug, konnte für die

Wasserstofflinie $H\beta$ eine sehr merkliche Verschiebung nach Roth mit Zunahme des Drucks mit Sicherheit nachgewiesen werden.

Von denselben Gesichtspunkten ausgehend wie bei den Versuchen über die Änderung der Wellenlänge der Spectrallinien von Metallen, beabsichtigte ich, zunächst die Lage der Wasserstofflinien im Bogenspectrum zu untersuchen, wenn die Kohlenelektroden in Wasser tauchen, doch war die Spannung der kleinen mir zur Verfügung stehenden STREMS'Schen Dynamo-Maschine älterer Construction zur Erzeugung eines intensiven Wasserstoffspectrums nicht genügend. Bei Anwendung des Flaschenfunken zwischen Metallelektroden in Wasser überdeckte das intensive continuirliche Spectrum die matten Bänder des Wasserstoffspectrums, während Kohlenelektroden, welche ein weniger helles continuirliches Spectrum geben, in Wasser sehr rasch deformirt werden, so dass nur bei grösserer Schlagweite, als ich sie anwenden konnte, eine gleichmässige Beleuchtung des Spalts des Spectrographen zu erreichen gewesen wäre.

Wenn dagegen die Entladung in Luft stattfand, so trat, sobald die Kohlen mit Wasser benetzt wurden, besonders $H\beta$ deutlich als breites, verwaschenes helles Band auf, in dessen Mitte eine verhältnissmässig feine dunkle Linie zu bemerken war. Im Bogenspectrum haben LIVEING und DEWAR¹ das Aufleuchten der Wasserstofflinien $H\alpha$ und $H\beta$ beobachtet, wenn sie einen Tropfen Wasser auf die Elektroden brachten, jedoch vermochten dieselben keine Umkehrungserscheinungen zu erkennen.

Mit Hülfe des bereits zur Aufnahme der oben erwähnten Metallspectra benutzten Spectrographen wurden nun auf derselben Platte Aufnahmen des Spectrums der Entladung zwischen befeuchteten Kohlenelektroden und des Spectrums einer Wasserstoffröhre gemacht. Auf diesen Aufnahmen war die Verschiebung der Absorptionslinie $H\beta$ nach dem weniger brechbaren Ende des Spectrums deutlich sichtbar. Die folgende Zusammenstellung gibt in der ersten Columnne die Beträge der auf 5 Platten gemessenen Verschiebungen in Schraubenumdrehungen, in der zweiten Columnne dieselben Beträge in Wellenlängen verwandelt, ferner Gewichte und Bemerkungen.

| Verschiebung | | Gew. | |
|--------------|----------|---------------|--|
| R | $\mu\mu$ | | |
| + 0.096 | + 0.20 | $\frac{1}{2}$ | $H\beta$ matt |
| + 0.028 | + 0.06 | $\frac{1}{2}$ | } $H\beta$ matt und überdeckt, Absorptionslinie nach Violett schärfer begrenzt |
| + 0.046 | + 0.10 | | |
| + 0.049 | + 0.10 | | Sehr gute Aufnahme |
| + 0.051 | + 0.11 | | Gute Aufnahme |

¹ Note on the reversal of Hydrogen lines; and on the outburst of Hydrogen lines when water is dropped into the arc. Proc. of the Royal Society XXXV. 1883.

Die Breite des hellen, beiderseitig unscharf begrenzten Bandes ($H\beta$) betrug mehr als $5\mu\mu$ Wellenlängenunterschied, und die Lage desselben konnte seiner verwaschenen Begrenzung wegen nicht mit der erforderlichen Genauigkeit gemessen werden. Als mittlere Breite der Absorptionslinie ergab sich $0.8\mu\mu$; diese Linie war auf einer Platte nach Violett schärfer begrenzt, auf den übrigen nach beiden Seiten ziemlich gleichmässig verwaschen. Da das Bild der Linie $H\beta$ wahrscheinlich durch Übereinanderlagerung der Strahlungen vieler Schichten entsteht, in welchen Druck und Temperatur beträchtlich verschieden sind, und da ausserdem die Umkehrungserscheinung den wechselnden Bedingungen der Entladung entsprechend mit verschiedener Deutlichkeit auftritt, so müssen die einzelnen Aufnahmen in Bezug auf Überdeckung, Schärfe und Verschiebung der dunklen Linie Unterschiede zeigen. Mit Rücksicht hierauf ist $+0.11\mu\mu$ als mittlerer Betrag der Verschiebung der Wasserstofflinie $H\beta$ im Funkenspectrum gegen die entsprechende Linie im Röhrenspectrum unter den gegebenen Bedingungen zu betrachten.

Von den übrigen Wasserstofflinien war Ha im Funkenspectrum gut sichtbar, $H\gamma$ schien als mattes und ausserordentlich verbreitertes Band auf einigen Aufnahmen vorhanden zu sein, doch störten die in der Nähe liegenden kräftig entwickelten Linien des Kohlespectrums. Die $H\delta$ und $H\epsilon$ entsprechenden Bänder, welche vermuthlich noch stärker verbreitert und verwaschen waren als die weniger brechbaren Wasserstofflinien, wurden durch die kräftigen Calciumlinien bei λ $423\mu\mu$, $397\mu\mu$, $393\mu\mu$ und das Cyanband, dessen weniger brechbare Kante die Wellenlänge $422\mu\mu$ besitzt, vollständig überdeckt.

Ausgegeben am 8. August.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

XXXIX. XL.

19. OCTOBER 1899.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav regelmässig **Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung**. Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig ein Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesem Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Der Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten in § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfangs beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesamtkademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschneitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stücke der in den Text einzuschaltenden Holzschneitte fertig sind und von besonders bezuggebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage angefertigt ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Abtheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch

nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesamtkademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besondere Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abzeln zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fach angehörigenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrag zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehört, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte, jedoch nicht für die darin aufgenommenen kurzen Inhaltsangaben der gewöhnlichen Abbildungen verantwortlich. Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.

Der Abdruck verbleibt den »Sitzungsberichten« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, oder, falls in letzterem Falle anderes vereinbart wird, jährlich vier Mal, nämlich:
im Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,
von Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,
October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

SITZUNGSBERICHTE 1899.
 DER **XXXIX.**
 KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
 AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
 ZU BERLIN.

19. October. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. VAHLEN.

1. Hr. DÜMLER las Über eine Synodalrede des Papstes Hadrian's II.

Der Vortragende suchte die Auffassung des Herausgebers MAASSEN gegen abweichende Meinungen anderer Forscher zu vertheidigen.

2. Hr. HIRSCHFELD legt die Copie zweier Briefe aus dem litterarischen Nachlass des Prof. BLUMENBACH in Göttingen vor, die von dem Enkel desselben, Hrn. Oberst a. D. BLUMENBACH in Hannover, gütigst zur Verfügung gestellt worden ist. Der eine Brief ist von KANT am 5. August 1790, der andere von Hofrath METZGER in Königsberg am 12. Juni 1787 an BLUMENBACH gerichtet; derselbe enthält eine anschauliche Schilderung der Persönlichkeit des Königsberger Philosophen.

Die Briefe werden der KANT-Commission zur Benutzung überwiesen.

3. Hr. CONZE legte Bd. XXIV Heft 2 der Mittheilungen des Kaiserlich Deutschen Archaeologischen Instituts in Athen vor, welches einen von den HH. CONZE und SCHUCHARDT verfassten ausführlichen Bericht über »die Arbeiten zu Pergamon 1886–1898« enthält.

4. Der Vorsitzende legte Commentaria in Aristotelem Graeca vol. III p. 2 enthaltend Alexander in Arist. Meteorologicorum libros. Ed. M. HAYDUCK vor.

Über eine Synodalrede Papst Hadrian's II.

VON E. DÜMLER.

Es hat immer etwas Unerquickliches, Streitfragen, die schon von Anderen gründlich und scharfsinnig erörtert worden sind, von Neuem vorzunehmen, solange man nur auf das nämliche Material angewiesen ist. Wo keine zwingenden Beweise möglich sind, sondern nur Wahrscheinlichkeitsgründe, lassen sich die subjectiven Meinungsverschiedenheiten niemals aufheben. Dennoch sind dergleichen mehr oder minder unfruchtbare Nachprüfungen bisweilen nicht zu vermeiden.

Im vorliegenden Falle handelt es sich um ein Actenstück, welches, früher nur theilweise bekannt, von dem gelehrten Kanonisten FRIEDRICH MAASSEN zum ersten Male vollständig herausgegeben¹, nach der Ansicht des Herausgebers selbst deshalb besonderen Werth beansprucht, weil es »die erste umfassende Benutzung der falschen Decretalen zur Begründung der Machtfülle des römischen Stuhles« wäre, das erste Beispiel also eines ausgedehnten Gebrauches Pseudoisidor's durch den Papst selbst. Diese Auffassung musste zum Widerspruch herausfordern, und sie zu widerlegen war der ausgesprochene Zweck derer, die sich weiterhin mit dieser Frage beschäftigt haben.

Es wird jetzt allgemein zugestanden, dass jene Fälschung nicht etwa in Rom, sondern im westfränkischen Reiche, und zwar wahrscheinlich im Reimser Sprengel, entstanden ist, wo sie seit 852 zuerst und bald öfter zur Anwendung gelangt.² Etwas später ist sie nach Deutschland vorgedrungen, wo selbst Hraban sie noch gar nicht kannte³ und zuerst die Synoden von Köln (887) und Tribur (895) einige Kenntniss davon nahmen. Bei weitem wichtiger aber ist die Frage, wann jene Sammlung von der Stätte ihres Ursprungs aus nach Rom gekommen

¹ Eine Rede des Papstes Hadrian II. vom Jahre 869 in den Sitzungsber. der phil.-histor. Cl. der Wiener Akad. LXXII, 521 ff. (1873).

² So auch wieder der neueste Bearbeiter GEORG LURZ »Über die Heimat Pseudoisidor's« S. 75—76 (München 1898).

³ Decretales Pseudo-Isidorianae ed. HINSCHUS p. CLXXXV, n. 5, s. meine Gesch. des Ostfränk. Reiches II, 205; III, 309, A. 2; 398, A. 2. An erster Stelle habe ich mich geirrt: nicht Pseudoisidor ist benutzt, sondern der liber pontificalis I, 129. 168 ed. DUCHESNE.

ist. Ist es ja auch zweifellos, dass ihre Wirkungen im Grossen dort erst im 11. Jahrhundert, in der damaligen Reformbewegung, anfiengen, als Niemand mehr ihren Ursprung ahnen konnte, und vorher unbedeutend waren, so bleibt es immerhin von Werth, zu wissen, wann man die falschen Decretalen in Rom zuerst kennen gelernt hat. Ich halte in dieser Hinsicht an der von HINSCHIUS ausführlich begründeten Ansicht fest¹, dass, während Leo IV. († 855) noch nichts von dieser neuen Rechtsquelle gewusst hat, sich Nikolaus I. dagegen in der Angelegenheit des Bischofs Rothad von Soissons zum ersten Male ausdrücklich darauf bezogen habe. Wenn derselbe Nikolaus vorher eine Anfrage des bekannten Abtes Lupus von Ferrières nach dem (gefälschten) Decret des Papstes Melchiades² unbeantwortet lässt, so liegt dafür die Erklärung doch am nächsten, dass er jenen Brief zwar gekannt habe, aber es vorzog, damals noch kein maassgebendes Urtheil über eine Quelle abzugeben, die er vielleicht selbst mit einigem Misstrauen oder Zweifel betrachtete. Einen allzugrossen Werth hat er, der das Bewusstsein seiner päpstlichen Allgewalt lebendig in sich trug, auf diese und andere Autoritäten vielleicht überhaupt nicht gelegt.

Von seinem Nachfolger Hadrian II. steht es nun trotz alles Deutels fest, dass er einmal in dem Schreiben an die Synode von Douzy im Jahre 871 eine Decretale des Papstes Anterus im Wortlaute ausdrücklich anführt³, dass er ferner an den Herzog Salomon von der Bretagne die mit Pseudoisidor eng zusammenhängenden Capitel Angilram's übersandte.⁴ Zu diesen beiden Zeugnissen, von denen das zweite bisher ganz unbeachtet geblieben ist, käme also ein drittes, noch viel

¹ A. a. O. p. CCIV ff. Den Brief Leo's IV. an die bretonischen Bischöfe s. jetzt Epist. V, 595. HAUCK, Kirchengesch. Deutschlands II, 500 erklärt sich gegen SCHRÖRS, der S. 261 eine Bekanntschaft Nikolaus' mit Pseudoisidor selbst zugibt. — Ein Einschleissel in einem Briefe Gregor's aus einem Briefe Nikolaus' I. bei Deusdedit (Coll. canon. ed. MARTINUCCI p. 98, vergl. N. Arch. X, 319) hat, obgleich es LAPÔTRE beaucoup de mal verursachte (Etudes religieuses LIII, 278, A. 2), mit Pseudoisidor gar nichts zu thun, bezieht sich vielmehr auf einen gefälschten Brief Innocenz' I. (JAFFÉ nr. 290).

² Lupi opp. ed. BALUZE p. 194 vergl. HINSCHIUS p. 243. Er bittet, 'ut statuta illius (sc. Melchiadis) integra, sicut penes vos habentur, nobis dirigere dignemini'. Nikolaus beantwortete den Brief eingehend, nur diese Bitte nicht.

³ Sirmondi Conc. Galliae III, 398. Obgleich Sirmond 2 Hss. (von St. Remi in Reims und von Verdun) seiner Ausgabe zu Grunde legte, so möchte ROCQUAIN (La papauté au moyen âge p. 48—49) das Citat aus Anterus doch anzweifeln, weil Baronius (ann. 871 nr. 86) eine 3. Hs. kannte, in welcher es fehlt, da ein Blatt mit dem grössten Theile des Briefes ausgerissen war! SCHRÖRS, Hinkmar Erz. v. Reims, S. 344 Anm. 150 will dagegen dies Citat auf eine Unachtsamkeit des »Concipienten« des päpstlichen Briefes zurückführen, als ob die Päpste nicht für die in ihrem Namen erlassenen Schreiben die volle Verantwortung trügen!

⁴ Bei HINSCHIUS S. 769 im Anhange zu den Capiteln wird darüber berichtet. Ich begreife nicht, weshalb das hier mitgetheilte, durchaus unverdächtige Bruchstück aus einem Briefe Hadrian's in JAFFÉ's Regesten ganz unbeachtet geblieben ist.

gewichtigeres, hinzu, wenn das von MAASSEN herausgegebene Actenstück in der That, wie er annahm, eine Rede des Papstes Hadrian wäre, denn es enthält in seinem zweiten Theile über 30 Anführungen aus Pseudoisidor¹. Sollte dagegen die Rede, wie MURATORI, der sie zuerst theilweise herausgab², früher vermuthete und neuerdings wieder der Jesuit LAPÔTRE³, nicht von Hadrian herrühren, sondern von einem Bischof seiner Umgebung, so schiene mir eigentlich dadurch die Beweiskraft jener Citate nicht eben so sehr verringert zu werden, weil sie auf alle Fälle zeigen würden, dass man in Rom unter Hadrian Pseudoisidor kannte und anzuwenden wusste. Sehen wir ja auch, dass wenig später der Diaconus Johannes in seinem Leben Gregor's des Grossen einen pseudoisidorischen Brief desselben an den Bischof Felix von Messina arglos als echt aufführt⁴.

SCHRÖRS, der sich in seinem Buche über den Erzbischof Hinkmar von Reims grosse Mühe gegeben hat, die Bekanntschaft Roms mit Pseudoisidor im 9. Jahrhundert auf das allergeringste Maass herabzusetzen, ist, um dies unbequeme Zeugniß hinweg zu räumen, auf eine sehr einfache Auskunft verfallen, in der ihm jedoch ROCQUAIN schon vorangegangen war⁵: er erklärt den zweiten Theil der Rede, welcher allein jene Citate enthält, kurzer Hand für unecht und später hinzugefälscht. Die handschriftliche Überlieferung bietet für diese kühne Annahme, der sich sogar auch MÜHLBACHER angeschlossen hat⁶, durchaus keine Handhabe. Die Rede steht am Schluss einer aus Bobio stammenden Handschrift der Mailänder Ambrosiana G 58 sup. aus dem 10. bis 11. Jahrhundert, welche nach den ausführlichen Beschreibungen, die wir MAASSEN⁷ und REIFFERSCHIED⁸ verdanken, hauptsächlich kanonistischen Inhaltes ist und u. A. auch Hraban's Mainzer Synode von 847 sowie Decrete des Papstes Nikolaus aus den Jahren 862 und 863 darbietet.

¹ LAPÔTRE hat sie zusammengestellt in 'Hadrien II et les fausses décrétales' (Revue des questions histor. XXVII, 384 n. 4).

² SS. rerum Italicar. II, 2, 135-140.

³ Völlig angeschlossen an LAPÔTRE hat sich, ohne neue Gründe vorzubringen, BERN. JUNGMANN in seinen Dissertationes selectae III (Ratisbonae 1882) p. 312-319.

⁴ Vita Gregorii II c. 38 (Mabillon Acta SS. I, 423) = JAFFÉ nr. 1334, vergl. HINSCHIUS p. CVIII, Neues Archiv III, 496. 540. 556.

⁵ Die Bemerkungen ROCQUAIN's, welche dieser wörtlich übereinstimmend an zwei verschiedenen Orten gemacht hat, wiederholt SCHRÖRS S. 345 Anm. 150.

⁶ Regesten der Karolinger S. 506, desgl. PARISOR, Le royaume de Lorraine p. 320 A. 1. In der neuen Ausgabe von JAFFÉ's Regesten II, 703 wird LAPÔTRE eine Meinung untergeschoben, die er gar nicht geäußert hat.

⁷ Sitzungsber. der phil.-hist. Cl. der Wiener Akad. (Apr. 1864) XLVI, 237-240.

⁸ Biblioth. patrum Latin. Ital. II, 88-91 (Sitzungsber. der phil.-hist. Cl. der Wiener Akad. LXVII, 554-557). Er setzt die Hs. in das 10. bis 11., MAASSEN in das 10. Jahrhundert.

Da Fälschungen im Mittelalter, abgesehen von blossen brieflichen Stilübungen, doch stets einem bestimmten unmittelbaren Zweck, meist einem zu erreichenden Vortheil, dienen sollten, so würde man die Frage danach hier gleichfalls stellen müssen; aber es ist auch nicht einmal der Versuch gemacht worden, eine Ursache oder einen Zusammenhang für diese vermeintliche Fälschung im 10. oder 11. Jahrhundert ausfindig zu machen: sie würde völlig zwecklos in der Luft schweben. Ebenso wenig zwingt dazu ein innerer Widerspruch, denn während in dem ersten Theile des Schriftstückes der Gedanke ausgeführt wird, dass der apostolische Stuhl für seine richterlichen Entscheidungen die schlechthin höchste Instanz bilde, von der es keine Berufung gäbe, bekämpft der zweite die irrige Ansicht, dass die Privilegien des römischen Bischofs in Bezug auf die Gerichtsbarkeit und die Berufung von Synoden keine höheren seien, als die der übrigen Metropolen und Erzbischöfe. Beide Theile also ergänzen einander vortrefflich.

Wollte man darauf Gewicht legen, dass dieser zweite Theil mehr den Charakter der Rede zurücktreten lässt und überwiegend aus Zeugnissen besteht, so läge die Vermuthung, dass es sich um eine gleichzeitige, für die Synodalacten bestimmte weitere Ausführung einer Rede handle, noch immer sehr viel näher, als die einer späteren Fälschung. Ich erinnere zum Vergleiche an die doppelte Redaction der Triburer Acten von 895. Folgerichtiger als SCHRÖRS ist noch HEFELE¹, der die ganze Rede, die er nicht recht unterzubringen wusste, für eine Fälschung halten wollte, denn sie kann eher noch ganz als halb gefälscht sein.

Betrachten wir demnach das fragliche Schriftstück so, wie es überliefert ist, als ein einheitliches Ganzes, so ist die Zeit desselben, über welche MURATORI² und HEFELE unhaltbare Ansichten geäußert hatten, von MANSI³ und MAASSEN bereits genauer bestimmt worden. Einerseits wird der am 8. August 869 verstorbene König Lothar II. darin noch als lebend vorausgesetzt, andererseits erwähnt, dass seine Gemahlin, die Königin Thietberga, sich vor einiger Zeit (olim) persönlich an den päpstlichen Stuhl gewandt habe.⁴ Dies geschah etwa in den letzten Tagen des Jahres 867 nicht lange nach dem Antritt Hadrian's (14. De-

¹ Conciliengesch. 2. Aufl. IV, 307.

² MURATORI SS. rer. Ital. II, 2, 133, HEFELE a. a. O.

³ Collectio concilior. XV, 889–890.

⁴ Ganz ähnlich wie in der Rede: 'olim ad hanc sedem apostolicam veniens' heisst es in dem Briefe Hadrian's an Lothar (MANSI XV, 833): 'Theutberga.. sanctorum apostolorum Petri et Pauli ad limina veniens nostram faciem contemplari causasque suae necessitatis nobis ore proprio exponere quaesivit'.

cember) oder Anfang Januar 868. Dieser Zeitbestimmung entspricht auch die Nichterwähnung des Erzbischofs Thietgaud von Trier, wie schon MANSI bemerkte, der wahrscheinlich im Jahre 868 verstorben war.¹

So gelangen wir in die Jahre 868 bis 869: in jenem ereignete sich unseres Wissens nichts, woran sich anknüpfen liesse, wenn auch bereits damals der Kaiser die Lösung Waldrada's von dem seit zwei Jahren über sie verhängten Banne erwirkte.² Nur an das Jahr 869 haben daher übereinstimmend die neueren Forscher gedacht. Möglich wäre es nun immerhin, dass in unserer Rede uns ein in Redeform verfasstes Gutachten vorläge für eine Versammlung, die etwa beabsichtigt war, aber gar nicht stattgefunden hat; wahrscheinlicher aber ist es allerdings, dass sie ebenso wie die in der Handschrift vorangehenden Decrete als Stück einer wirklichen Verhandlung betrachtet werden muss. Sie setzt als ihre Zuhörer eine Synode voraus, die als solche deutlich angeredet wird, und zwar eine ausschliesslich italienische³, die vom Kaiser beeinflusst ist, im Gegensatz zu einer gesamtfränkischen oder allgemeinen. Für das Jahr 869 ist uns nun leider bei dem sonst in dieser Partie so zuverlässigen und ausführlichen Hinkmar von Reims gar keine Synode überliefert. Eine römische im vorhergehenden Jahre 868 beschäftigte sich mit ganz anderen Dingen.⁴

Suchen wir indessen nach irgend einem Anhaltspunkte, so treten uns zwei Annahmen entgegen, die zeitlich nur um wenige Wochen aus einander liegen, jedoch sachlich einen grossen Unterschied ausmachen. MAASSEN, ebenso wie vor ihm schon MANSI, dachte an die Zusammenkunft, welche der Papst mit dem Könige Lothar II. und der Kaiserin Engelberga am 1. Juli in Montecassino hielt, LAPÔTRE⁵ an den darauf folgenden Aufenthalt Lothar's in Rom vom 9. Juli an. Den Beweis für eine römische Synode glaubt der Letztere darin zu finden, dass es bei Hinkmar heisst (in Bezug auf die Wünsche Lothar's):

¹ Über sein Todesjahr s. meine Gesch. des Ostfränk. Reiches II, 224. Wenn PARISOT (Le royaume de Lorraine p. 307 n. 3) CALMET vorwirft, dass er sich für 867 als Todesjahr Thietgaud's ohne allen Grund ausgesprochen habe, indem er dafür die Ann. Bertin. (fälschlich) citire, so verweise ich ihn auf diese zum Jahre 867 (ed. WAITZ p. 90): 'tandem autem Teutgaudus ibidem mortuus est, et Guntarius vix corporis mortem evasit'; willkürlich ist also nur das Jahr 869 für den Tod des letzteren.

² MANSI XV, 834: 'sicut multorum, sed praecipue dilectissimi filii nostri Ludovici clementissimi augusti, cui fides in omnibus adhibenda est, relatione didicimus a naevo, quo tenebaris obstricta, respuisse diceris'.

³ MAASSEN (S. 524) hat aus den Worten: 'non solum nostrorum . . . episcoporum' den richtigen Schluss gezogen, dass die Versammlung nur aus italienischen Bischöfen bestand.

⁴ Ann. Bertiniani ed. WAITZ p. 92-96.

⁵ A. a. O. p. 433, s. Hincmari ann. 867 p. 90. Zur Erläuterung verweise ich auf den Brief an Lothar (MANSI XV, 833), wo es von Thietberga heisst: 'Quae cum a nobis . . . et ab omni nostra ecclesia honorifice . . . suscepta fuisset', die Römer sind also die römische Geistlichkeit.

»Anders jedoch wurde von dem Papst und den Römern verfügt«. Das Wort Römer soll nämlich eine Synode andeuten, welche den Papst berathen habe. Er übersieht hierbei, dass derselbe Hinkmar zum Jahre 867 im Hinblick auf Thietberga meldet: »Doch der Papst Adrian und die Römer schenkten solchen Possen (d. h. den Versicherungen Thietberga's) keinen Glauben«, wobei er selbst nicht an eine Synode denken wird. In beiden Fällen meint Hinkmar mit den Römern das Gleiche, nämlich nichts Anderes als die Umgebung des Papstes, seine gewöhnlichen Rathgeber aus der römischen Geistlichkeit.

Anders steht es mit Montecassino. Wir besitzen im Wortlaute die Erklärung, welche dort der abgesetzte Erzbischof Günther von Köln bei seiner Wiederaufnahme in die kirchliche Gemeinschaft abgeben musste. In dieser heisst es¹: »Ich Guntar bekenne vor Gott und seinen Heiligen Euch meinem Herrn Adrian, dem obersten Bischof, und den ehrwürdigen, Dir untergebenen Bischöfen und der übrigen Versammlung« u. s. w. Mithin, wie schon MAASSEN erkannte, fand also in dem Kloster des hl. Benedict eine, sei es auch nur kleine, Versammlung statt, während für Rom jede Andeutung einer solchen fehlt. Dass Hadrian alsdann von Rom Legaten aussandte, um zu einer Synode für den 1. März 870 einzuladen, setzt an sich durchaus keinen Synodalbeschluss voraus und lag ganz in seiner eigenen Machtvollkommenheit.

Weitere Umstände aber treten noch hinzu, um diese Auffassung zu bestärken. Die Rede wendet sich, wie bereits hervorgehoben wurde, gegen den ungehörlichen Einfluss, den Kaiser Ludwig II. zu Gunsten seines Bruders Lothar und des Erzbischofs Günther von Köln zu üben suchte, wie dies ähnlich schon unter Nikolaus I. zu Anfang des Jahres 864 der Fall gewesen war. Dieser Einfluss aber wurde unmittelbar nicht in Rom, sondern in Montecassino von der willenskräftigen Kaiserin Engelberga geübt.² Sie erschien dort als Vertreterin ihres Gemahls, der durch den Feldzug gegen die Saracenen in Bari vollständig abgezogen wurde. Hier also war die nächste und unmittelbarste Veranlassung, dagegen Einspruch zu erheben.

Wie sollen wir uns ferner die Stellung Günther's bei diesen Verhandlungen denken? Nach dem Redner fordert der Kaiser seine Begnadigung und Wiedereinsetzung in sein Bisthum; der Papst gewährte ihm nur die Laiencommunion unter einem Verzicht auf alle geistlichen Amtshandlungen und dem feierlichen Gelöbniss des Gehorsams. Der natürliche Zusammenhang der Begebenheiten scheint mir hiernach der

¹ Ann. Bertin. ed. WAIFZ p. 99. Die Bedeutung dieses 'coram omnibus' abgelegten Bekenntnisses würdigt MAASSEN a. a. O. S. 524.

² LAPÔTRE nennt sie (p. 426) nicht übel 'femme habile, sachant jouer un double jeu, sensible aux riches présents'.

zu sein, dass jene kaiserliche Forderung vorangiehg, in Montecassino dagegen als äusserstes Zugeständniss des Papstes die Zulassung zur Communion unter Ausschluss der Wiederherstellung hervorrief. Wäre die Synodalrede erst in Rom gehalten worden, so würde es ganz unbegreiflich sein, dass die ihr vorangehende, in dieser Weise bedingte Zulassung zur Communion überhaupt nicht darin erwähnt wird¹ und noch unbegreiflicher, dass sofort nach dieser kleinen Gewährung, die aber jede weitere vorläufig ausschloss², eine so viel grössere aussichtslose verlangt worden wäre. Hiernach kann ich den Schauplatz der Rede, falls sie überhaupt gehalten worden ist, nur in Montecassino suchen. Es steht damit nicht im Widerspruch, sondern hängt vielmehr mit dem weiter zu erwähnenden Plan einer grösseren Synode zusammen, dass Hadrian dem abgesetzten Erzbischof eine nochmalige Prüfung seiner Angelegenheit in Rom für später in Aussicht stellte.³

Ebenso wie über den Zeitpunkt gehen aber weiter die Ansichten über den Verfasser der Rede aus einander. Nach MAASSEN, dem JAFFÉ in der ersten Ausgabe der Regesten schon vorangegangen war, ist es kein anderer als der Papst Hadrian selbst, der gegenüber dem vom Kaiser auf ihn geübten Druck die Unumstösslichkeit der Entscheidungen seines grossen Vorgängers aufrecht erhalten will. Nach LAPÔTRE dagegen ist es ein einzelner Bischof, und zwar der bekannte Bischof Formosus von Porto, welcher als Vertreter der strengen Anhänger des Papstes Nikolaus⁴ — dass er diese Gesinnungen hegte, bleibt lediglich Vermuthung — dem schwachen und schwankenden Hadrian in das Gewissen reden, ihn vor Verleugnung der Grundsätze seines Vorgän-

¹ »Ein Redner«, sagt MAASSEN (S. 526) »bringt einen ganzen Apparat von Gründen, um die Unzulässigkeit der Appellation nachzuweisen. Und ein so schlagendes, so unmittelbar einleuchtendes Argument, wie das ist, dass der Appellant noch kurz vorher auf jede Appellation feierlich verzichtet habe, sollte er unerwähnt gelassen haben? Man braucht die Frage nur zu stellen um einzusehen, wie absurd es wäre dies für möglich zu halten.« Wenn LAPÔTRE sagt (p. 431 A. 1): 'Le discours de Formose montre, qu'il connaissait la communion de Gunther', so ist er dafür den Beweis schuldig geblieben. Die Bemerkungen, welche er (p. 432) über diesen Gegenstand macht, berühren die Schwierigkeit nicht.

² Die vom Papste ausdrücklich für Günther abgelehnte 'misericordia' suae restitutionis' (p. 537) widerspricht durchaus nicht der blossen Zulassung zur Laiencommunion, wie LAPÔTRE (p. 428) annimmt; über letztere wurde ja überhaupt gar nicht gestritten.

³ Hadrian an Ludwig: 'Guntharii dudum archiepiscopi causam . . nos iterum audituros et vocem eius admissuros fore spondimus' und Günther an Hadrian (870): 'Scit vestra beatitudo . . quomodo me vestra cum leticia a Roma recedentem tempore designato Romam iterum reverti iussistis. spem mihi pristini repromittentes officii' (FLOSS, Leonis VIII privileg. app. p. 69. 91). Letztere Stelle hat sich LAPÔTRE entgehen lassen. Vergl. meine Gesch. des Ostfränk. Reiches II, 242.

⁴ Dass er dies war, bleibt völlig unerwiesen; sein von Nikolaus gemissbilligtes ehrgeiziges Streben nach dem bulgarischen Erzbisthum könnte eher für das Gegentheil sprechen.

gers, vor schimpflicher Nachgiebigkeit, bewahren will. In beiden Fällen demnach kämpft der Redner für die Aufrechterhaltung der bedrohten Würde und Selbständigkeit des päpstlichen Stuhles.

In den Ausführungen LAPÔTRE's über diesen Punkt muss man die negative von der positiven Seite scheiden. Man könnte ihm darin beipflichten, dass der Papst selbst die Rede nicht gehalten habe, ohne deshalb Formosus zu ihrem Urheber zu stempeln. Die letztere Muthmaassung steht jedenfalls auf überaus schwachen Füßen, wenn auch PARISOT¹ die dafür vorgebrachten Gründe verführerisch (*séduisantes*) nennt, womit er wohl sagen will, dass sie nicht überzeugend seien. Der Beweis beruht darauf, dass Formosus nach seiner bulgarischen Missionsreise im Sommer 869 allerdings in Rom persönlich zugegen war und also dort eine Rede halten konnte, dass man ihm die nöthige kanonistische Gelehrsamkeit (von welcher wir freilich keine Proben besitzen) und, in Folge seiner hohen Verdienste um die Kirche, vielleicht den nöthigen Freimuth zutrauen dürfte, um selbst dem Papste kräftig entgegenzutreten, dass er Nikolaus besonderen Dank schuldig war, dass dann gerade er zur Berufung der von ihm angeblich empfohlenen Synode nach Frankreich geschickt wurde und endlich, dass der von ihm damals bekämpfte Bischof von Anagni ihm späterhin wahrscheinlich feindlich gesinnt war.²

Obgleich die Gelehrsamkeit in Rom in der That oft eine seltene Waare war, so stand doch Formosus damit wahrlich nicht ganz allein.³ Es genügt, an seine älteren litterarisch bekannten Zeitgenossen, den Bibliothekar Anastasius, den Bischof Gauderich von Velletri, den Diaconus Johannes, zu erinnern. Sicherlich gab es also auch andere Bischöfe in der Umgebung des Papstes, die fähig waren, eine solche Rede mit einigen kanonistischen Beweisstücken auszuarbeiten; jede positive Vermuthung in dieser Richtung aber schwebt völlig in der Luft. Wäre es übrigens Formosus gewesen, so würden ja die pseudoisidorischen Citate doch wieder an dem päpstlichen Stuhle hängen bleiben, den er 891 bestieg. Weitere Forschungen über ihn, die er schon längst in Aussicht gestellt, hat LAPÔTRE bisher der gelehrten Welt vorenthalten.⁴

¹ Le royaume de Lorraine p. 320 A. 3. Schrörs (Hinkmar S. 345 A. 150) geht über Formosus mit bereitem Schweigen hinweg.

² LAPÔTRE a. a. O. p. 415—423. Die Feindschaft mit Zacharias beruht nur auf Schlussfolgerungen, bezeugt ist sie nirgends.

³ WATTENBACH'S *Geschichtsquellen* I, 306.

⁴ S. die *Études religieuses* .. par des pères de la compagnie de Jésus (a. 1891) LIII, p. 252. 254. 258, wo Seiten und Capitel dieses apokryphen Buches citirt werden. Die Entdeckung, dass in des Photius Schrift *de mystagogia* S. Spiritus c. 88 (ed. HERGENRÖTHER p. 97) eine Anspielung auf Formosus enthalten sei, wo der Herausgeber

Die Frage kann also nur so gestellt werden, ob der Papst selbst die Rede gehalten hat oder einer der anwesenden, nicht näher zu bestimmenden Bischöfe. Um das letztere glaublich zu machen, entwickelt LAPÔTRE einen feindlichen Gegensatz zwischen dem schwachen, zur Nachgiebigkeit neigenden Hadrian und den Nikolaiten, d. h. den Männern, welche an allen Beschlüssen des verstorbenen Papstes unverrückt festhalten wollten. Ich glaube, dass er hierin viel zu weit geht: es war zwischen beiden Päpsten ein Gegensatz des Alters, des Temperaments, des Charakters, aber nicht ein Gegensatz der Grundsätze. Hadrian wollte zwar nach allen Seiten hin beschwichtigen, er gab in Nebensachen nach, löste z. B. Waldrada vom Bann, gestattete, dass Thietberga nach ihrem Wunsche noch eine Zeit lang von Lothar getrennt lebe, und liess die abgesetzten Bischöfe Zacharias, Thietgaud und endlich auch Günther zur Laiencommunion wieder zu; in der Hauptsache aber gab er für jetzt nicht nach: weder setzte er diese Bischöfe wieder in ihre Ämter ein, noch gestand er Lothar irgend welchen Verkehr mit Waldrada zu. Die zu Anfang gegen ihn sich erhebenden Befürchtungen widerlegte er rasch, und wenn wir ihn anders beurtheilen wollten, so hiesse dies, seine eigenen klaren Versicherungen Lügen strafen.¹ Was der ungenannte Redner positiv als nächste Auskunft vorschlägt und was Hadrian selbst hernach in's Werk zu setzen suchte, eine allgemeine Synode des Abendlandes und — mit Rücksicht auf den Bischof von Anagni, der sich als päpstlicher Legat in Konstantinopel vergangen hatte — wo möglich auch des Morgenlandes, gerade dies hatte er aus eigenem Antrieb schon im Beginn seiner Regierung gewollt.²

Eine Bemerkung ist es besonders, die im Munde des Papstes Anstoss zu erregen scheint. Es handelt sich um die beiden abgesetzten Bischöfe Zacharias von Anagni und Günther von Köln. Jener war 863 von Nikolaus und einer römischen Synode seines Amtes entsetzt und von der Kirche ausgeschlossen worden, weil er sich zuvor bei

vielmehr an Nikolaus denkt, hat mich in keiner Weise überzeugt. Eine Erwähnung von Nikolaus halte ich an dieser Stelle für unentbehrlich.

¹ S. meine Gesch. des Ostfränk. Reiches II, 221—229. Wenn, wie HAUCK (Kirchengesch. Deutschlands II, 515 A. 1) wohl mit Recht meint, dieser vermittelnde Standpunkt auf die Dauer ein unmöglicher gewesen wäre, so ändert dies doch nichts an Hadrian's ursprünglichen Absichten; nur um diese handelt es sich hier.

² H. schreibt an Lothar (MANI XV, 834): 'Super his autem, quibus se a vobis quaerit disiungere, tam repente sine multorum fratrum nostrorum consilio et ingenti examine finitivam nunc proferre sententiam aut consensus nostri immaturam dare licentiam iure distulimus. Deo autem nobis salutis opem vitamque praebente tam pro his quam etiam pro aliis ecclesiasticis causis synodum facientes et talia subtili examine indagantes, ut secundum Deum salvi esse possitis, idonea satis intentione deliberabimus' und weiterhin: 'donec synodus, ut praediximus, fiat'.

einer Sendung nach Konstantinopel der Bestechlichkeit und des Verathes an seinem Auftraggeber schuldig gemacht hatte. Seine Angelegenheit hieng also mit der der lotharischen Bischöfe ganz und gar nicht zusammen; dennoch war aus Gründen, die wir nicht näher kennen, für ihn wie für Günther zugleich das Mitleid des päpstlichen Stuhles angerufen worden, welches sich in ihrer Wiederherstellung bethätigen sollte.

Diesen Zumuthungen gegenüber erklärt der Redner die beiden verurtheilten Bischöfe solchen Mitgeföhls für unwürdig, da von einer wirklichen Besserung bei ihnen, deren Vergehen die ganze Welt kenne, nicht die Rede sein könne. Der eine habe, wie der mündliche und schriftliche Bericht Vieler bezeuge, das ihm verwehrte geistliche Amt sich wieder angemaasst, der andere werde leider durch das in der Kirche verbreitete Gerücht beschuldigt, gegen die Kanones vor einer richterlichen Entscheidung das Abendmahl genommen zu haben. Es ist klar, dass mit dem ersten der Erzbischof Günther gemeint ist, der nach seiner Absetzung durch Nikolaus zu Ostern 864 in Köln Messe gelesen hatte; mithin muss unter dem anderen der Bischof Zacharias verstanden werden, den Hadrian gleich am Tage seiner Weihe, als Alles sich drängte, das Abendmahl aus seiner Hand zu empfangen, wieder zugelassen hatte.

Wenn wir dem gleichzeitigen Leben Hadrian's glauben dürften, so wäre dies nach entsprechender Genugthuung geschehen¹ und so bestände hier ein Widerspruch mit unserer Rede, obgleich sie in der Thatsache der Zulassung beide übereinstimmen. Dass der Biograph, der doch den Papst verherrlichen wollte, sich etwas ungenau und schönfärberisch ausgedrückt hat, wäre nicht auffallend, und sehr wohl könnte der Redner über diese Vorgänge besser unterrichtet sein. Unzweifelhaft aber enthält die Rede eine Art von Tadel gegen unüberlegte Handlungsweise des Papstes, der demnach ohne genügende Prüfung verfahren wäre.² Darf man annehmen, dass er sich selbst in Bezug auf jene übereilte Zulassung getadelt hat? Unmöglich scheint mir dies doch nicht, um weitergehende Zumuthungen abzuweisen, wenn auch befremdend; aber wäre es minder befremdend, wenn ein dem Papste nahestehender Bischof sich solchen Tadel erlauben wollte?

¹ V. Hadriani c. 9 (Liber pontificalis ed. DUCHESNE II, 175): am Tage der Weihe 'certatim de manu eius omnibus communicare nitentibus' empfiengen Zacharias und Andere das Abendmahl 'sub congrua satisfactione'.

² MAASSEN ist auf diese Schwierigkeit nicht eingegangen, welche LAPÔTRE (p. 413) richtig hervorgehoben hat. Für die Wiederherstellung des Bischofs Zacharias durch Hadrian halte ich die jüngere *Invectiva in Romam* (DÜMLER, *Gesta Berengarii* p. 152) für kein ganz genügendes Zeugniß; unter Johann VIII. aber nahm er seine frühere Stellung wieder ein.

Im Übrigen möchte ich trotz des entschiedenen Widerspruchs LAPÔTRE's, dem sich SCHRÖRS¹ und PARISOT² angeschlossen haben, die für Hadrian überwiegenden Gründe MAASSEN's anerkennen, denen auch MÜHLBACHER³ gefolgt ist. Der Zweck der ganzen Rede ist die Vertheidigung der päpstlichen Autorität gegenüber unerlaubten Eingriffen. Man könnte daher meines Erachtens nur schwanken, ob der Papst selbst so gesprochen hat oder ein ihm ergebener Bischof in seinem Auftrage: die Spitze richtet sich jedenfalls gegen Einwirkungen des Kaiserthums. Die Worte, dass einst die Königin Thietberga zu diesem apostolischen Stuhle gekommen sei, um zu erklären, dass sie eher zu den Heiden gehen, als das Antlitz Lothar's wiedersehen wolle, würden in Montecassino nur als Äusserung des Papstes selbst oder seines Vertreters begreiflich sein. Ebenso scheint es mir aber nur auf Hadrian zu passen, dass er mit den für den päpstlichen Stuhl hergebrachten Ausdrücken der Demuth, als der Geringste in ihrer Mitte, sich der Synode gleichsam gegenüberstellt und sich bereit erklärt, ihrem Urtheil zu folgen. Im Munde jedes anderen Bischofs wäre dies doch selbstverständlich gewesen und, wie MAASSEN⁴ ganz richtig bemerkt, »eine grosse Naivetät«, dies ausdrücklich hervorzuheben.

Wenn der Redner dann weiter hinzufügt, dass der päpstliche Stuhl allein, wenn auch nicht ohne Gefahr, seine Entscheidungen wieder umstossen könne, denn seine Gewalt werde ihm nicht von den ihm untergebenen Bischöfen genommen, dass aber Niemand die Versammlung dazu nöthigen solle, vielmehr sei nur eine allgemeine Synode des Abend- und Morgenlandes dazu berechtigt, so vermag ich nicht einzusehen, weshalb in diesen Worten, wie LAPÔTRE meint, eine Vermahnung an den zur Nachgiebigkeit neigenden Papst liegen soll. Sie enthalten vielmehr, wie aus dem Folgenden hervorgeht, eine Verwahrung gegen die Einnischung des Kaisers, welche auch noch ausdrücklich durch einen Kanon des antiochenischen Concils zurückgewiesen wird, einen Kanon, der Bischöfen, die von einer Synode abgesetzt worden, ausdrücklich verbietet, sich an den Kaiser zu wenden. Es spricht sich darin eine Abwehr dagegen aus, dass der Kaiser durch ihm ergebene Bischöfe auf die Entscheidungen des Papstes drücken wollte.

¹ Hinkmar, Erzb. v. Reims, S. 345 Anm. 150, ohne neue Gründe.

² Le royaume de Lorraine p. 320 Anm. 3: 'LAPÔTRE . . . a réfuté péremptoirement MAASSEN'; den esprit non prévenu sucht er jedenfalls auf der unrechten Seite.

³ MÜHLBACHER, Reg. Kar. p. 505—506.

⁴ Ich schliesse mich ihm (S. 526) bei diesen Betrachtungen an und mache übrigens auch für mich geltend, was LAPÔTRE hinsichtlich seines Vorgängers sagt (p. 412 A. 2): 'Je n'ai pas cru utile de réfuter chacun des arguments apportés par M. MAASSEN. La plupart tiennent à une étude imparfaite de la situation; et il suffit de la rétablir, pour qu'ils s'évanouissent d'eux-mêmes'.

Dass die Berufung eines allgemeinen Concils, bei welchem auch die Betheiligung des Ostens aus Rücksicht auf die Verschuldung des Bischofs Zacharias von Anagni gefordert wurde, durchaus der Auffassung Hadrian's entsprach, habe ich vorher schon bemerkt. Auf einer derartigen Versammlung durfte der Papst besonders des moralischen Beistandes der westfränkischen Bischöfe, unter der Leitung ihres grossen Metropolitens, Hinkmar's von Reims, gewiss sein und sich dadurch in der ablehnenden Haltung gegen die Wünsche Lothar's bestärkt fühlen. Dass nur ein solches Concil über die Wiederaufnahme, die Begnadigung der Gefallenen (lapsi) mitzusprechen habe, wird durch Aussprüche Cyprian's von Carthago erhärtet. Hieran schliessen sich dann naturgemäss die pseudoisidorischen Ausführungen des zweiten Theiles an, welche erweisen sollen, dass kein Bischof ohne die Autorität des päpstlichen Stuhles gerichtet und keine Synode ohne seine Autorität gehalten werden könne.

Ohne die Schwierigkeiten zu verkennen, die auch mit dieser Auffassung verbunden sind, denn etwas wunderlich bleibt es immer¹, dass Hadrian seine Eigenschaft als Papst nicht erkennbarer hervortreten lässt, so schliesse ich mich im Ganzen doch an MAASSEN an und vermag ihn durchaus nicht für widerlegt zu halten. Zu wenig kritisch erscheint es mir jedenfalls, einer Quelle von so unsicherer Stellung, so zweifelhaftem Gehalte gegenüber, wie es diese Synodalrede ist, mit solch unfehlbarer Zuversicht die Dinge auszumalen, wie es LAPÔTRE thut, der der Unsicherheit seiner Schlüsse sich nicht genügend bewusst ist und die Grenzen des Wissens und Wähnens verwischt. Seine Ausführung über Formosus zumal ist nichts Anderes als ein gefälliges Phantasiebild.

Den etwas längeren, vielleicht dreiwöchentlichen Aufenthalt, den Lothar auf dem Rückwege von Montecassino in Rom nahm, versucht LAPÔTRE durch seine Vermuthungen auszufüllen. Ich kann diesen Aufenthalt, den ersten, den der junge König Rom widmete, denn auf dem Hinwege war er daran vorbeigezogen, auch ohne besondere Erklärung so befremdlich nicht finden.² Nachdem der Papst in Montecassino das Abendmahl ihm soeben erst nur unter der Bedingung gereicht hatte, dass er sich seit der Ausschliessung Waldrada's aus der kirchlichen Gemeinschaft (2. Febr. 866) jedes weiteren Verkehrs mit ihr

¹ S. jedoch die Bemerkungen MAASSEN's S. 527.

² PARISOT (p. 320) bemerkt: 'comme il (d. h. LAP.) le fait justement observer, si ces affaires du divorce et de la restauration de Gunther avaient été réglées au Mont-Cassin, Lothaire n'aurait pas eu besoin d'aller à Rome'. Ich vermesse mich nicht, das Bedürfniss nachweisen zu wollen, welches Lothar zu seinem etwas längeren Aufenthalte veranlasste. Wenn LAPÔTRE ihn bis Ende Juli in Rom verweilen lässt, so ist dies ganz unsicher, denn er kann ja in Lucca eine Zeit lang krank gelegen haben.

enthalten habe, konnte er doch weitere günstige Entscheidungen in diesem Augenblicke nicht erwarten und also auch nicht anstreben. Wohl aber mochte ihm für die Zukunft daran liegen, wenigstens äusserlich ein gutes Einvernehmen mit dem Papste zur Schau zu stellen. Der Beginn des römischen Fiebers auf dem Rückwege in Lucca, welches ihn dann mit vielen seiner Gefährten am 8. August dahinraffte, lässt den Zeitpunkt seines Aufbruchs von Rom zweifelhaft erscheinen.

Mit dem frühen und jähen Ende des Königs Lothar in Piacenza wurden alle für oder wider ihn gehegten Pläne zu Grabe getragen, und der Kampf um seine Hinterlassenschaft trat in den Vordergrund der Ereignisse. In etwas einseitiger Beleuchtung aber wurde das Bild dieses vielleicht noch mehr unglücklichen als schuldigen Fürsten der Nachwelt überliefert. Wenn schon die Zeitgenossen die verblendete Liebesleidenschaft für Waldrada, die Geliebte seiner Jugend, als einzige Triebfeder seiner Handlungen ansehen, und diese für das Eingreifen der Kirche ja auch die beste Handhabe darbot, so darf man doch die kirchliche Färbung aller unserer Berichte dabei nicht übersehen. Waldrada's Besitz war ihm ja unter allen Umständen sicher, ob mit oder ohne Krone, wiewohl ihr Ehrgeiz begreiflicherweise darauf gerichtet sein mochte, als Königin den Thron mit ihm zu theilen. Als einen gewichtigeren Beweggrund aber für Lothar werden wir die Absicht betrachten dürfen, durch die Ehe mit Waldrada seinem unehelichen Sohne Hugo die Nachfolge zu verschaffen und sein Reich dadurch zu erhalten, dem ja auch sein Bruder, der Kaiser, keinen Erben gegeben hatte.¹ Das Ziel also war ein an sich wohl berechtigtes und nur die Mittel und Wege des Trugs und der Heuchelei sittlich verwerfliche. Lothar gieng unter, weil er entweder schon zu viel oder noch zu wenig Verbrecher war.

Seit dem 10. Jahrhundert erscheint der Ehebrecher Lothar unter den Fürsten, die von der strafenden Hand des Papstes getroffen aus der Kirche ausgeschlossen worden seien.² Sein jäher Tod, der fast schon den Zeitgenossen als ein erschütterndes Strafgericht für unwürdigen Empfang des Abendmahles erschien, trug dazu bei, diese Annahme zu verstärken. Im 11. Jahrhundert reiht er sich daher anderen scheinbaren Vorbildern für das von Gregor VII. gegen Heinrich IV. angewendete, bis dahin unerhörte Verfahren an.³ Dennoch ist es ganz sicher, dass Ni-

¹ PARISOT a. a. O. p.146 erkennt diesen von mir im Anschluss an RANKE früher schon hervorgehobenen Beweggrund gleichfalls an.

² S. meine Gesch. des Ostfränk. Reiches II, 172 A.4, 240 A.1, 246 A.1.

³ Manegoldi ad Gebhard. liber c.29 (Lib. de lite I, 362): 'Beatus quoque Nicolaus papa Lotharium regem pro Waldrada eius concubina excommunicavit', Bernhard von Constanz dagegen, Liber canon. c.15 (ebd. 496—497) schliesst sich ganz an Regino an. Bernald von Constanz (Lib. de lite II, 97. 148) hält an der Excommunication

kolaus ihn nur mit dieser Ausschliessung bedroht hat, ohne doch jemals Ernst damit zu machen, und von einer Drohung bis zu ihrer Ausführung ist noch ein weiter Schritt. Nur die Buhlerin Waldrada wurde in der That vorübergehend excommunicirt. Nikolaus hätte auch jenes ruhig wagen können, ebenso wie die nicht unter gesetzlichen Formen verfügte Absetzung der Erzbischöfe Günther und Thietgaud, denn er würde ja an dem ländergierigen Oheim Lothar's, Karl dem Kahlen, sofort ein bereites Werkzeug für die Vollstreckung des Bannes gefunden haben. Wenn er es dennoch unterliess, obgleich Lothar immer nur zum Scheine zurückwich, so zeigte er sich vielleicht weiser und maassvoller als Gregor, dessen Sieg über Heinrich ein zweifelhafter war, ein Sieg, der dem Sieger ebenso wenig Segen brachte wie dem Besiegten. Nicht die Zertrümmerung der Staatsgewalten, sondern ihre geschickte Beherrschung gereichte dem päpstlichen Stuhle zum Heil; hätten es sonst die Päpste der neueren Jahrhunderte unterlassen, von ihren in der Theorie stets festgehaltenen Rechten weiteren Gebrauch zu machen?

Lothar's II. fest, während der Verfasser der Schrift *De unitate eccl. conserv.* (ebd. 229) wieder nur Regino folgt. Dem Bischof Arsenius, dem päpstlichen Legaten, schreibt die *Defensio Paschalis papae* (ebd. 664) die Excommunication zu. Vergl. auch *Lib. de lite* III, 601. 738, wo vielleicht eine Verwechslung mit Waldrada stattfinden mag.

SITZUNGSBERICHTE 1899.

DER

XL.

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

19. October. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. WALDEYER.

Hr. WARBURG las über positive und negative Spitzenentladung in reinen Gasen.

Eine minimale Sauerstoffbeimengung zu Stickstoff von atmosphärischem Druck schwächt die negative Spitzenentladung in ausserordentlich hohem Maasse, die positive nur wenig. In sauerstofffreiem Stickstoff ergab sich bei einem Spitzenpotential -3310 Volt der Strom 200 Mal so stark als bei $+5180$ Volt; in schwach sauerstoffhaltigem Stickstoff war der Strom bei -4850 Volt nur 4 Mal so stark als bei $+4850$ Volt. Diese Ergebnisse werden nach den Anschauungen von J. J. THOMSON gedeutet. Die Untersuchung wurde auf Wasserstoff, Helium, Sauerstoff ausgedehnt.

Über positive und negative Spitzenentladung in reinen Gasen.

VON E. WARBURG.

§ 1. Man weiss, dass die Spitzenentladung bei negativem Spitzenpotential im Allgemeinen stärker ist als bei gleich grossem positiven. Doch scheint man den merkwürdigen und ausserordentlich bedeutenden Einfluss nicht bemerkt zu haben, welchen auf dieses Phaenomen gewisse minimale Verunreinigungen der Gase ausüben. Besonders auffällig zeigt sich dies beim Stickstoff, wie aus den folgenden Versuchen hervorgeht.

§ 2. Die Spitze war wie bei früheren Versuchen¹ an einem 0^{mm}25 dicken, verticalen, in ein Glasrohr eingeschmolzenen Platindraht gebildet, von welchem 5^{mm} aus dem Glasrohr frei hervortraten. Sie befand sich im Mittelpunkt eines als Erdelektrode dienenden, zu einem Cylinder von 4^{cm}5 Höhe und 4^{cm}7 Durchmesser gerollten Platinblechs. Das Ganze war in einem cylindrischen Glasgefäss eingeschlossen mit Zuführungen für den Strom und Ein- und Auslauf für das Gas. Die Regulirung und Messung des Spitzenpotentials sowie die Messung der Stromstärke geschah wie bei früheren Versuchen². Die Potentiale sind im Folgenden in Volt, die Stromstärken in Mikroampere angegeben.

§ 3. Ein Gasometer von 15 Liter Inhalt nahm über Wasser den aus Natriumnitrit und Ammoniumsulfat bereiteten Stickstoff auf. Derselbe wurde durch Kalilauge, Schwefelsäure, festes kaustisches Kali, Phosphorpentoxyd, alsdann durch den Versuchsapparat geleitet, welcher, mit dem Gase unter Atomsphaerendruck gefüllt, beiderseits geschlossen wurde.

Als man nun der Spitze ein constantes negatives Potential ertheilte, zeigte es sich, dass die Stromstärke mit der Zeit abnahm. So sank sie, indem das angelegte Potential — 6160 Volt betrug, in

¹ Diese Berichte 1898 S. 237.

² Diese Berichte 1898 S. 238.

4 Minuten von 64.4 auf 43.7 Mikroampere. Aber auch ohne dass der Strom durch das Gas ging, nahm die Leitung ab, denn am andern Morgen, nach $13\frac{1}{2}$ Stunden, brachte das Potential $V = -6160$ nur noch einen Strom $i = 16.2$ hervor.

Als hierauf der Apparat mit frischem Stickstoff aus dem Gasometer gefüllt ward, nahm die Leitung den früheren Betrag wieder an ($i = 62.7$), um in längerer Zeit wieder wie im vorigen Fall abzunehmen.

Diese Erscheinung schien von einer Verunreinigung des Gases im Apparat herzurühren, wobei man nur an gasförmige Bestandtheile denken konnte, welche aus den Glaswänden oder aus dem Platinblech langsam entweichen. Die hierdurch herbeigeführte Verunreinigung des unter atmosphärischem Druck stehenden Gases kann procentisch nur minimal gewesen sein, hat aber die Leitung bei negativem Spitzenpotential auf $\frac{1}{4}$ des früheren Betrages herabgesetzt.

Die Leitung bei positivem Spitzenpotential wird durch kleine Verunreinigung des Stickstoffs nicht in dieser Weise beeinflusst. Es ergab sich für $V = 4850$

| | frisches Gas | am andern Morgen |
|-------|--------------|------------------|
| + i | 2.06 | 1.95 |
| - i | 40 | 11.2 |

Die negative Leitung ist im frischen Gase 20 Mal, im verunreinigten 5 Mal so gross als die positive.

§. 4. Bei der Frage, welche Verunreinigung des Stickstoffs die negative Leitung herabsetzt, lag es nahe, an den Sauerstoff zu denken, da dieser die negative Leitung am wenigsten begünstigt. Nun war der Stickstoff im Gasometer über lufthaltigem Wasser aufgefangen worden, also jedenfalls durch Sauerstoff verunreinigt. Es war daher eine weitere Zunahme der negativen Leitung zu erwarten, wenn man diesen Sauerstoff aus dem Stickstoff entfernte. Zu diesem Zwecke wurde der von Wasser und Kohlensäure befreite Stickstoff durch ein mit Kupferdrahtnetz gefülltes, im Verbrennungsofen gelagertes Glasrohr in langsamem Strome geleitet und trat dann durch festes Kali und Phosphor-pentoxyd in den Versuchsapparat.

So lange das Kupfer kalt blieb, verliefen die Erscheinungen wie vorhin geschildert. Als aber das Kupfer zum Glühen gebracht wurde, trat eine erhebliche Zunahme der negativen Leitung ein. Nachdem das sauerstofffreie Gas drei Stunden lang durch den Apparat geleitet war, wurde er abgeschlossen. Die erhaltenen Ergebnisse sind hierunter zusammengestellt mit denjenigen, welche für den durch längeres Stehen im Apparat schwach mit Sauerstoff verunreinigten Stickstoff gewonnen wurden.

| Trockener Stickstoff | | | | | | | |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------------------------------------|------|------|------|
| über glühendes Kupfer geleitet | | | | schwach mit Sauerstoff verunreinigt | | | |
| V | -1480 | -1760 | -2040 | V | 4850 | 6160 | 7380 |
| -i | 17.7 | 46.9 | 76.4 | -i | 8.50 | 16.6 | 30.1 |
| V | +4880 | +6790 | +8750 | | | | |
| +i | 2.10 | 5.88 | 11.90 | +i | 1.94 | 4.17 | 7.28 |

Fig. 1.

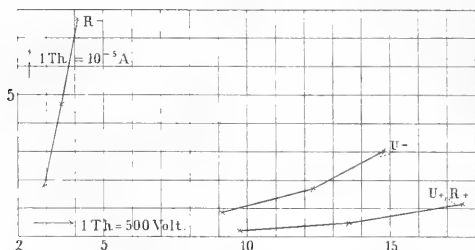


Fig. 1, in welcher die Abscissen den Potentials, die Ordinaten den Stromstärken proportional sind, stellt diese Ergebnisse graphisch dar. Die Curven U_+ und U_- beziehen sich auf verunreinigten, R_+ und R_- auf reinen Stickstoff. U_+

und R_+ sind in dem gewählten Maassstab nicht zu unterscheiden, U_- und R_- rücken weit aus einander.

§ 5. Es ist zu bemerken, dass die höchsten Werthe der negativen Leitung bei diesen Versuchen in der Regel erst dann sich einstellen, wenn nach Abschliessung des Apparats der Strom einige Zeit lang das Gas durchsetzt hat. Damit hängt zusammen, dass das längere Zeit lang stromlos gebliebene Gas bei erneutem Stromschluss den hohen Werth der negativen Leitung nicht sofort, sondern erst allmählich unter der Wirkung des Stromes annimmt. So wurde, nachdem der Apparat über Nacht stromlos gewesen war, am anderen Morgen erhalten:

| Zeit | 0 | 0:5 | 1' | 2' | 3' |
|------|-------|------|------|------|------|
| V | -3690 | 3270 | 2600 | 2100 | 2010 |

wobei $i = 64$ war, und die Zunahme der Leitung durch die Abnahme des Potentials sich zeigt. Dass dabei die Wirkung des Stromes auf das Gas und nicht etwa auf die Spitze ausgeübt wird, ging aus Versuchen mit einem zwei benachbarte Spitzen 1 und 2 enthaltenden Apparat hervor. Der hohe Werth der negativen Leitung, welchen, indem 1 als Kathode gebraucht wurde, das Gas durch längere Einwirkung des Stromes angenommen hatte, zeigte sich sofort in gleicher Weise, als man nunmehr 2 zur Kathode machte.

Wurde durch Erwärmen der Glaswand das Gas aufs Neue verunreinigt, so ging das Potential sofort stark in die Höhe und konnte, nach längerer Erwärmung, auch durch den Strom nicht auf den alten Werth zurückgebracht werden.

§ 6. Die beschriebenen Versuche sind mit einer Elektrisirmaschine angestellt worden, durch welche im sauerstofffreien Stickstoff eine Steigerung des negativen Potentials über etwa 2000 Volt nicht zu erzielen war. Zur Herstellung höherer Potentiale stand ein Hochspannungsaccumulator von 2280 Elementen zur Verfügung. Die Versuche mit diesem wurden zugleich zur Entscheidung der Frage eingerichtet, ob unter dem Einfluss der starken hier zu erwartenden Spitzenentladung eine von der Stromwärme unabhängige Volumänderung des Gases, wie beim Sauerstoff, sich nachweisen lasse. Zu diesem Zweck wurde der Auslauf des 116^{cbcm} fassenden Apparates durch eine 60^{cm} lange verticale Capillare gebildet, von welcher 1^{cm} 0^{cbcm}00150 oder 13 Millionstel des Apparatvolumens einnahm.

Man erhitzte das Versuchsgefäß in einer Asbesthülle auf 200°, evacuirte bei dieser Temperatur und leitete Stickstoff aus dem Gasometer ein. Nach mehrmaliger Wiederholung dieser Operation öffnete man die Capillare, brachte das offene Ende unter Schwefelsäure und leitete 2 Stunden lang das Gas über rothglühendes Kupfer durch den Apparat hindurch. Endlich liess man denselben, während der Gasstrom ihn durchsetzte, erkalten und schmolz ihn dann von der Leitung ab. Durch diese Behandlung wurde erreicht, dass eine Verunreinigung des Gases aus festen Theilen nicht mehr eintrat; denn die negative Leitung zeigte sich nach 48stündigem stromlosen Verweilen des Gases im Apparat ungeändert.

Durch Austreiben von etwas Gas wurde ein 30^{cm} langer Schwefelsäurefaden in der verticalen Capillare erhalten. Das Versuchsgefäß befand sich in einem Petroleumbade von Zimmertemperatur. Durch die Stromwärme trat eine Temperaturerhöhung des Gases ein, angezeigt durch eine abwärts gerichtete Verschiebung des Schwefelsäurefadens, welche bei dem stärksten Strome 23^{cm}6 betrug. Als aber das Versuchsgefäß wieder die Temperatur des Bades angenommen hatte, war der Faden bis auf 1^{mm} genau auf seinen alten Stand zurückgegangen. Sollte also wie bei der Ozonisirung des Sauerstoffs eine dauernde Volumveränderung des Stickstoffs eingetreten sein, so war sie kleiner als 1.3 Milliontel des ganzen Volumens. Folgende Ergebnisse wurden erhalten.

Trockener Stickstoff über rothglühendes Kupfer geleitet

| | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| V | — 1760 | — 2600 | — 3310 | + 5180 | + 6790 | + 8450 |
| i | — 94.4 | — 336 | — 631 | + 3.15 | + 7.57 | + 15.8 |

Im Stickstoff von der hier erzielten Reinheit ist also der Strom bei dem Spitzenpotential — 3310 200 Mal so stark als bei dem Spitzenpotential + 5180. Die Minimumpoten-

tiale ergaben sich in den beiden Fällen bez. gleich -1370 und $+2840$. Dagegen ist (§ 4) in dem schwach sauerstoffhaltigen Stickstoff der Strom bei dem negativen Spitzenpotential 4850 nur etwa 4 Mal so stark als bei dem gleich hohen positiven.

§ 7. Der Einfluss einer kleinen Sauerstoffbeimengung zum Stickstoff auf die negative elektrische Leitung hat sich, wenn auch weniger auffällig als hier, bereits bei früheren Versuchen durch die Erhöhung des Kathodengefälles im Stickstoff von $1-2^{\text{mm}}$ Druck gezeigt.¹ Erhöht man den Druck, so wird das negative Glimmlicht dünner und schrumpft, wenn der Druck eine Atmosphäre erreicht hat, bei der negativen Spitzenentladung zu einem winzigen Lichtfleck an der Spitze zusammen. Um auch in diesem Fall das Kathodengefälle zu messen, brachte ich unter der verticalen als Kathode dienenden Spitze eine zweite gleiche horizontale an, welche als Sonde diente. Diese wurde mit der Nadel, jene mit dem von der Erde isolirten Gehäuse eines BRAUN'schen Elektrometers verbunden, welches dann die dem Kathodengefälle e nahezu gleiche Potentialdifferenz zwischen Sonde und Kathode angiebt. Ich erhielt

| in dem O ₂ -haltigen N ₂ des Gasometers | in N ₂ über rothglühendes Kupfer geleitet |
|---|--|
| V — 5180 | — 2730 |
| i — 46.5 | — 70.6 |
| e 700 | 520 |

Eine kleine Sauerstoffbeimengung beeinflusst also das Kathodengefälle bei der Spitzenentladung in Stickstoff von Atmosphärendruck in derselben Weise wie bei der Glimmentladung in Stickstoff von $1-2^{\text{mm}}$ Druck.

§ 8. Die Untersuchung wurde auf einige andere elementare Gase ausgedehnt. Wasserstoff wurde in einem FINKENER'schen Entwicklungsapparat aus reinem Zink und verdünnter Salzsäure bereitet und kam über Kaliumpermanganat, Schwefelsäure, Kupferdrahtnetz, festes kaustisches Kali und Phosphorpentoxyd in das Versuchsgefäß. Dasselbe fasste 90^{cm} , 1^{cm} der Capillare 0.00129 , d. i. 14 Millionstel des Apparatvolumens.

Nachdem der Apparat bei geschlossener Capillare zweimal ausgepumpt und jedesmal wieder mit Wasserstoff gefüllt worden war, ergab sich

| | |
|------------|--------|
| V — 2360 | + 5180 |
| i — 34 | + 19.7 |

¹ E. WARBURG, WIED. ANN. 40. S. 16. 1890.

Nachdem bei geöffneter, durch Schwefelsäure gesperrter Capillare zwei Stunden lang Wasserstoff hindurchgeleitet worden war:

$$\begin{array}{r} V \quad -1350 \quad +5180 \\ i \quad -39.6 \quad +20.3 \end{array}$$

Durch Reinigung des Gases hat also auch hier die negative Leitung bedeutend, die positive nur wenig zugenommen.

Die zuletzt angegebenen Werthe der Leitung änderten sich kaum durch 15 stündiges stromloses Verweilen des Gases im Apparat, der nicht erhitzt worden war. Auch hatte die Anwendung des glühenden Kupfers keinen Einfluss auf die negative Leitung, welche gegen eine kleine Sauerstoffbeimengung hier weniger empfindlich als bei Stickstoff zu sein scheint.

Trotzdem wurde die definitive Füllung ganz wie beim Stickstoff (§ 6) vorgenommen und alsdann folgende Ergebnisse erhalten:

$$\begin{array}{r} V \quad -1650 \quad -2330 \quad -3100 \quad +5180 \\ i \quad -169 \quad -488 \quad -992 \quad +33.3 \end{array}$$

Eine dauernde Volumänderung tritt auch hier nicht ein. Die Temperaturerhöhung für die Einheit der Stromarbeit war in Folge der hohen Wärmeleitung des Wasserstoffs in diesem Gase viel kleiner als im Stickstoff.

Das positive Minimumpotential ergab sich zu +1860.

Drei Monate später zeigte sich die Leitung des Gases unverändert; daher scheint zum Studium der Spitzenentladung in verschieden dimensionirten geschlossenen Gefässen der Wasserstoff sich besonders gut zu eignen.

§ 9. Helium. Die folgenden Angaben sind nur als vorläufige zu betrachten, da das aus Cleveit bereitete Gas nicht rein, wahrscheinlich durch Wasserstoff verunreinigt war. Das Gas befand sich in einem vollständig geschlossenen Gefäss, das man, um Sauerstoff-Verunreinigung von festen Theilen zu verhüten, vor Einführung des Heliums bei 200° mit Wasserstoff gespült hatte.

Es ergab sich

$$\begin{array}{r} V \quad -590 \quad +5090 \\ i \quad 26.7 \quad 23.2 \end{array}$$

Ein höheres negatives Potential als 590 war mit der Maschine nicht erhältlich. Bei den Versuchen mit dem Hochspannungsaccumulator bedeckte das negative Glimmlicht anfänglich einen grösseren Theil des Drahtes, zog sich aber bald, wie bei den anderen Gasen, auf die Spitze zurück. Die erste Messung ergab

$$\begin{array}{r} V \quad -1790 \\ i \quad -388 \end{array}$$

Doch nahm bei fortgesetztem Stromdurchgang die negative Leitung rasch und erheblich ab; nach 18' erhielt ich nur noch:

$$\begin{array}{r} V - 1950 \\ i - 172 \end{array}$$

Die verschlechterte Leitung blieb dauernd bestehen. Jedenfalls scheint aus den mitgetheilten Angaben hervorzugehen, dass die negative Leitung des reinen Heliums die des Stickstoffs und Wasserstoffs bedeutend übertrifft.

Es ergab sich

| | für das frische Gas | für das verunreinigte |
|-----|---------------------|-----------------------|
| V | $- 1790 + 5090$ | $- 1950 + 5090$ |
| i | $- 388.0 + 23.2$ | $- 99 + 20.8$ |

Also setzen auch beim Helium Verunreinigungen die negative Leitung erheblich, die positive nur wenig herab.

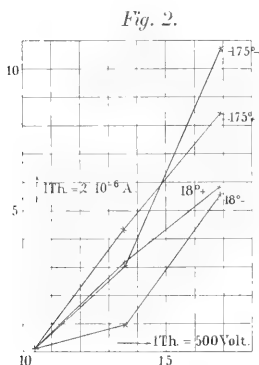
§ 10. Sauerstoff. In trockenem, aus chlorsaurem Kali bereiteten Sauerstoff erhielt ich

| | Sauerstoff, Zimmertemperatur | | |
|------|------------------------------|------|-------|
| V | 5180 | 6790 | 8450 |
| $-i$ | 0.15 | 1.79 | 11.09 |
| $+i$ | 0.04 | 6.25 | 11.52 |

Bei einem Spitzenpotential von 6790 Volt ist die negative Leitung hier erheblich kleiner als die positive: übrigens erwies sich jene als ziemlich veränderlich.

Die Versuche wurden auch bei 170° – 200° angestellt. Die negativen Ströme waren hier constanter, und ich fand:

| | Sauerstoff bei 175° | | |
|------|------------------------------|------|-------|
| V | 5180 | 6790 | 8450 |
| $-i$ | 0.01 | 6.10 | 21.3 |
| $+i$ | 0.04 | 8.63 | 16.8. |

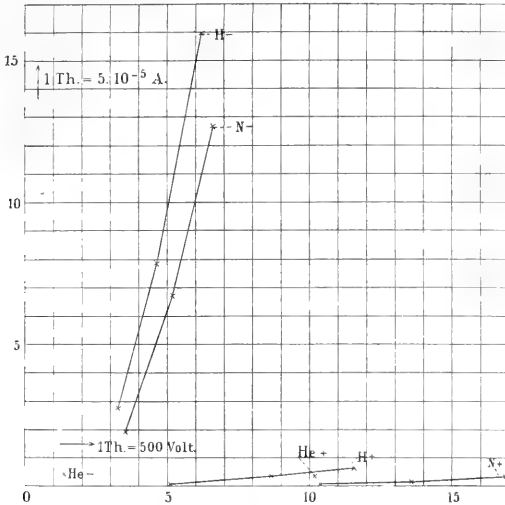


Die Ergebnisse sind Fig. 2 graphisch dargestellt. Bei höherer Temperatur nähert sich also das Verhalten des Sauerstoffs dem Verhalten der anderen Gase, indem bei 175° die negative Leitung bei einem Spitzenpotential von 6790 Volt nur wenig hinter der positiven zurückbleibt und diese bei dem Potential 8450 übertrifft.

§ 11. Die mit reinem Stickstoff und Wasserstoff sowie die mit Helium gefundenen Ergebnisse (§§ 6, 8, 9) sind Fig. 3 graphisch dargestellt. Die verschiedenen Gase wurden zwar in möglichst gleichen, aber doch nicht

ganz gleichen Apparaten untersucht. Einen Anhalt zur Beurtheilung der Verschiedenheit derselben gewährte die Messung der positiven Ströme in den verschiedenen mit atmosphärischer Luft gefüllten Appa-

Fig. 3.



raten. Auf Grund solcher Bestimmungen sind in der Figur die Stromstärken für Wasserstoff und Helium nach Multiplication mit 0.8 eingetragen.

Die positive Sauerstoffcurve ist von der positiven Stickstoffcurve nicht sehr verschieden. Alle Ergebnisse beziehen sich auf den benutzten Entladungsapparat.

§ 12. Schlussbetrachtung. Nach W. GIESE, A. SCHUSTER u. A. nehme ich an, dass die elektrische Leitung gasförmiger Körper ebenso wie die der Elektrolyte durch wägbare elektrisch geladene Theilchen bedingt ist, welche auch hier Ionen genannt werden. Im Allgemeinen sind nun sowohl positive wie negative Ionen im leitenden Gase vorhanden, so bei der Glimmentladung in Geissler'schen Röhren sowie in Gasen, welche durch Röntgenstrahlen unabhängig von elektrischen Kräften Leitungsvermögen erlangt haben. Bei der Spitzenentladung hingegen, bei welcher Glimmlicht nur in dem äusserst dünnen und kleinen Lichtfleck an der Spitze auftritt, ist anzunehmen, dass die Ionenbildung nur unmittelbar an der Spitze in jenem Lichtfleck erfolgt, dass also weder im Innern des Gases noch an der Erdelektrode Ausgangspunkte von Ionen sich befinden. Daraus folgt, dass beim stationären

Strom ausserhalb des an der Spitze gelegenen Herdes der Ionenbildung nur die eine Ionenart im Gase sich bewegt, welche das Zeichen der Spitzenladung besitzt.

Unsere Kenntnisse von den Eigenschaften der Gas-Ionen verdanken wir vornehmlich den Untersuchungen des Hrn. J. J. THOMSON und seiner Mitarbeiter E. RUTHERFORD, J. ZELNY, J. A. McCLELLAND, H. A. WILSON. Die Beweglichkeit der Gas-Ionen ist von den genannten Herren gemessen und in verschiedenen Fällen sehr verschieden gefunden worden, was Hr. J. J. THOMSON darauf zurückführt, dass die Ionen als Kerne wirken, an denen ponderabele Masse sich condensirt.

Betrachtet man von diesem Gesichtspunkt aus den Einfluss einer kleinen Sauerstoffbeimengung zum Stickstoff auf die Spitzenentladung in diesem Gase, so scheint es denkbar, dass die Stickstoff-Ionen Sauerstofftheilchen an sich condensiren. Nun hat Hr. J. J. THOMSON aus Versuchen von J. S. TOWNSEND über die Ladung der Gas-Ionen sowie aus Versuchen von ihm selbst, W. KAUFMANN und W. WIEN über das Verhältniss Masse/Ladung bei den Gas-Ionen geschlossen, dass bei der Ionisirung eines Gastheilchens ein sehr kleines Massentheilchen als negatives Ion sich ablöst, während der Rest, dessen Masse von der des ursprünglichen Theilchens nicht sehr verschieden ist, als positives Ion zurückbleibt.¹ Daher wird durch die Verdichtung eines Sauerstofftheilchens die Beweglichkeit eines negativen Ions in sehr viel höherem Maasse als die eines positiven Ions verkleinert werden. Auch schafft dieser Condensationsvorgang die Sauerstofftheilchen aus der Strombahn heraus und vergrössert dadurch das Leitungsvermögen.

Obleich dies Alles mit den §§ 2–6 beschriebenen Thatsachen übereinstimmt, braucht kaum auf den hypothetischen Charakter dieser Speculation hingewiesen zu werden. In der That hängt die Stromstärke, welche in dieser Untersuchung gemessen wurde, von dem Product aus der Zahl in die Geschwindigkeit der Ionen ab, so dass es unentschieden bleibt, ob ihre Zahl oder ihre Beweglichkeit durch die Sauerstoffbeimengung verändert wird.

¹ Mit dieser Anschauung stimmt überein, dass bei der Spitzenentladung Beziehungen zu den Eigenschaften der Molekeln (Weglänge nach RÖNTGEN, Moleculargewicht nach ARRHENIUS) nur für positives Spitzenpotential, also nur für Leitung durch positive Ionen angedeutet werden.

Berichtigung.

In der Mittheilung von F. KOHLRAUSCH und M. E. MALTBY S. 669, obere Tabelle, sollen die letzten Stellen der Zahlen lauten -

| | unter | KCl | NaCl | LiCl | KNO ₃ | NaNO ₃ |
|------------------|-------|------|------|------|------------------|-------------------|
| neben $m = 0.02$ | | 9.95 | .61 | .85 | .21 | .66 |
| neben $m = 0.05$ | | .75 | .71 | .08 | 9.85 | .42 |

und in der letzten Spalte unter LiNO₃ der Reihe nach

.41 .10 .47 .82 .93 .29 .57 .37 .69 .15 .00 7.95 .74

Ausgegeben am 26. October.



SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

XLI. XLII. XLIII.

26. OCTOBER, 2. NOVEMBER 1899.

MIT TAFEL VI.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung. Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgebrachten wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretär zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretär führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesamtkademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stücke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die vollzählige Auflage eingeliessert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch

nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesamtkademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besondere Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretär Anzeige gemacht hat.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretär selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretär ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte, jedoch nicht für die darin aufgenommenen kurzen Inhaltsangaben der gelesenen Abbildungen verantwortlich. Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.

Die Akademie versendet ihre Sitzungsberichte an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, wofen nicht im besondern Falle anderes vereinbart wird, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

May bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,

October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

 26. October. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. WALDEYER.

1. Hr. VON WILAMOWITZ-MOELLENDORFF las: Platon's Gorgias und die Rede des Polykrates gegen Sokrates. (Ersch. später.)

Es ist nicht erlaubt, die Form des Pindar-Verses, welche in Platon's Gorgias, 484^b, überliefert ist, zu ändern, obwohl sie unrichtig ist. Die Missdeutung des Verses hat Polykrates dem Sokrates zum Vorwurf gemacht, wie Libanius' Apologie § 70 zeigt. Also hat der Sophist den Gorgias angegriffen, was durch den Inhalt seiner Schrift bestätigt wird. Da nun Polykrates zwischen 394 und 390 geschrieben hat, so rückt der Gorgias unwidersprechlich in die erste Zeit nach Sokrates' Tod.

2. Hr. KOENIGSBERGER, correspondirendes Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe, hat eine Mittheilung eingesandt: Über die Irreductibilität algebraischer Differentialgleichungen.

Die in einer früheren Mittheilung (in den Sitzungsberichten vom 20. Juli 1899) entwickelten Resultate bezüglich der linearen Differentialgleichungen werden weiter ausgeführt und auf nicht lineare algebraische Differentialgleichungen ausgedehnt.

3. Hr. Dr. FR. JONAS hierselbst überreicht der Akademie einen Brief von F. W. BESSEL an Prof. LEHNERDT in Königsberg vom 22. Februar 1837 für ihre Sammlung der BESSEL'schen Correspondenz.

4. Die Akademie hat ihrem Mitgliede Hrn. HARNACK zur Fortführung der Arbeiten an der Geschichte der Akademie 2600 Mark bewilligt.

5. Die physikalisch-mathematische Classe hat bewilligt: Hrn. Prof. Dr. HUGO CONWENTZ in Danzig zu Untersuchungen über das Vorkommen der Eibe in der Gegenwart und Vergangenheit 1000 Mark; Hrn. Prof. Dr. BERNHARD WEINSTEIN in Berlin zur Veröffentlichung der Ergebnisse seiner Beobachtungen über Erdströme und Erdmagnetismus 800 Mark.

Seine Majestät der Kaiser und König haben unter dem 2. August geruht, die Wahlen des ordentlichen Professors der Geschichte an der hiesigen Universität Dr. PAUL SCHEFFER-BOICHORST und des bisherigen

correspondirenden Mitgliedes der Akademie, ordentlichen Professors der classischen Philologie an derselben Universität, Geheimen Regierungsraths Dr. ULRICH VON WILAMOWITZ-MOELLENDORFF zu ordentlichen Mitgliedern der philosophisch-historischen Classe der Akademie zu bestätigen.

Die Akademie hat durch den Tod verloren am 16. August das auswärtige Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Hrn. ROBERT BUNSEN in Heidelberg; am 9. August das correspondirende Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Sir EDWARD FRANKLAND in Reigate, Surrey; am 17. August das correspondirende Mitglied der philosophisch-historischen Classe Hrn. WILHELM PERTSCH in Gotha.

Über die Irreducibilität algebraischer Differentialgleichungen.

VON LEO KOENIGSBERGER.

Seien zwei lineare Differentialausdrücke n^{ter} und ν^{ter} Ordnung ($n > \nu$)

$$P = \mathfrak{P}_0(x-\alpha)y^{(n)} + \mathfrak{P}_1(x-\alpha)y^{(n-1)} + \dots + \mathfrak{P}_n(x-\alpha)y + \mathfrak{P}(x-\alpha)$$

und

$$Q = \mathfrak{D}_0(x-\alpha)y^{(\nu)} + \mathfrak{D}_1(x-\alpha)y^{(\nu-1)} + \dots + \mathfrak{D}_\nu(x-\alpha)y + \mathfrak{D}(x-\alpha)$$

vorgelegt, in denen $\mathfrak{P}_0(x-\alpha), \dots, \mathfrak{P}_n(x-\alpha), \mathfrak{D}_0(x-\alpha), \dots, \mathfrak{D}_\nu(x-\alpha)$ nach ganzen positiven steigenden Potenzen von $x-\alpha$ fortschreitende Reihen darstellen, so besteht zwischen denselben, wie unmittelbar zu sehen, die in y und dessen Ableitungen identische Beziehung

$$\begin{aligned} (1) \quad \mathfrak{D}_0(x-\alpha)^{n-\nu+1}P &= \mathfrak{D}_0(x-\alpha)^{n-\nu}\mathfrak{P}_0(x-\alpha)\frac{d^{n-\nu}Q}{dx^{n-\nu}} \\ &+ \mathfrak{D}_0(x-\alpha)^{n-\nu-1}\omega_1(x-\alpha)\frac{d^{n-\nu-1}Q}{dx^{n-\nu-1}} + \dots \\ &+ \mathfrak{D}_0(x-\alpha)\omega_{n-\nu+1}(x-\alpha)\frac{dQ}{dx} + \omega_{n-\nu}(x-\alpha)Q \\ &+ \Omega_1(x-\alpha)y^{(\nu-1)} + \Omega_2(x-\alpha)y^{(\nu-2)} + \dots + \Omega_\nu(x-\alpha)y + \Omega(x-\alpha), \end{aligned}$$

worin $\omega_1, \dots, \omega_{n-\nu}, \Omega_1, \dots, \Omega_\nu, \Omega$ wieder in der Umgebung von $x = \alpha$ convergirende Potenzreihen und $\Omega(x-\alpha) = 0$ ist, wenn

$$\mathfrak{P}(x-\alpha) = \mathfrak{D}(x-\alpha) = 0$$

sind. Es folgt hieraus, dass, wenn die linearen Differentialgleichungen

$$(2) \quad P = \mathfrak{P}_0(x-\alpha)y^{(n)} + \mathfrak{P}_1(x-\alpha)y^{(n-1)} + \dots + \mathfrak{P}_n(x-\alpha)y + \mathfrak{P}(x-\alpha) = 0$$

und

$$(3) \quad Q = \mathfrak{D}_0(x-\alpha)y^{(\nu)} + \mathfrak{D}_1(x-\alpha)y^{(\nu-1)} + \dots + \mathfrak{D}_\nu(x-\alpha)y + \mathfrak{D}(x-\alpha) = 0$$

ein Integral gemein haben, welches in der Umgebung von $x = \alpha$ weder eindeutig und unwesentlich discontinuirlich ist,

noch einer linearen Differentialgleichung mit gleichartigen Coefficienten von niedrigerer Ordnung als der ν^{ten} Genüge leistet, sämmtliche Integrale der Differentialgleichung (3) in der Umgebung von $x = \alpha$ auch die Differentialgleichung (2) befriedigen werden, weil unter den gemachten Voraussetzungen sich

$$(4) \quad \Omega_1 = \Omega_2 = \dots = \Omega_\nu = \Omega = 0$$

ergibt, und ferner ist ersichtlich, dass, wenn alle Integrale von (3) auch der Differentialgleichung (2) genügen sollen, die lineare Differentialgleichung $\nu - 1^{\text{ter}}$ Ordnung

$$\Omega_1(x - \alpha) y^{(\nu-1)} + \Omega_2(x - \alpha) y^{(\nu-2)} + \dots + \Omega_\nu(x - \alpha) y + \Omega(x - \alpha) = 0$$

in der Umgebung des Werthes $x = \alpha$ auch durch sämmtliche Integrale der linearen Differentialgleichung ν^{ter} Ordnung (3) befriedigt werden müsste, was wiederum die Bedingungen (4) nach sich zieht, so dass die in y und dessen Ableitungen identische Gleichung

$$(5) \quad \Omega_0^{n-\nu+1} P = \Omega_0^{n-\nu} \mathfrak{P}_0 \frac{d^{n-\nu} Q}{dx^{n-\nu}} + \Omega_0^{n-\nu-1} \omega_1 \frac{d^{n-\nu-1} Q}{dx^{n-\nu-1}} + \dots \\ + \Omega_0 \omega_{n-\nu-1} \frac{dQ}{dx} + \omega_{n-\nu} Q$$

die nothwendige und hinreichende Bedingung dafür ist, dass sämmtliche Integrale der Differentialgleichung (3) in der Umgebung von $x = \alpha$ auch der Differentialgleichung (2) Genüge leisten.

Nennen wir nunmehr eine lineare homogene oder nicht homogene Differentialgleichung von höherer Ordnung als der ersten

$$P = \mathfrak{P}_0(x - \alpha) y^{(n)} + \mathfrak{P}_1(x - \alpha) y^{(n-1)} + \dots + \mathfrak{P}_n(x - \alpha) y + \mathfrak{P}(x - \alpha) = 0$$

in der Umgebung von $x = \alpha$ irreductibel, wenn dieselbe mit keiner linearen homogenen oder nicht homogenen Differentialgleichung niedriger Ordnung mit gleichartigen Coefficienten ein Integral gemein hat, so folgt, dass, wenn eine solche irreductible Differentialgleichung mit einer linearen homogenen oder nicht homogenen Differentialgleichung höherer Ordnung mit gleichartigen Coefficienten in der Umgebung von $x = \alpha$ ein Integral gemein hat, alle ihre Integrale in der Umgebung dieses Werthes jener Differentialgleichung höherer Ordnung genügen werden, weil die Existenz eines in α eindeutigen und ausserwesentlich discontinuirlichen Integrals, das stets einer gleichartigen homogenen und nicht homogenen Differentialgleichung erster Ordnung genügt, ausgeschlossen ist.

Hat nun eine lineare homogene Differentialgleichung

$$(6) P = \mathfrak{P}_0(x-\alpha)y^{(n)} + \mathfrak{P}_1(x-\alpha)y^{(n-1)} + \dots + \mathfrak{P}_n(x-\alpha)y = 0$$

in der Umgebung von $x = \alpha$ mit keiner gleichartigen linearen homogenen Differentialgleichung niederer Ordnung ein Integral gemein — hat sie also auch kein in α eindeutiges und ausserwesentlich discontinuirliches Integral — und besitzt dieselbe mit einer gleichartigen linearen nicht homogenen Differentialgleichung

$$(7) Q = \mathfrak{Q}_0(x-\alpha)y^{(v)} + \mathfrak{Q}_1(x-\alpha)y^{(v-1)} + \dots + \mathfrak{Q}_v(x-\alpha)y + \mathfrak{Q}(x-\alpha) = 0$$

ein gemeinsames Integral, wobei zugleich angenommen werde, dass die Differentialgleichung (7) die lineare nicht homogene niedrigster Ordnung ist, welcher dieses Integral angehört, so werden nach dem oben bewiesenen Satze sämtliche Integrale von (7) die Differentialgleichung (6) befriedigen, also auch die Differenz zweier solcher, welche aber ein Integral der reducirten Differentialgleichung

$$(8) \quad \mathfrak{Q}_0(x-\alpha)y^{(v)} + \mathfrak{Q}_1(x-\alpha)y^{(v-1)} + \dots + \mathfrak{Q}_v(x-\alpha)y = 0$$

sein würde, was gegen die Voraussetzung verstösst, dass die homogene Differentialgleichung (6) in der Umgebung von $x = \alpha$ mit keiner homogenen niederer Ordnung ein Integral gemein haben sollte.

Ist also eine lineare homogene Differentialgleichung nach der früheren Definition, mit keiner gleichartigen linearen homogenen Differentialgleichung niederer Ordnung ein Integral gemeinsam zu haben, irreducibel, so ist sie es auch in dem oben erweiterten Sinne, oder, anders ausgedrückt, ist eine lineare homogene Differentialgleichung reductibel von der Art, dass sie mit einer nicht homogenen linearen Differentialgleichung niederer Ordnung ein Integral gemein hat, so wird sie auch mit einer homogenen linearen Differentialgleichung niederer Ordnung ein gemeinsames Integral besitzen, und wenn $Q = 0$ die homogene lineare Differentialgleichung niedrigster Ordnung ist, welche dieses Integral mit $P = 0$ gemein hat, so wird, weil dann in der Reductionsformel (1) $\Omega = 0$ sein muss, jedenfalls eine lineare **homogene** Differentialgleichung existiren, welche **alle** Integrale mit der gegebenen homogenen reductibeln Differentialgleichung gemein hat.

Ebenso kann eine lineare nicht homogene Differentialgleichung, wenn sie ein Integral mit keiner linearen nicht homogenen Differentialgleichung niederer Ordnung gemein hat, auch mit keiner homogenen linearen Differentialgleichung niederer Ordnung gemeinsam dieses Integral besitzen; denn da die Annahme die Existenz eines in α eindeutigen und ausserwesentlich discontinuirlichen Integrales ausschliesst,

so würden, wenn die homogene Differentialgleichung gleich wieder die möglichst niedrige Ordnung besitzt, alle ihre Integrale, also auch $y = 0$ der linearen nicht homogenen Differentialgleichung genügen, was nicht der Fall ist. Ist also eine nicht homogene lineare Differentialgleichung reductibel von der Art, dass sie mit einer homogenen Differentialgleichung niederer Ordnung ein Integral gemein hat, so wird sie auch mit einer nicht homogenen linearen Differentialgleichung niederer Ordnung das gemeinsame Integral besitzen, und zwar wird wieder die lineare Differentialgleichung niedrigster Ordnung, welche dieses Integral hat, eine nicht homogene sein, weil, wenn wir den Fall des eindeutigen und ausserwesentlich discontinuirlichen Integrales ausschliessen, die Annahme, dass die Differentialgleichung niedrigster Ordnung homogen sei, wieder auf das Integral $y = 0$ für die nicht homogene Differentialgleichung führen würde, und wir finden somit, dass eine reductible homogene lineare Differentialgleichung jedenfalls mit einer homogenen niederer Ordnung und eine reductible nicht homogene Differentialgleichung, vorausgesetzt, dass sie in der Umgebung von a kein eindeutiges, ausserwesentlich discontinuirliches Integral besitzt, mit einer nicht homogenen niederer Ordnung alle Integrale der letzteren gemein haben, also eine entsprechende Zerlegung in der Form (5) statthaben muss, dass also, wenn diese als unmöglich erwiesen, die vorgelegte lineare Differentialgleichung irreductibel ist.

Hat nun aber eine nicht homogene lineare Differentialgleichung mit einer nicht homogenen niederer Ordnung alle Integrale der letzteren gemein, so zeigt die Differenz zweier gemeinsamer Integrale, dass auch die sämtlichen Integrale der reducirten homogenen Differentialgleichung der letzteren Integrale der reducirten der ersteren sind, dass also, wenn die reducirte Differentialgleichung einer nicht homogenen linearen Differentialgleichung, die in der Umgebung von $x = a$ kein eindeutiges, ausserwesentlich discontinuirliches Integral besitzt, irreductibel ist, es auch die nicht homogene Differentialgleichung sein muss, weil die Zerlegbarkeit dieser auch die Zerlegbarkeit jener nach sich ziehen würde: es ist aber unmittelbar zu sehen, dass die Irreductibilität der reducirten Differentialgleichung mit der durch Existenz eines eindeutigen ausserwesentlich discontinuirlichen Integrales bewirkten Reductibilität der nicht homogenen Differentialgleichung wohl vereinbar ist, da man nur ein solches Integral in die linke Seite der reducirten Differentialgleichung zu substituieren braucht, um die rechte Seite einer solchen nicht homogenen Differentialgleichung zu finden.

Dagegen kann die reducirte homogene Differentialgleichung reducibel sein, während die nicht homogene irreducibel ist; um dies zu beweisen, will ich an einem Beispiele gleich hier eine Untersuchungsmethode anwenden, die im Allgemeinen die Reducibilität und Irreducibilität einer algebraischen Differentialgleichung festzustellen gestattet; ist also z. B. zu entscheiden, ob die Differentialgleichung

$$(9) \quad x^4 y'' + 2x^3 y' - y + p(x) = 0,$$

in welcher $p(x)$ eine nach positiven, steigenden, ganzen Potenzen von x fortschreitende Reihe bedeutet, in der Umgebung des Punktes $x = 0$ reducibel ist, so wird die Möglichkeit der in y, y', y'' identischen Beziehung

$$(10) \quad \Omega_0(x)^2 [x^4 y'' + 2x^3 y' - y + p(x)] = x^4 \Omega_0(x) \frac{d}{dx} [\Omega_0(x) y' + \Omega_1(x) y + q(x)] \\ + \omega_1(x) [\Omega_0(x) y' + \Omega_1(x) y + q(x)]$$

untersucht werden müssen, worin $\Omega_0(x), \Omega_1(x), q(x), \omega_1(x)$ um $x = 0$ herum convergirende Potenzreihen sind. Werden nun die Functionen $\Omega_0(x), \Omega_1(x), q(x)$ in $x = 0$ von der $\lambda_0^{\text{ten}}, \lambda_1^{\text{ten}}, \mu_1^{\text{ten}}$ Ordnung Null, so liefert die Identificirung der Coefficienten von y' und y in der Gleichung (10) als niedrigste Gradzahlen der Coefficienten der einzelnen Posten die Zusammenstellung

$$(11) \quad 3 + \lambda_0, \quad 3 + \lambda_0, \quad 4 + \lambda_1, \quad \mu_1$$

$$(12) \quad 2\lambda_0, \quad 3 + \lambda_0 + \lambda_1, \quad \mu_1 + \lambda_1;$$

sei nun zunächst $\lambda_1 \geq \lambda_0 - 1$, so dass $4 + \lambda_1 \geq 3 + \lambda_0$ ist, so folgt aus (11), dass $\mu_1 \geq 3 + \lambda_0$, und die Gradzahlen in (12) würden dann die Form annehmen

$$2\lambda_0, \quad > 2\lambda_0 + 2, \quad > 2\lambda_0 + 2,$$

was unmöglich ist; wenn dagegen $\lambda_1 < \lambda_0 - 1$, so wird die Zusammenstellung (11) in

$$> \lambda_1 + 4, \quad > \lambda_1 + 4, \quad \mu_1$$

übergehen und somit $\mu_1 = \lambda_1 + 4$ folgen, woraus sich nach (12) die Reihe der Gradzahlen

$$2\lambda_0, \quad > 2\lambda_1 + 4, \quad 2\lambda_1 + 4,$$

also $2\lambda_0 = 2\lambda_1 + 4$ oder $\lambda_0 = \lambda_1 + 2$ ergibt, welche Beziehung, mit $\mu_1 = \lambda_1 + 4$ zusammengestellt, wie unmittelbar aus (10) zu erschen,

$$\Omega_0(x) = x^2, \quad \Omega_1(x) = \pm 1, \quad \omega_1(x) = \mp x^4$$

liefert und die Functionen $q(x)$ und $p(x)$ durch die Gleichungen mit einander verbindet

$$x^2 \frac{dq(x)}{dx} + q(x) = p(x) \quad \text{oder} \quad x^2 \frac{dq(x)}{dx} - q(x) = p(x).$$

Wählt man nun z. B. $p(x) = x^2$, so lässt sich offenbar keins der Integrale $q(x)$ dieser Differentialgleichungen in eine nach ganzen positiven Potenzen von x fortschreitende Reihe entwickeln; es kann somit die reducirte homogene Differentialgleichung zerlegbar sein, wie in unserem Falle

$$x^4(x^4y'' + 2x^3y' - y) = x^6 \frac{d}{dx}(xy^2 \pm y) \mp x^4(x^2y' \pm y),$$

während die ursprüngliche, nicht homogene, wie hier

$$x^4y'' + 2x^3y' - y + x^2 = 0,$$

irreductibel ist, da dieselbe, wie man leicht sieht, ausserdem kein in der Umgebung von $x = 0$ eindeutiges und ausserwesentlich discontinuirliches Integral besitzt.

Mit der Irreductibilität der reducirten Differentialgleichung ist somit auch die Irreductibilität der nicht homogenen Differentialgleichung festgestellt, wenn die Nichtexistenz in der Umgebung von $x = \alpha$ eindeutiger und ausserwesentlich discontinuirlicher Integrale nachgewiesen ist; ist dagegen die reducirte Differentialgleichung reductibel, so muss die nicht homogene Differentialgleichung selbst in Betreff ihrer Reductibilität oder Irreductibilität untersucht werden.

Hiernach werden die in meiner letzten Arbeit¹ für die Irreductibilität homogener linearer Differentialgleichungen aufgestellten Sätze mit genauer Beibehaltung der Form des homogenen Theiles und beliebig gewähltem freien Gliede $p(x - \alpha)$, welches nur der Beschränkung unterworfen ist, dass die nicht homogene Differentialgleichung keine in der Umgebung von $x = \alpha$ eindeutigen und ausserwesentlich discontinuirlichen Integrale besitzt, sämmtlich bestehen bleiben, und es wird z. B., um nur zwei der Sätze hervorzuheben, die lineare Differentialgleichung

$$(x - \alpha)^{2n+1} \mathfrak{P}_0(x - \alpha)y^{(n)} + (x - \alpha)^{2(n-1)+1} \mathfrak{P}_1(x - \alpha)y^{(n-1)} + \dots \\ + (x - \alpha)^{2+1} \mathfrak{P}_{n-1}(x - \alpha)y' + \mathfrak{P}_n(x - \alpha)y + \mathfrak{P}(x - \alpha) = 0,$$

in welcher $\mathfrak{P}_0(0)$ und $\mathfrak{P}_n(0)$ von Null verschieden sind, und ρ eine beliebige positive ganze Zahl bedeutet, irreductibel sein, ebenso die Differentialgleichung

$$(x - \alpha)^{n+3} \mathfrak{P}_0(x - \alpha)y^{(n)} + (x - \alpha)^{n+2} \mathfrak{P}_1(x - \alpha)y^{(n-1)} + \dots \\ + (x - \alpha)^4 \mathfrak{P}_{n-1}(x - \alpha)y' + \mathfrak{P}_n(x - \alpha)y + \mathfrak{P}(x - \alpha) = 0,$$

¹ Sitzungsberichte vom 20. Juli 1899; die Beweise der dort ausgesprochenen Theoreme werden in den mathematischen Annalen veröffentlicht werden.

in welcher ebenfalls $\mathfrak{P}_0(\alpha)$ und $\mathfrak{P}_n(\alpha)$ von Null verschieden sind und n eine nicht durch 3 theilbare ganze Zahl ist, vorausgesetzt, dass diese Differentialgleichungen kein in der Umgebung von $x = \alpha$ eindeutiges und ausserwesentlich discontinuirliches Integral besitzen, u. a. m.

Nachdem diese Bemerkungen vorausgeschickt worden, die sich natürlich auch aus der Zerlegungsformel (1) selbst ableiten lassen, können wir nunmehr zur Untersuchung der Form der allgemeinen irreducibeln algebraischen Differentialgleichungen übergehen.

Seien zwei Differentialausdrücke

$$(13) \quad P = F(x - \alpha, y, y', \dots, y^{(n)}) \tag{ $n > v$ }$$

$$(14) \quad Q = f(x - \alpha, y, y', \dots, y^{(v)})$$

gegeben, worin F und f ganze Functionen von y, y', y'', \dots bedeuten, deren Coefficienten nach ganzen Potenzen von $x - \alpha$ fortschreitende Reihen sind, welche negative Exponenten nur in endlicher Anzahl enthalten, und werde gleich von vorn herein vorausgesetzt, dass F und f in Bezug auf $y^{(n)}$ bez. $y^{(v)}$ algebraisch irreducibel sind. Da sich durch successive Differentiation von (14) $y^{(v+1)}, y^{(v+2)}, \dots, y^{(n)}$ als ganze Functionen von $\frac{dQ}{dx}, \dots, \frac{d^{n-v}Q}{dx^{n-v}}$ ergeben, deren Coefficienten rationale Functionen von $y, y', \dots, y^{(v)}$ sind, die in Bezug auf $x - \alpha$ wieder gleichartig mit Q , und deren gemeinsamer Nenner, wie man leicht sieht,

$$\left(\frac{\partial f(x - \alpha, y, y', \dots, y^{(v)})}{\partial y^{(v)}} \right)^s$$

ist, worin im Allgemeinen

$$s = 2^{n-v-1} \quad \text{oder} \quad s = 2^{n-v} - 1$$

ist, je nachdem Q in Bezug auf $y^{(v)}$ vom ersten oder von höherem Grade ist, so wird sich für eine beliebige Function y der Differentialausdruck P

als ganze Function von $\frac{dQ}{dx}, \dots, \frac{d^{n-v}Q}{dx^{n-v}}$ in der Form ausdrücken lassen

$$(15) \quad \left(\frac{\partial f(x - \alpha, y, y', \dots, y^{(v)})}{\partial y^{(v)}} \right)^s P \\ = \Phi(x - \alpha, y, y', \dots, y^{(v)}) + \rho_1(x - \alpha) \frac{dQ}{dx} + \dots + \rho_{n-v}(x - \alpha) \frac{d^{n-v}Q}{dx^{n-v}} \\ + \rho_{01}(x - \alpha) y \frac{dQ}{dx} + \rho_{11}(x - \alpha) y' \frac{dQ}{dx} + \dots + \rho_{1v}(x - \alpha) y^{(v)} \frac{dQ}{dx} + \bar{\rho}_2(x - \alpha) \left(\frac{dQ}{dx} \right)^2 \\ + \dots \dots \dots$$

worin Φ eine ganze Function von $y, y', \dots y^{(v)}$ ist, in $x - \alpha$ gleichartig mit den Coefficienten in P und Q , und die Functionen

$$\rho_1(x - \alpha), \rho_2(x - \alpha), \dots \rho_{\sigma}(x - \alpha), \dots$$

ebenfalls nach ganzen Potenzen von $x - \alpha$ fortschreitende Reihen sind, welche nur eine endliche Anzahl negativer Potenzen von $x - \alpha$ enthalten. Nehmen wir nun an, dass die algebraischen Differentialgleichungen

$$(16) \quad P = F(x - \alpha, y, y', \dots y^{(n)}) = 0,$$

$$(17) \quad Q = f(x - \alpha, y, y', \dots y^{(v)}) = 0$$

ein Integral gemein haben, welches in der Umgebung von $x = \alpha$ weder einer algebraischen Gleichung genügt, deren Coefficienten nach ganzen positiven Potenzen von $x - \alpha$ fortschreitende Reihen sind, welches also den Charakter einer algebraischen Function hat, noch eine algebraische Differentialgleichung mit, denen von P und Q , gleichartigen Coefficienten von niedriger Ordnung als der v^{ten} befriedigt, so muss vermöge der Beziehung (15) dasselbe Integral auch der Differentialgleichung

$$\Phi(x - \alpha, y, y', \dots y^{(v)}) = 0$$

genügen; der Differentialausdruck Φ wird also nach der für $Q = 0$ gemachten Annahme identisch verschwinden müssen, wenn er von niedrigerer Ordnung als der v^{ten} ist; ist er jedoch von der v^{ten} Ordnung, so kann er zunächst in Bezug auf $y^{(v)}$ nicht von niedrigerem Grade sein als Q , weil, wenn die beiden Differentialausdrücke Φ und Q als Polynome von $y^{(v)}$ aufgefasst und zwischen ihnen nach der Methode des grössten gemeinschaftlichen Theilers verfahren wird, sich einerseits ein solcher nicht ergeben darf, weil die algebraische Irreductibilität von Q in Bezug auf $y^{(v)}$ vorausgesetzt war, andererseits ein von $y^{(v)}$ freier Rest, also ein Differentialausdruck $v - 1^{\text{ter}}$ Ordnung, der gleichartig mit den gegebenen Differentialausdrücken ist, gegen die Voraussetzung für das gemeinsame Integral verschwinden müsste. Es bleibt also nur die Annahme übrig, dass Φ in Bezug auf $y^{(v)}$ von demselben oder höherem Grade als Q ist; da aber dann die Elimination von $y^{(v)}$ zwischen $\Phi = 0$ und $Q = 0$ auf eine gleichartige algebraische Differentialgleichung $v - 1^{\text{ter}}$ Ordnung führen würde, welcher wiederum gegen die Voraussetzung das gemeinsame Integral genügen würde, so muss Φ das Polynom Q als Factor enthalten, und es wird sich somit unter der gemachten Annahme, dass die Differentialgleichungen (16) und (17) ein Integral von nicht algebraischem Charakter mit einander gemein haben, welches nicht schon einer gleichartigen algebraischen Differentialgleichung niedriger Ordnung als der v^{ten} genügt, die in y und dessen Ableitungen identische Beziehung ergeben

ren Grades in Bezug auf den höchsten Differentialquotienten ein Integral gemein hat, alle ihre Integrale in der Umgebung von α jener Differentialgleichung genügen werden, da das gemeinsame Integral einerseits nicht den Charakter einer algebraischen Function haben kann, weil ein solches stets einer gleichartigen Differentialgleichung erster Ordnung Genüge leistet, andererseits auch der Annahme der Irreductibilität zufolge nicht der Differentialgleichung

$$\frac{\partial f(x-\alpha, y, y', \dots, y^{(v)})}{\partial y^{(v)}} = 0$$

genügen kann.

Sei nun eine algebraische Differentialgleichung n^{ter} Ordnung

$$(19) \quad R = r(x-\alpha) + r_0(x-\alpha)y + r_1(x-\alpha)y' + \dots + r_n(x-\alpha)y^{(n)} \\ + r_{00}(x-\alpha)y^2 + r_{01}(x-\alpha)yy' + \dots + r_{n-1n}(x-\alpha)y^{(n-1)}y^{(n)} \\ + \dots = 0$$

gegeben, in welcher $r, r_0, r_1, \dots, r_{00}, \dots$ nach ganzen Potenzen von $x-\alpha$ fortschreitende Reihen darstellen, welche negative Exponenten nur in endlicher Anzahl enthalten, so soll diese wieder eine homogene genannt werden, wenn sie kein von der Function y und deren Ableitungen freies Glied besitzt oder wenn $r(x-\alpha)$ identisch Null ist.

Hat nun eine homogene algebraische Differentialgleichung n^{ter} Ordnung $P = 0$, die wir stets als algebraisch irreductibel in Bezug auf den höchsten Differentialquotienten voraussetzen, mit keiner gleichartigen homogenen Differentialgleichung niederer Ordnung ein Integral gemein, hat sie also auch kein Integral, das in α den Charakter einer algebraischen Function besitzt, habe dieselbe jedoch mit einer gleichartigen nicht homogenen Differentialgleichung v^{ter} Ordnung ($v < n$)

$$Q = \bar{Q} + q(x-\alpha) = 0,$$

worin \bar{Q} den homogenen Theil des Differentialausdruckes Q bedeutet, ein gemeinsames Integral, so wird die durch Differentiation hergeleitete Differentialgleichung $v+1^{\text{ter}}$ Ordnung

$$Q' = \bar{Q}' + q'(x-\alpha) = 0$$

durch denselben Werth von y befriedigt werden, also auch die homogene Differentialgleichung

$$(20) \quad \bar{Q}' = \bar{Q}'q(x-\alpha) - \bar{Q}q'(x-\alpha) = 0,$$

welche von der $v+1^{\text{ten}}$ Ordnung ist und $y^{(v+1)}$ nur in erster Potenz enthält. Nun kann zunächst v nicht kleiner als $n-1$, also $v+1 < n$ sein, da sonst die homogene Differentialgleichung n^{ter} Ordnung mit einer homogenen Differentialgleichung niederer Ordnung ein Integral gemein hätte, und es bleibt somit nur der Fall $v = n-1$ zu unter-

suchen; dann wird aber die homogene Differentialgleichung (20) von der n^{ten} Ordnung und in Bezug auf $y^{(n)}$ vom ersten Grade sein. Da sich aber wieder $y^{(n)}$ nicht zwischen dieser und $P = 0$ eliminieren lassen darf, weil sich sonst gegen die Voraussetzung für dasselbe Integral eine homogene Differentialgleichung $n-1^{\text{ter}}$ Ordnung ergeben würde, so wird in Folge der algebraischen Irreductibilität von $P = 0$ in Beziehung auf $y^{(n)}$

$$P = \bar{Q}'q(x-\alpha) - \bar{Q}q'(x-\alpha)$$

folgen, und daher die Integrale der homogenen Differentialgleichung $n-1^{\text{ter}}$ Ordnung $\bar{Q} = 0$ der Differentialgleichung $P = 0$ genügen, was wiederum gegen die Annahme ist. Es ist somit ersichtlich, dass, wenn eine homogene Differentialgleichung reductibel ist von der Art, dass sie mit einer nicht homogenen Differentialgleichung niederer Ordnung ein Integral gemein hat, dieselbe auch mit einer homogenen Differentialgleichung niederer Ordnung ein gemeinsames Integral besitzen wird. Und ist $Q = 0$ die homogene Differentialgleichung niedrigster Ordnung, welche dieses Integral mit $P = 0$ gemein hat, so folgt, dass jedenfalls eine homogene algebraische Differentialgleichung existirt, welche mit einer gegebenen homogenen reductibeln Differentialgleichung in der durch (18) dargestellten Zerlegungsform steht, vorausgesetzt, dass kein Integral der reductibeln Differentialgleichung in der Umgebung von $x = \alpha$ den Charakter einer algebraischen Function hat, dass also, wenn eine solche Zerlegung als unmöglich erwiesen ist, die homogene algebraische Differentialgleichung irreductibel ist, während wir, wenn eine Beziehung von der Form (18) besteht, sagen werden, die Differentialgleichung $P = 0$ ist auf die Differentialgleichung niederer Ordnung $Q = 0$ reductibel.

Wenn nun eine nicht homogene Differentialgleichung ein Integral mit keiner nicht homogenen Differentialgleichung niederer Ordnung gemein hat, dagegen ein solches gemeinsam hätte mit einer homogenen Differentialgleichung niedrigster Ordnung $Q = 0$, so würde in der Zerlegungsform (18), da der algebraische Charakter des Integrals wieder durch die Annahme ausgeschlossen ist, $y = 0$ die rechte Seite verschwinden machen und daher, da $P = 0$ eine nicht homogene Differentialgleichung ist,

$$\frac{\partial f(x-\alpha, y, y', \dots, y^{(n)})}{\partial y^{(n)}}$$

für $y = 0$ selbst Null werden müssen, woraus sich, wie leicht zu sehen, ergibt, dass, wenn eine nicht homogene Differential-

gleichung ein Integral mit keiner nicht homogenen Differentialgleichung niederer Ordnung gemein hat, sie dieses Integral nur mit einer solchen homogenen Differentialgleichung niederer Ordnung ν gemein haben kann, in welcher der Coefficient der ersten Potenz von $y^{(\nu)}$ selbst homogen in Bezug auf $y, y', \dots y^{(\nu-1)}$ ist.

Ist also eine nicht homogene Differentialgleichung reductibel von der Art, dass sie mit einer homogenen Differentialgleichung niederer Ordnung, für welche der eben bezeichnete Coefficient nicht homogen ist, ein gemeinsames Integral besitzt, so wird sie auch mit einer nicht homogenen Differentialgleichung niederer Ordnung dieses Integral gemein haben, und es ergibt sich somit, dass eine nicht homogene reductible algebraische Differentialgleichung jedenfalls mit einer nicht homogenen algebraischen Differentialgleichung oder einer homogenen Differentialgleichung niederer Ordnung, in welcher der Coefficient der ersten Potenz der höchsten Ableitung wiederum homogen ist, in der durch die Zerlegungsform dargestellten Beziehung stehen wird, vorausgesetzt, dass diese Differentialgleichung in der Umgebung des betrachteten Punktes nicht Integrale von algebraischem Charakter besitzt, dass also, wenn eine solche Zerlegung als unmöglich erwiesen ist, die algebraische nicht homogene Differentialgleichung irreductibel sein muss.

Sei nun eine algebraische Differentialgleichung n^{ter} Ordnung gegeben, die nach homogenen Functionen der abhängigen Variablen und deren Ableitungen geordnet Coefficienten besitzen möge, welche nach ganzen positiven Potenzen von $x - \alpha$ fortschreitende Reihen sind, also die Form habe

$$r(x - \alpha) + r_0(x - \alpha)y + r_1(x - \alpha)y' + \dots + r_n(x - \alpha)y^{(n)} + r_{00}(x - \alpha)y^2 + r_{01}(x - \alpha)yy' + \dots + r_{n-1n}(x - \alpha)y^{(n-1)}y^{(n)} + \dots = 0,$$

so kann dieselbe, indem

$$\frac{1}{(x - \alpha)^k} (x - \alpha)^k y^{(k)} \text{ statt } y^{(k)}$$

substituirt wird, durch Multiplication mit einer passenden positiven ganzen Potenz von $x - \alpha$ in die Normalform übergeführt werden

$$s(x - \alpha) + s_0(x - \alpha)y + s_1(x - \alpha)(x - \alpha)y' + s_2(x - \alpha)(x - \alpha)^2y'' + \dots + s_{00}(x - \alpha)y^2 + s_{01}(x - \alpha)y(x - \alpha)y' + \dots + s_{n-1n}(x - \alpha)(x - \alpha)^{n-1}y^{(n-1)}(x - \alpha)^ny^{(n)} + \dots = 0,$$

für die man annehmen darf, dass $s_0(x-\alpha), s_1(x-\alpha), \dots, s_n(x-\alpha)$, wenn sie nicht identisch Null sind, nicht sämtlich für $x=\alpha$ verschwinden, indem man sonst, wenn $(x-\alpha)^n$ die höchste gemeinsame Potenz von $x-\alpha$ wäre, die Gleichung nur mit $(x-\alpha)^{-n}$ zu multipliciren brauchte, und die Differentialgleichung die Form annähme

$$(21) \quad P = p(x-\alpha) + p_0(x-\alpha)y + p_1(x-\alpha)(x-\alpha)y' + p_2(x-\alpha)(x-\alpha)^2y'' + \dots + p_n(x-\alpha)(x-\alpha)^ny^{(n)} + p_{00}(x-\alpha)y^2 + p_{01}(x-\alpha)y(x-\alpha)y' + \dots + p_{n-1n}(x-\alpha)(x-\alpha)^{n-1}y^{(n-1)}(x-\alpha)^ny^{(n)} + \dots = 0,$$

in welcher $p_0(x-\alpha), p_1(x-\alpha), \dots, p_n(x-\alpha)$ entweder identisch Null sind oder TAYLOR'sche Reihen darstellen, die nicht sämtlich für $x = \alpha$ verschwinden, und $p(x-\alpha), p_{00}(x-\alpha), p_{01}(x-\alpha), \dots$ nach steigenden ganzen Potenzen von $x-\alpha$ fortschreitende Reihen sind, welche ganze negative Potenzen von $x-\alpha$ nur in endlicher Anzahl enthalten. Sei ferner eine algebraische Differentialgleichung v^{ter} Ordnung wiederum in der Normalform und mit Coefficienten von demselben Charakter

$$(22) \quad Q = q(x-\alpha) + q_0(x-\alpha)y + q_1(x-\alpha)(x-\alpha)y' + \dots + q_v(x-\alpha)(x-\alpha)^vy^{(v)} + q_{00}(x-\alpha)y^2 + q_{01}(x-\alpha)y(x-\alpha)y' + \dots + q_{v-1v}(x-\alpha)(x-\alpha)^{v-1}y^{(v-1)}(x-\alpha)^vy^{(v)} + \dots = 0$$

vorgelegt, in welcher $v < n$ ist, so wird sich für eine beliebige Function y der Differentialausdruck P durch den Differentialausdruck Q und dessen nach x genommene Ableitungen in der durch (15) gegebenen Form darstellen lassen, und wenn man weiter annimmt, dass $P = 0$ und $Q = 0$ ein gemeinsames Integral besitzen, welches nicht schon einer gleichartigen algebraischen Differentialgleichung von niederer Ordnung als der v^{ten} genügt und nicht den Charakter einer algebraischen Function hat, nach (18) die in $y, y', \dots, y^{(n)}$ identische Gleichung bestehen

$$\left(\frac{\partial Q}{\partial y^{(v)}}\right)^s P = \varepsilon_0(x-\alpha)Q + \varepsilon_1(x-\alpha)\frac{dQ}{dx} + \dots + \varepsilon_{n-v}(x-\alpha)\frac{d^{n-v}Q}{dx^{n-v}} + \varepsilon_{00}(x-\alpha)yQ + \varepsilon_{10}(x-\alpha)y'Q + \dots + \varepsilon_{v-1}(x-\alpha)y^{(v-1)}Q + \varepsilon_0(x-\alpha)Q^2 + \dots + \varepsilon_{01}(x-\alpha)y\frac{dQ}{dx} + \dots + \varepsilon_{v1}(x-\alpha)y^{(v)}\frac{dQ}{dx} + \varepsilon_1(x-\alpha)Q\frac{dQ}{dx} + \dots + \dots$$

worin die Reihen $\varepsilon_0(x-\alpha), \dots, \varepsilon_{n-v}(x-\alpha), \dots$ nur eine endliche Anzahl negativer Potenzen von $x-\alpha$ enthalten; ersetzt man endlich auch hier

$$y^{(v)} \text{ durch } \frac{1}{(x-\alpha)^\lambda} (x-\alpha)^\lambda y^{(v)}, \text{ und } \frac{d^v Q}{dx^v} \text{ durch } \frac{1}{(x-\alpha)^\lambda} (x-\alpha)^\lambda \frac{d^v Q}{dx^v},$$

so dass man

$$\begin{aligned} & \left(\frac{\partial Q}{\partial y^{(\nu)}} \right)^s P \\ = & \sigma_0(x-\alpha) Q + \sigma_1(x-\alpha)(x-\alpha) \frac{dQ}{dx} + \dots + \sigma_{n-\nu}(x-\alpha)(x-\alpha)^{n-\nu} \frac{d^{n-\nu}Q}{dx^{n-\nu}} \\ & + \sigma_{\infty}(x-\alpha) y Q + \sigma_{1\infty}(x-\alpha)(x-\alpha) y' Q + \dots \end{aligned}$$

erhält, worin $\sigma_0(x-\alpha), \dots, \sigma_{\infty}(x-\alpha), \dots$ wiederum nach ganzen Potenzen von $x-\alpha$ fortschreitende Reihen bedeuten, die negative Potenzen von $x-\alpha$ nur in endlicher Anzahl enthalten, so ergibt sich durch Multiplication dieser Gleichung mit einer passenden positiven oder negativen ganzen Potenz von $x-\alpha$ die Identität

$$\begin{aligned} (23) \quad & (x-\alpha)^\varepsilon \left(\frac{\partial Q}{\partial y^{(\nu)}} \right)^s P \\ = & \phi_0(x-\alpha) Q + \phi_1(x-\alpha)(x-\alpha) \frac{dQ}{dx} + \dots \\ & + \phi_{n-\nu}(x-\alpha)(x-\alpha)^{n-\nu} \frac{d^{n-\nu}Q}{dx^{n-\nu}} \\ & + \phi_{\infty}(x-\alpha) y Q + \phi_{1\infty}(x-\alpha)(x-\alpha) y' Q + \dots \\ & + \phi_{\nu\infty}(x-\alpha)(x-\alpha)^\nu y^{(\nu)} Q + \bar{\phi}_0(x-\alpha) Q^2 + \dots \\ & + \phi_{01}(x-\alpha) y(x-\alpha) \frac{dQ}{dx} + \dots + \phi_{11}(x-\alpha)(x-\alpha) y'(x-\alpha) \frac{dQ}{dx} \\ & + \bar{\phi}_1(x-\alpha) Q(x-\alpha) \frac{dQ}{dx} + \dots \\ & + \dots \dots \dots \end{aligned}$$

worin ε eine positive oder negative ganze Zahl,

$$\phi_0(x-\alpha), \phi_1(x-\alpha), \dots, \phi_{n-\nu}(x-\alpha)$$

TAYLOR'sche Reihen sind, welche entweder identisch Null oder nicht sämmtlich für $x=\alpha$ verschwinden, und

$$\phi_{\infty}(x-\alpha), \dots, \phi_{1\infty}(x-\alpha), \dots$$

nach steigenden ganzen Potenzen von $x-\alpha$ fortschreitende Reihen darstellen, welche ganze negative Potenzen von $x-\alpha$ nur in endlicher Anzahl enthalten.

Sei nun in der Normalform (21) die homogene algebraische Differentialgleichung

$$\begin{aligned} (24) \quad P = & p_0(x-\alpha)y + p_1(x-\alpha)(x-\alpha)y' \\ & + p_2(x-\alpha)(x-\alpha)^2 y'' + \dots + p_n(x-\alpha)(x-\alpha)^n y^{(n)} \\ & + p_{0\infty}(x-\alpha)y^2 + p_{01}(x-\alpha)y(x-\alpha)y' + \dots \\ & + p_{n-1n}(x-\alpha)(x-\alpha)^{n-1} y^{(n-1)}(x-\alpha)^n y^{(n)} \\ & + \dots \dots \dots = 0 \end{aligned}$$

vorgelegt, in welcher $p_0(x-\alpha), p_1(x-\alpha), \dots, p_n(x-\alpha)$ TAYLOR'sche Reihen darstellen, die nicht sämmtlich für $x = \alpha$ verschwinden, wenn sie nicht alle identisch Null sind, und $p_{00}(x-\alpha), p_{01}(x-\alpha), \dots$ nach steigenden ganzen Potenzen von $x-\alpha$ fortschreitende Reihen sind, welche ganze negative Potenzen von $x-\alpha$ nur in endlicher Anzahl enthalten, und werde angenommen, diese Differentialgleichung sei reductibel, so hat diese nach den früheren Auseinandersetzungen in der Umgebung von α entweder ein Integral von algebraischem Charakter oder es giebt eine ebenfalls homogene algebraische Differentialgleichung v^{ter} Ordnung ($v < n$)

$$(25) \quad Q = q_0(x-\alpha)y + q_1(x-\alpha)(x-\alpha)y' + q_2(x-\alpha)(x-\alpha)^2y'' + \dots + q_v(x-\alpha)(x-\alpha)^vy^{(v)} + q_{00}(x-\alpha)y^2 + q_{01}(x-\alpha)y(x-\alpha)y' + \dots + q_{v-1v}(x-\alpha)(x-\alpha)^{v-1}y^{(v-1)}(x-\alpha)^vy^{(v)} + \dots = 0,$$

worin $q_0(x-\alpha), \dots, q_v(x-\alpha)$ ebenfalls TAYLOR'sche Reihen sind, die nicht den gemeinsamen Factor $x-\alpha$ haben, wenn sie nicht identisch verschwinden und in den Reihen $q_{00}(x-\alpha), \dots$ negative Potenzen von $x-\alpha$ auch nur in endlicher Anzahl vorkommen, und welche mit P in der für alle y, y', \dots identischen Beziehung (23) steht. Setzt man nun in diese Identität

$$y = (x-\alpha)^k,$$

worin k eine ganze Zahl bedeutet, deren untere Grenze noch weiter bestimmt werden soll, so wird, wenn

$$(26) \quad q_0^{(k)}(0) + kq_1^{(k)}(0) + k(k-1)q_2^{(k)}(0) + \dots + k(k-1)\dots(k-v+1)q_v^{(k)}(0) = \rho! \cdot A_2$$

gesetzt wird, Q die Form annehmen

$$(27) \quad Q = A_0(x-\alpha)^k + A_1(x-\alpha)^{k+1} + A_2(x-\alpha)^{k+2} + \dots + B_0(x-\alpha)^{2k-\varepsilon_2} + B_1(x-\alpha)^{2k-\varepsilon_2+1} + \dots + C_0(x-\alpha)^{3k-\varepsilon_3} + C_1(x-\alpha)^{3k-\varepsilon_3+1} + \dots + \dots,$$

wenn $-\varepsilon_2$ der höchste negative Exponent in den Gliedern zweiter Dimension von (25), $-\varepsilon_3$ der höchste negative Exponent in denen dritter Dimension ist u. s. w., und worin die $B_0, B_1, \dots, C_0, C_1, \dots$ u. s. w. ebenso wie die A_0, A_1, \dots ganze Functionen von k darstellen.

Sei nun die höchste Dimension von Q in y und dessen Ableitungen die m^{te} , und wählt man k grösser als die grösste der Zahlen

$$\varepsilon_3 - \varepsilon_2, \varepsilon_4 - \varepsilon_3, \dots, \varepsilon_m - \varepsilon_{m-1},$$

so wird für $\rho = 3, 4, \dots, m$

$$\rho k - \varepsilon_\rho > 2k - \varepsilon_2,$$

und es werden somit für die unendlich vielen positiven ganzen Zahlen k , welche über die bezeichnete Grenze hinaus liegen, die Zahlen

$$2k - \varepsilon_2, 3k - \varepsilon_3, \dots mk - \varepsilon_m$$

eine wachsende Reihe bilden, und wenn man noch die Bedingung hinzufügt, dass für eine bestimmt gewählte positive ganze Zahl δ

$$2k - \varepsilon_2 > k + \delta \quad \text{oder} \quad k > \varepsilon_2 + \delta$$

ist, wiederum unendlich viele auf einander folgende, über eine bestimmte Grenze hinaus liegende ganze Zahlen k existiren, für welche die Exponenten von $x - \alpha$ in der zweiten, dritten, ... Horizontalreihe des Ausdruckes (27) für Q sämmtlich grösser als $k + \delta$ sind, so dass

$$Q = A_0(x - \alpha)^k + A_1(x - \alpha)^{k+1} + A_2(x - \alpha)^{k+2} \dots \\ + A_\delta(x - \alpha)^{k+\delta} + \mathfrak{A}_1(x - \alpha)^{k+\delta+1} + \dots$$

$$(x - \alpha) \frac{dQ}{dx} = kA_0(x - \alpha)^k + (k + 1)A_1(x - \alpha)^{k+1} + (k + 2)A_2(x - \alpha)^{k+2} + \dots \\ + (k + \delta)A_\delta(x - \alpha)^{k+\delta} + (k + \delta + 1)\mathfrak{A}_1(x - \alpha)^{k+\delta+1} + \dots$$

$$(x - \alpha)^2 \frac{d^2Q}{dx^2} = k(k - 1)A_0(x - \alpha)^k + (k + 1)kA_1(x - \alpha)^{k+1} + (k + 2)(k + 1)A_2(x - \alpha)^{k+2} + \dots \\ + (k + \delta)(k + \delta - 1)A_\delta(x - \alpha)^{k+\delta} + (k + \delta + 1)(k + \delta)\mathfrak{A}_1(x - \alpha)^{k+\delta+1} + \dots$$

u. s. w. folgen. Die rechte Seite der Gleichung (23) wird somit die Form annehmen

$$(28) \cdot \left[\phi_0(\alpha) + \phi'_0(\alpha)(x - \alpha) + \frac{\phi''_0(\alpha)}{2!}(x - \alpha)^2 + \dots \right] \\ \left[A_0(x - \alpha)^k + A_1(x - \alpha)^{k+1} + \dots + A_\delta(x - \alpha)^{k+\delta} + \mathfrak{A}_1(x - \alpha)^{k+\delta+1} + \dots \right] \\ + \left[\phi_1(\alpha) + \phi'_1(\alpha)(x - \alpha) + \frac{\phi''_1(\alpha)}{2!}(x - \alpha)^2 + \dots \right] \\ \left[kA_0(x - \alpha)^k + (k + 1)A_1(x - \alpha)^{k+1} + \dots \right. \\ \left. + (k + \delta)A_\delta(x - \alpha)^{k+\delta} + (k + \delta + 1)\mathfrak{A}_1(x - \alpha)^{k+\delta+1} + \dots \right] \\ + \left[\phi_2(\alpha) + \phi'_2(\alpha)(x - \alpha) + \frac{\phi''_2(\alpha)}{2!}(x - \alpha)^2 + \dots \right] \\ \left[k(k - 1)A_0(x - \alpha)^k + (k + 1)kA_1(x - \alpha)^{k+1} + \dots \right. \\ \left. + (k + \delta)(k + \delta - 1)A_\delta(x - \alpha)^{k+\delta} + (k + \delta + 1)(k + \delta)\mathfrak{A}_1(x - \alpha)^{k+\delta+1} + \dots \right] \\ + \dots \\ + [\phi_{n-\nu}(\alpha) + \phi'_{n-\nu}(\alpha)(x - \alpha) + \dots] \\ [k(k - 1) \dots (k - n + \nu + 1)A_0(x - \alpha)^k + (k + 1)k \dots \\ (k - n + \nu + 2)A_1(x - \alpha)^{k+1} + \dots] \\ + \phi_{\infty}(x - \alpha)[A_0(x - \alpha)^{2k} + A_1(x - \alpha)^{2k+1} + \dots] \\ + \phi_{10}(x - \alpha)[kA_0(x - \alpha)^{2k} + kA_1(x - \alpha)^{2k+1} + \dots] + \dots,$$

worin $\phi_{00}(x-\alpha)$, $\phi_{10}(x-\alpha)$, ... negative Potenzen von $x-\alpha$ nur in endlicher Anzahl enthalten. Ist nunmehr $-\eta_2$ der höchste negative Exponent in den ϕ -Functionen der Posten zweiter Dimension in y , Q und deren Ableitungen auf der rechten Seite der Gleichung (23), $-\eta_3$ der höchste negative Exponent in den ϕ -Functionen der Posten dritter Dimension u. s. w., so werden die Entwicklungen der Glieder zweiter, dritter u. s. w. Dimension mit

$$(x-\alpha)^{2k-\eta_2}, (x-\alpha)^{3k-\eta_3}, \dots$$

beginnen, und wählt man wieder, wenn s die höchste Dimension der rechten Seite von (23) in y , Q und dessen Ableitungen bezeichnet, k grösser als die grösste der Zahlen

$$\eta_3 - \eta_2, \eta_4 - \eta_3, \dots, \eta_s - \eta_{s-1},$$

so wird für $\rho = 3, 4, \dots, s$

$$\rho k - \eta_\rho > 2k - \eta_2,$$

und es werden somit für die unendlich vielen positiven ganzen Zahlen k , welche nicht bloss über die früher bezeichnete, sondern auch über die eben angegebene Grenze hinausliegen, die Zahlen

$$2k - \eta_2, 3k - \eta_3, \dots, sk - \eta_s$$

eine wachsende Reihe bilden, und wenn weiter k so gross gewählt wird, dass

$$2k - \eta_2 > k + \delta \quad \text{oder} \quad k > \eta_2 + \delta,$$

wiederum unendlich viele auf einander folgende, über eine bestimmte Grenze hinaus liegende ganze Zahlen k existiren, für welche die Exponenten von $x-\alpha$ in allen mit den Coefficienten $\phi_{00}(x-\alpha)$, $\phi_{10}(x-\alpha)$, ... versehenen Posten des Ausdruckes (28) für die rechte Seite der Gleichung (23) sämtlich grösser als $k + \delta$ sind.

Beachtet man aber weiter, dass nach (24) die obige Substitution von $y = (x-\alpha)^k$, wenn

$$(29) \quad p_0^{(s)}(0) + kp_1^{(s)}(0) + k(k-1)p_2^{(s)}(0) + \dots \\ + k(k-1) \dots (k-n+1)p_n^{(s)}(0) = \rho! \cdot a_s$$

gesetzt wird, P in den Ausdruck überführt

$$(30) \quad P = a_0(x-\alpha)^k + a_1(x-\alpha)^{k+1} + a_2(x-\alpha)^{k+2} + \dots \\ + b_0(x-\alpha)^{2k-\zeta_2} + b_1(x-\alpha)^{2k-\zeta_2+1} + \dots \\ + c_0(x-\alpha)^{3k-\zeta_3} + c_1(x-\alpha)^{3k-\zeta_3+1} + \dots$$

worin $-\zeta_2$ der höchste negative Exponent in den Gliedern zweiter Dimension von (24), $-\zeta_3$ der höchste negative Exponent in denen dritter Dimension u. s. w., so wird man wiederum k so gross wählen

können, dass für alle über eine bestimmte Grenze hinaus liegenden ganzzahligen Werthe von k nicht nur alle früheren Bedingungen erfüllt werden, sondern auch in dem Ausdrucke (30) für P die Exponenten von $x - \alpha$ in der zweiten, dritten, ... Horizontalreihe sämmtlich grösser als $k + \delta$ sind, worin δ eine bestimmt vorgelegte ganze Zahl war, also P die Form hat

$$(31) \quad P = a_0(x - \alpha)^k + a_1(x - \alpha)^{k+1} + \dots \\ + a_\delta(x - \alpha)^{k+\delta} + a_{\delta+1}(x - \alpha)^{k+\delta+1} + \dots$$

Nun kann die linke Seite der Gleichung (23), in welcher $\frac{\partial Q}{\partial y^{(e)}}$ eine ganze Function von y und dessen Ableitungen ist, deren Coefficienten Potenzreihen von $x - \alpha$ mit einer nur endlichen Anzahl negativer Potenzen darstellen, in die Form gesetzt werden

$$(x - \alpha)^e P \{ h_0(x - \alpha) + h_1(x - \alpha)y + h_2(x - \alpha)(x - \alpha)y' \\ + h_3(x - \alpha)(x - \alpha)^2 y'' + \dots + h_{\infty}(x - \alpha)y^2 + h_{\infty}(x - \alpha)y(x - \alpha)y' + \dots \\ + \dots \},$$

worin die Reihen $h_0(x - \alpha), h_1(x - \alpha), \dots, h_{\infty}(x - \alpha), \dots$ auch nur eine endliche Anzahl ganzer negativer Potenzen enthalten oder auch durch Substitution von $y = (x - \alpha)^k$ nach (31) in

$$(32) \quad (x - \alpha)^e \{ a_0(x - \alpha)^k + a_1(x - \alpha)^{k+1} + \dots + a_\delta(x - \alpha)^{k+\delta} \\ + a_{\delta+1}(x - \alpha)^{k+\delta+1} + \dots \} \{ g_0(x - \alpha) + g_1(x - \alpha)(x - \alpha)^k \\ + k g_2(x - \alpha)(x - \alpha)^k + k(k - 1) g_3(x - \alpha)(x - \alpha)^k + \dots \\ + g_{\infty}(x - \alpha)(x - \alpha)^{2k} + k g_{\infty}(x - \alpha)(x - \alpha)^{2k} + \dots \\ + \dots \},$$

wovon e eine ganze positive oder negative Zahl bedeutet, und

$$g_0(x - \alpha), g_1(x - \alpha), \dots, g_{\infty}(x - \alpha), \dots$$

nach ganzen steigenden positiven Potenzen von $x - \alpha$ fortschreitende Reihen sind; und aus der Identität der Ausdrücke (28) und (32) für alle über eine bestimmte Grenze hinaus liegenden ganzzahligen Werthe von k sollen nun die weiteren Schlüsse in Betreff der Möglichkeit der Reductibilität homogener algebraischer Differentialgleichungen gezogen werden.

Nehmen wir nun zunächst an, dass die Differentialgleichung $Q = 0$ die höchste Ableitung $y^{(e)}$ in einem Gliede erster Dimension enthält, dass also $g_e(x - \alpha)$ nicht identisch Null ist, so wird $\frac{\partial Q}{\partial y^{(e)}}$ eben diese Function enthalten, und somit, wenn P der Bedingung unterworfen wird, ein oder mehrere Glieder erster Dimension in $y, y', \dots, y^{(n)}$ zu

haben, die linke Seite der Gleichung (23) ein oder mehrere Glieder erster Dimension in y und dessen Ableitungen enthalten. Nun schliessen aber die für P und Q gemachten Annahmen einerseits das identische Verschwinden aller Functionen

(a) $p_0(x-\alpha), p_1(x-\alpha); \dots p_n(x-\alpha)$, bez. $q_0(x-\alpha), q_1(x-\alpha), \dots q_\nu(x-\alpha)$ aus, andererseits dürfen aber auch nicht alle Functionen

$$(b) \quad \phi_0(x-\alpha), \phi_1(x-\alpha), \dots \phi_{n-\nu}(x-\alpha)$$

in der Gleichung (23) identisch Null sein, weil die Glieder von der zweiten Horizontalreihe der rechten Seite an sämtlich Glieder von mindestens der zweiten Dimension liefern würden, während die linke Seite Glieder erster Dimension besitzt, und es wird somit für die eben bezeichneten Grössenreihen (a) und (b) nur die oben gefundene Eigenschaft bestehen, dass die Elemente einer jeden solchen Reihe nicht sämtlich für $x = \alpha$ verschwinden, ohne dass sie alle identisch Null sein dürfen. Wir könnten nun durch Gleichsetzen der in y und dessen Ableitungen linearen Ausdrücke der beiden Seiten der Gleichung (23) die Irreducibilitätsuntersuchung auf die von linearen homogenen Differentialgleichungen zurückführen, wollen aber der weiteren analogen Untersuchungen wegen die Schlüsse an der Form der Gleichung (23) selbst durchführen.

Die niedrigste Potenz von $x-\alpha$ in dem Ausdrucke (28) ist die k^{te} , und es lautet der Coefficient von $(x-\alpha)^k$ vermöge der Gleichung (26)

$$(33) \quad [\phi_0(\alpha) + k\phi_1(\alpha) + k(k-1)\phi_2(\alpha) + \dots + k(k-1)\dots(k-n+\nu+1)\phi_{n-\nu}(\alpha)] \\ \times [q_0(\alpha) + kq_1(\alpha) + k(k-1)q_2(\alpha) + \dots + k(k-1)\dots(k-\nu+1)q_\nu(\alpha)],$$

worin, wie oben gezeigt worden, sowohl $\phi_0(\alpha), \phi_1(\alpha), \dots \phi_{n-\nu}(\alpha)$ als auch $q_0(\alpha), q_1(\alpha), \dots q_\nu(\alpha)$ nicht sämtlich verschwinden; daraus folgt, dass, weil dieser Coefficient nur für bestimmte k verschwinden könnte, das Glied mit $(x-\alpha)^k$, worin k jede über eine bestimmte Grenze hinaus liegende ganze Zahl bedeutet, auf der rechten Seite (28) der durch Substitution von $y = (x-\alpha)^k$ transformirten Gleichung (23) auch wirklich vorkommt; es muss somit auch auf der linken Seite derselben, und somit in dem Ausdrucke (32), enthalten sein. Da nun, wie oben festgestellt worden, angenommen werden durfte, dass $p_0(\alpha), p_1(\alpha), \dots p_n(\alpha)$ nicht sämtlich Null sind, so wird

$$a_e = p_0(\alpha) + kp_1(\alpha) + k(k-1)p_2(\alpha) + \dots + k(k-1)\dots(k-n+1)p_n(\alpha)$$

nicht für jedes k verschwinden und somit zunächst e keine positive ganze Zahl sein, weil sonst die linke Seite von (23) mit einer höheren Potenz als der k^{ten} beginnen würde. Ist aber e eine negative ganze Zahl, so wird, da die Entwicklung von (32) mit $(x-\alpha)^k$ beginnen

muss, die Entwicklung der zweiten Klammer in (32) mit $(x-\alpha)^{-e}$ anfangen müssen, und weil e unabhängig von k ist und k , das schon über eine bestimmte Grenze hinaus liegen musste, ausserdem noch grösser als $-e + \delta$ angenommen werden darf, worin δ die oben beliebig, aber fest angenommene ganze Zahl bedeutet, so wird $\sigma k + e > \delta$, wenn $\sigma = 1, 2, 3, \dots$, und es werden somit alle Posten der zweiten Klammer in (32) — von $g_o(x-\alpha)$ abgesehen — mit $(x-\alpha)^e$ multiplicirt positive Potenzen von $x-\alpha$ liefern, deren Exponent grösser als δ ist. Der Coefficient von $(x-\alpha)^k$ in dem Ausdrucke (32) nimmt daher den Werth an

$$\frac{a_o}{(-e)!} g_{co}^{(-e)}(o)$$

oder nach (29)

$$(34) \quad c_o [p_o(o) + k p_1(o) + k(k-1) p_2(o) + \dots + k(k-1) \dots (k-n+1) p_n(o)],$$

worin c_o eine von k unabhängige nicht verschwindende Constante bedeutet, und es müsste somit nach (33) und (34), welche die Coefficienten von $(x-\alpha)^k$ auf beiden Seiten der Gleichung (23) nach Substitution von $y = (x-\alpha)^k$ bedeuten, die für alle positiven ganzzahligen k , welche über eine bestimmte Grenze hinaus liegen, identische Gleichung bestehen

$$(35) \quad c_o [p_o(o) + k p_1(o) + k(k-1) p_2(o) + \dots + k(k-1) \dots (k-n+1) p_n(o)] \\ = [\phi_o(o) + k \phi_1(o) + k(k-1) \phi_2(o) + \dots + k(k-1) \dots (k-n+v+1) \phi_{n-v}(o)] \\ [q_o(o) + k q_1(o) + k(k-1) q_2(o) + \dots + k(k-1) \dots (k-v+1) q_v(o)].$$

Da nun nach den gemachten Voraussetzungen die oben mit (a) und (b) bezeichneten Grössenreihen nicht identisch verschwinden können, so durfte die Annahme gemacht werden, dass auch keine der Grössenreihen $p_o(o), p_1(o), \dots, p_n(o)$; $q_o(o), q_1(o), \dots, q_v(o)$; $\phi_o(o), \phi_1(o), \dots, \phi_{n-v}(o)$ nur verschwindende Elemente besitze, und setzt man nunmehr

$$p_1(o) = p_2(o) = \dots = p_n(o) = o,$$

also

$$(36) \quad a_o = p_o(o)$$

von k unabhängig und von Null verschieden, oder nimmt an, dass, wenn

$$(37) \quad p_o(x-\alpha) = \mathfrak{P}_o(x-\alpha), p_1(x-\alpha) = (x-\alpha) \mathfrak{P}_1(x-\alpha), \\ \dots p_n(x-\alpha) = (x-\alpha) \mathfrak{P}_n(x-\alpha)$$

gesetzt wird, $\mathfrak{P}_o(o)$ von Null verschieden ist, so ergibt sich aus (35)

$$(38) \quad \phi_1(o) = \phi_2(o) = \dots = \phi_{n-v}(o) = o, \\ q_1(o) = q_2(o) = \dots = q_v(o) = o, \quad \text{also } A_o = q_o(o)$$

und

$$(39) \quad \phi_0(\alpha)q_0(\alpha) = c_0p_0(\alpha).$$

Vergleicht man nunmehr die Coefficienten von $(x-\alpha)^{k+\nu}$ in den beiden identisch gleichen Ausdrücken (28) und (32), so folgt, weil der Bestimmung der unteren Grenze von k gemäss die Posten der zweiten Klammer von (32), von dem ersten abgesehen, mit $(x-\alpha)^e$ multiplicirt Potenzen von $x-\alpha$ lieferten, deren Exponenten grösser als δ sind, worin $\delta > 1$ eine beliebig, aber fest gewählte ganze Zahl war, nach (26) und (29)

$$(40) \quad q_0(\alpha)[\phi'_0(\alpha) + k\phi'_1(\alpha) + \dots + k(k-1)\dots(k-n+\nu+1)\phi'_{n-\nu}(\alpha)] \\ + \phi_0(\alpha)[q'_0(\alpha) + kq'_1(\alpha) + \dots + k(k-1)\dots(k-\nu+1)q'_\nu(\alpha)] \\ = c_1p_0(\alpha) + c_0[p'_0(\alpha) + kp'_1(\alpha) + k(k-1)p'_2(\alpha) + \dots \\ + k(k-1)\dots(k-n+1)p'_n(\alpha)],$$

worin

$$c_i = \frac{1}{(-e+1)!} g_{\infty}^{(-e+1)}(\alpha)$$

eine ebenfalls von k unabhängige Constante ist.

Nimmt man nun an, dass $p'_n(\alpha)$, also auch $\mathfrak{P}_n(\alpha)$ von Null verschieden ist, so wird, weil auch c_0 eine nicht verschwindende Constante war, die rechte Seite der Gleichung (40), welche für alle über eine bestimmte Grenze hinaus liegenden Werthe von k identisch sein muss, k zur n^{ten} Potenz erhoben enthalten, während die linke Seite in Bezug auf k nur vom ν^{ten} oder $n-\nu^{\text{ten}}$ Grade ist, je nachdem $\nu \geq n-\nu$ ist. Daraus folgt aber, dass die Gleichung (40) nicht identisch erfüllt sein kann, dass somit auch die für die Reducibilität der Differentialgleichung $P=0$ auf die Differentialgleichung $Q=0$ nothwendige Identität nicht besteht, und wir erhalten das folgende Theorem:

Eine homogene algebraische Differentialgleichung, welche in Bezug auf den höchsten Differentialquotienten als irreducibel vorausgesetzt wird und welche die Form hat

$$(41) \quad \mathfrak{P}_0(x-\alpha)y + (x-\alpha)^2\mathfrak{P}_1(x-\alpha)y' + (x-\alpha)^3\mathfrak{P}_2(x-\alpha)y'' + \dots \\ + (x-\alpha)^n\mathfrak{P}_{n-1}(x-\alpha)y^{(n-1)} + (x-\alpha)^{n+1}\mathfrak{P}_n(x-\alpha)y^{(n)} + \mathfrak{P}_{00}(x-\alpha)y^2 \\ + \mathfrak{P}_{01}(x-\alpha)yy' + \dots + \mathfrak{P}_{n-1n}(x-\alpha)y^{(n-1)}y^{(n)} + \dots = 0,$$

worin $\mathfrak{P}_0(x-\alpha), \mathfrak{P}_1(x-\alpha), \dots, \mathfrak{P}_n(x-\alpha)$ nach positiven ganzen Potenzen von $x-\alpha$ fortschreitende Reihen und $\mathfrak{P}_0(\alpha)$ sowie $\mathfrak{P}_n(\alpha)$ von Null verschieden sind, $\mathfrak{P}_{00}(x-\alpha), \mathfrak{P}_{01}(x-\alpha), \dots$ Reihen mit ganzen Potenzen von $x-\alpha$ darstellen, die nur eine endliche Anzahl negativer Potenzen enthalten, ist nicht auf eine gleichartige algebraische Differentialgleichung nie-

derer Ordnung reductibel, in welcher der höchste Differentialquotient in einem Gliede erster Dimension vorkommt, wie es in der Gleichung (41) der Fall ist, da $\mathfrak{P}_0(x-\alpha)$ und $\mathfrak{P}_n(x-\alpha)$ nicht identisch Null sein durften.

Ebenso ist leicht zu sehen, dass, wenn

$$p_1(\circ) = p_2(\circ) = \dots = p_n(\circ) = \circ, \text{ also } p_0(\circ) \neq \circ, \\ \text{ferner } p'_{n-1}(\circ) \neq \circ \text{ und } p'_n(\circ) = \circ$$

oder für

$$p_0(x-\alpha) = \mathfrak{P}_0(x-\alpha), p_1(x-\alpha) = (x-\alpha)\mathfrak{P}_1(x-\alpha), \dots \\ p_{n-2}(x-\alpha) = (x-\alpha)\mathfrak{P}_{n-2}(x-\alpha), p_{n-1}(x-\alpha) = (x-\alpha)\mathfrak{P}_{n-1}(x-\alpha), \\ p_n(x-\alpha) = (x-\alpha)^2\mathfrak{P}_n(x-\alpha)$$

die Werthe $\mathfrak{P}_0(\circ)$ und $\mathfrak{P}_{n-1}(\circ)$ von Null verschieden sind, weil die rechte Seite der identisch zu befriedigenden Gleichung (40) in Bezug auf k vom $n-1$ ten Grade ist, die homogene algebraische Differentialgleichung

$$\mathfrak{P}_0(x-\alpha)y + (x-\alpha)^2\mathfrak{P}_1(x-\alpha)y' + (x-\alpha)^3\mathfrak{P}_2(x-\alpha)y'' + \dots \\ + (x-\alpha)^n\mathfrak{P}_{n-1}(x-\alpha)y^{(n-1)} + (x-\alpha)^{n+2}\mathfrak{P}_n(x-\alpha)y^{(n)} \\ + \mathfrak{P}_{00}(x-\alpha)y^2 + \mathfrak{P}_{01}(x-\alpha)yy' + \dots + \mathfrak{P}_{n-1n}(x-\alpha)y^{(n-1)}y^{(n)} + \dots = \circ,$$

in welcher $\mathfrak{P}_0(\circ)$ und $\mathfrak{P}_{n-1}(\circ)$ von Null verschieden sind, nur auf eine gleichartige algebraische Differentialgleichung erster oder $n-1$ ter Ordnung, in welcher der höchste Differentialquotient in einem Gliede erster Dimension vorkommt, reductibel ist.

Ist jedoch

$$p_1(\circ) = p_2(\circ) = \dots = p_n(\circ) = \circ, \quad p'_1(\circ) = p'_2(\circ) = \dots = p'_n(\circ) = \circ,$$

so folgt aus (40), dass die linke Seite dieser Gleichung von k unabhängig sein muss und somit entweder $n-\nu = \nu$, also n eine gerade Zahl, oder mindestens $\phi'_{n-\nu}(\circ)$ bez. $q'_\nu(\circ)$ verschwinden müssen, je nachdem $n-\nu \geq \nu$ ist. Nun liefert aber die Identificirung der Coefficienten von $(x-\alpha)^{k+2}$ in den beiden Ausdrücken (28) und (32), wenn $\delta > 2$ angenommen wurde, die Beziehung

$$(42) \quad \frac{1}{2}\phi_0(\circ)[q''_0(\circ) + kq''_1(\circ) + \dots + k(k-1)\dots(k-\nu+1)q''_\nu(\circ)] \\ + [\phi'_0(\circ) + (k+1)\phi'_1(\circ) + (k+1)k\phi'_2(\circ) + \dots + (k+1)k\dots(k-n+\nu+1)\phi'_{n-\nu}(\circ)] \\ [q'_0(\circ) + kq'_1(\circ) + \dots + k(k-1)\dots(k-\nu+1)q'_\nu(\circ)] \\ + \frac{1}{2}q_0(\circ)[\phi''_0(\circ) + k\phi''_1(\circ) + \dots + k(k-1)\dots(k-n+\nu+1)\phi''_{n-\nu}(\circ)] \\ = \frac{1}{2}c_0[p''_0(\circ) + kp''_1(\circ) + \dots + k(k-1)\dots(k-n+1)p''_n(\circ)] + c_1p'_0(\circ) + c_2p_0(\circ)$$

worin c_0, c_1, c_2 von k unabhängige Constanten sind; ist nun n eine ungerade Zahl, also $\phi'_{n-\nu}(\circ)$ oder $q'_\nu(\circ)$ gleich Null, so wird die linke

Seite von (42) in Bezug auf k höchstens den $n-1$ ten Grad erreichen, während die rechte Seite, wenn angenommen wird, dass $p_n''(0)$ von Null verschieden ist, in Bezug auf k vom n ten Grade ist, also die Identität unmöglich, und bemerkt man endlich, dass für die Annahme

$n-\nu=\nu$, also für ein gerades n sich $\nu=\frac{n}{2}$ ergibt, so folgt, dass

die homogene algebraische Differentialgleichung

$$\begin{aligned} & \mathfrak{P}_0(x-\alpha)y + (x-\alpha)^3\mathfrak{P}_1(x-\alpha)y' + (x-\alpha)^4\mathfrak{P}_2(x-\alpha)y'' + \dots \\ & + (x-\alpha)^{n+1}\mathfrak{P}_{n-1}(x-\alpha)y^{(n-1)} + (x-\alpha)^{n+2}\mathfrak{P}_n(x-\alpha)y^{(n)} + \mathfrak{P}_{00}(x-\alpha)y^2 \\ & + \mathfrak{P}_{01}(x-\alpha)yy' + \dots + \mathfrak{P}_{n-in}(x-\alpha)y^{(n-1)}y^{(n)} + \dots = 0, \end{aligned}$$

in welcher $\mathfrak{P}_0(0)$ und $\mathfrak{P}_n(0)$ von Null verschieden sind, wenn die Ordnungszahl n ungerade, nicht auf eine gleichartige algebraische Differentialgleichung niedriger Ordnung reductibel ist, in welcher der höchste Differentialquotient in einem Gliede erster Dimension vorkommt, dass sie jedoch für den Fall einer geraden Ordnung nur auf eine so beschaffene Differentialgleichung $\frac{n}{2}$ ter Ordnung reductibel sein kann.

Die Reihe der weiteren Sätze ist analog den in meiner oben erwähnten Arbeit über die Irreducibilität linearer homogener Differentialgleichungen ausgesprochenen.

Behalten wir die Annahme bei, dass P ein oder mehrere Glieder erster Dimension in $y, y', \dots, y^{(n)}$ besitze, und unterwerfen Q eben dieser Bedingung, ohne wie vorher vorauszusetzen, dass die höchste Ableitung $y^{(v)}$ in einem Gliede erster Dimension vorkomme, so werden zunächst weder

$p_0(x-\alpha), p_1(x-\alpha), \dots, p_n(x-\alpha)$, noch $q_0(x-\alpha), q_1(x-\alpha), \dots, q_r(x-\alpha)$ sämtlich Null sein können; da aber die linke Seite von (23) aus Gliedern besteht, die mindestens von der zweiten Dimension sind, ausserdem, wenn $y^{(v)}$ die höchste Ableitung von y ist, welche in Q in einem Gliede erster Dimension vorkommt, nach (25)

$$\frac{dQ}{dx}, \frac{d^2Q}{dx^2}, \dots, \frac{d^{n-v}Q}{dx^{n-v}}$$

als höchste Ableitungen von y , welche in Gliedern erster Dimension enthalten sind, $y^{(\lambda+1)}, y^{(\lambda+2)}, \dots, y^{(\lambda+n-\nu)}$ liefern, so müssen

$$\phi_0(x-\alpha), \phi_1(x-\alpha), \dots, \phi_{n-\nu}(x-\alpha)$$

identisch Null sein. Multiplicirt man nunmehr die Gleichung (23) wieder mit einer solchen ganzen positiven oder negativen Potenz von $(x-\alpha)$,

dass die Coefficienten sämmtlicher Glieder der rechten Seite dieser Gleichung, welche in den Grössen $Q, \frac{dQ}{dx}, \dots, \frac{d^{n-\nu}Q}{dx^{n-\nu}}$ verbunden mit $y, y', \dots, y^{(\nu)}$ von der zweiten Dimension sind, TAYLOR'sche Reihen werden, welche wieder nicht sämmtlich für $x = \alpha$ verschwinden, so geht die Gleichung (23) in

$$(43) \quad (x-\alpha)^s \left(\frac{\partial Q}{\partial y^{(\nu)}} \right)^s P \\ = \downarrow_{\infty}(x-\alpha)yQ + \dots + \downarrow_{\infty}(x-\alpha)(x-\alpha)^s y^{(\nu)}Q + \downarrow_{\infty}(x-\alpha)Q^2 + \dots \\ + \downarrow_{\infty}(x-\alpha)y(x-\alpha) \frac{dQ}{dx} + \dots + \downarrow_{\infty}(x-\alpha)y(x-\alpha)y'Q + \dots$$

über, worin μ eine ganze positive oder negative Zahl,

$$\downarrow_{\infty}(x-\alpha), \dots, \downarrow_{\infty}(x-\alpha), \dots$$

TAYLOR'sche Reihen sind, welche entweder identisch Null sind, oder nicht sämmtlich für $x = \alpha$ verschwinden, und $\downarrow_{\infty}(x-\alpha), \dots$ nach ganzen Potenzen von $x - \alpha$ fortschreitende Reihen darstellen, welche ganze negative Potenzen von $x - \alpha$ nur in endlicher Anzahl enthalten. Um nun ähnlich wie vorher schliessen, also annehmen zu können, dass die \downarrow -Functionen der Glieder zweiter Dimension nicht sämmtlich identisch verschwinden, dass also die rechte Seite der Gleichung (43) und somit auch die linke Glieder zweiter Dimension in $y, y', \dots, y^{(n)}$ enthält, muss jedenfalls, da $\frac{\partial Q}{\partial y^{(\nu)}}$ mindestens linear in diesen Grössen ist, $s = 1$ sein und daher, da $s = 2^{n-\nu-1}$ oder $= 2^{n-\nu} - 1$ war, $\nu = n - 1$ sein, und somit $\frac{\partial Q}{\partial y^{(n-1)}}$ mindestens einige der Grössen y, y', \dots linear enthalten.

Soll also eine homogene algebraische Differentialgleichung

$$P = p_0(x-\alpha)y + \dots + p_n(x-\alpha)y^{(n)} + p_{\infty}(x-\alpha)y^2 + \dots = 0,$$

in welcher nicht alle Reihen $p_0(x-\alpha), \dots, p_n(x-\alpha)$ identisch verschwinden, auf eine gleichartige Differentialgleichung $n - 1$ ter Ordnung

$$Q = q_0(x-\alpha)y + \dots + q_{n-2}(x-\alpha)y^{(n-2)} + q_{\infty}(x-\alpha)y^2 + \dots \\ + q_{\infty-1}(x-\alpha)y y^{n-1} + \dots = 0,$$

in welcher $y^{(n-1)}$ nicht in einem Gliede erster, wohl aber in einem Gliede zweiter Dimension vorkommt und wiederum nicht alle Reihen $q_0(x-\alpha), \dots, q_{n-2}(x-\alpha)$ identisch Null sind, reductibel sein, so muss die Identität bestehen

$$\begin{aligned}
 (x-\alpha)^n & [\gamma_{00}(x-\alpha)y + \gamma_{01}(x-\alpha)y' + \dots + \gamma_{0n-1}(x-\alpha)y^{(n-1)} \\
 & \quad + \gamma_{000}(x-\alpha)y^2 + \dots + \gamma_{00n-1}(x-\alpha)yy^{(n-1)} + \dots] P \\
 & = \psi_{00}(x-\alpha)yQ + \dots + \psi_{0n-10}(x-\alpha)(x-\alpha)^{n-1}y^{(n-1)}Q + \dots \\
 & \quad + \psi_{0i}(x-\alpha)y(x-\alpha)\frac{dQ}{dx} + \dots + \psi_{0i0}(x-\alpha)y(x-\alpha)y'Q + \dots,
 \end{aligned}$$

worin weder $\gamma_{00}(x-\alpha), \dots, \gamma_{0n-1}(x-\alpha)$ noch $\psi_{00}(x-\alpha), \dots, \psi_{0i}(x-\alpha)$ sämtlich identisch verschwinden oder für $x = \alpha$ alle Null werden.

Setzt man hierin wieder $y = (x-\alpha)^k$ und identifiziert die Coefficienten von $(x-\alpha)^{2k}, (x-\alpha)^{2k+1}, \dots$, so lassen sich ähnliche Sätze wie oben, die Reducibilität betreffend, herleiten, und ebenso gestaltet sich die Untersuchung, wenn P Glieder erster Dimension gar nicht enthält, also

$$p_0(x-\alpha), p_1(x-\alpha), \dots, p_n(x-\alpha)$$

identisch Null werden, und die Reducibilität der Differentialgleichung $P = 0$ auf Differentialgleichungen niederer Ordnung $Q = 0$ von ähnlich wie oben vorgeschriebenem Charakter festgestellt werden soll.

SITZUNGSBERICHTE

1899.

DER

XLII.

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

2. November. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. WALDEYER.

Hr. VAN'T HOFF las eine mit Hrn. D. CHIARAVIGLIO bearbeitete fünfzehnte Mittheilung aus seinen Untersuchungen » über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers «.

Die Existenzbedingungen des Glauberits $(\text{SO}_4)_2 \text{CaNa}_2$ in Berührung mit den bei 25° in Betracht kommenden Lösungen und Ausscheidungen wurden festgestellt und dargethan, dass die begleitenden Mineralien Reichardt, Schönit, Astrakanit, Thenardit und Glaserit seien, sowie, dass Meereswasser bei 25° eingengt zum Glauberit nicht führt.

Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers.

XV. Die Bildung von Glauberit bei 25°.

VON J. H. VAN'T HOFF UND D. CHIARAVIGLIO.

Bei den im Vorhergehenden mitgetheilten Untersuchungen über die Salzlagerausscheidungen wurden nur die leicht löslichen, in den natürlichen Lagern vorhandenen Verbindungen, also die Chloride und Sulfate von Natrium, Kalium und Magnesium, sowie der Tachhydrit berücksichtigt. Es handelt sich nunmehr um die weniger löslichen Vorkommnisse, im Wesentlichen also um die Kalksalze, wie Gips, und die Borate, wie Boracit.

Im Allgemeinen ist zunächst hervorzuheben, dass, entsprechend der geringen Löslichkeit der jetzt in Betracht kommenden Substanzen, unsere früheren Löslichkeitsbestimmungen durch Mitberücksichtigung dieser Substanzen nicht wesentlich beeinflusst werden und nur der kleine Betrag der von ihnen in Lösung gehenden Mengen hinzuzuziehen wäre. Die Hauptaufgabe wird aber jetzt, festzustellen, in welcher Form die wenig löslichen Verbindungen sich ausscheiden, wofür bei den Kalksalzen in erster Linie die nachstehend als Mineralvorkommnisse beschriebenen Verbindungen in Betracht kommen:

| | |
|-----------|---|
| Anhydrit | CaSO_4 |
| Gips | $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ |
| Glauberit | $\text{CaNa}_2(\text{SO}_4)_2$ |
| Syngenit | $\text{CaK}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ |
| Krugit | $\text{Ca}_4\text{K}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ |
| Polyhalit | $\text{Ca}_2\text{K}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ |
| Mamanit | $\text{Ca}_3\text{K}_2\text{Mg}_2(\text{SO}_4)_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ |

Bei dieser Untersuchung haben wir uns zunächst wiederum auf die Temperatur von 25° beschränkt, und es handelt sich also darum, für jedes der obigen Mineralien in unserem auf Sättigung an Chlor-

natrium sich beziehenden Schema das Gebiet des Auftretens zu umgrenzen. Die dabei durchzuführenden Löslichkeitsbestimmungen boten eine willkommene Gelegenheit zur Controle unserer früheren Daten.

In erster Linie wurden Glauberit und Gips in Untersuchung genommen, weil sich hier die Gleichgewichtsverhältnisse in Berührung mit Salzlösungen ziemlich leicht einstellen, und es ist uns gelungen, das Gebiet des Auftretens von Glauberit, einerseits von demjenigen des Gipses, andererseits von demjenigen des Syngenits umrandet, im Wesentlichen zu umgrenzen.

I. Vorkommen und Darstellung von Glauberit.

Wie Hr. Dr. PRECHT mir freundlichst mittheilt, wurde der Glauberit im Salzwerk »Leopoldshall« zuerst im Jahre 1887 in etwa 200^m Tiefe im Niveau der Wetterstrecke im älteren Steinsalz etwa 30^m vom Liegenden der Kalisalzlagerstätte und unter der Kieseritregion aufgefunden. Die Krystalle waren hier in eine $\frac{3}{4}$ ^m starke und etwa 5^m über der Streckensohle liegende Steinsalzlage eingewachsen. Ebenso sind später in den tieferen Sohlen, z. B. im Querschlage Nr. 39 der 10. Etage (etwa 350^m tief), im Liegenden der Kieseritregion einzelne Glauberitkrystalle im Steinsalz aufgefunden.

In Nr. 143 der 4. Etage tritt dagegen der Glauberit am Hangenden des Kainits über der Kalisalzlagerstätte unmittelbar unter dem Salzthon theils in schwachen krystallinischen Lagen und theils in eine krystallinische Grundmasse unregelmässig eingebetteten Krystallen auf.¹

Nach FRITZSCHE² wird Glauberit dargestellt, indem man 50 Theile Glaubersalz mit 25 Theilen Wasser und 1 Theil gefällten Gips unter Umrühren erhitzt. Bei etwa 80° verwandelt sich der Gips in Nadeln von der Zusammensetzung $(\text{SO}_4)_2\text{Na}_2\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, welche alsbald von Glauberithomboedern ersetzt werden. Als noch geeigneter wird zur Verwandlung des Gipses in Glauberit eine aus 1 Theil Schwefelsäure und 2 Theilen Wasser mit Glaubersalz bei gewöhnlicher Temperatur gesättigte Lösung angegeben, die ebenfalls bei 80° zu verwenden ist; da die Mutterlauge hier weniger Glaubersalz enthält, entsteht ein reinerer Glauberit.

Wir haben die Darstellungsweise dahin abgeändert, dass statt Gips Chlorcalciumlösung benutzt wurde und z. B. 53^{gr} trockenes Chlorcalcium mit 346^{gr} Glaubersalz, beide je in einem halben Liter Wasser gelöst, zusammengebracht wurden. Unter Umrühren und Einengen bei Siedehitze traten zunächst nach dem Gips die oben erwähnten Nadeln

¹ Über sonstige Vorkommnisse siehe u. A. OCHSENIUS, Die Bildung der Salzlager, S. 84.

² Journal für praktische Chemie, 1857, 291.

auf, und dann vollzieht sich die Umwandlung in Glauberit, deren Fortschritt durch mikroskopische Beobachtung einer Probe verfolgt wird; dieselbe war vollendet, als die Flüssigkeit auf die Hälfte ihres ursprünglichen Gewichts eingengt war. Nach Filtration wurde die Mutterlauge entfernt, indem der Glauberit zunächst in verdünnten Alkohol (100°c und 20°c Wasser) und nach nochmaligem Filtriren in gewöhnlichen Alkohol (100°c) gebracht, wiederum filtrirt, ausgepresst und getrocknet wurde. Das bei mikroskopischer Beobachtung charakteristische und gut ausgebildete Product war nahezu chlor- und wasserfrei und enthielt 68 Procent SO_4 statt der für $(\text{SO}_4)_2\text{CaNa}_2$ berechneten 68.6 Procent. Die nachfolgenden Beobachtungen geben übrigens für die Darstellung wichtige Anhaltspunkte.

II. Bildungsverhältnisse des Glauberits.

Wird Glauberit bei gewöhnlicher Temperatur mit Wasser zusammengebracht, so erfolgt allmählich Zersetzung unter Lösung des Natriumsulfats und Ausscheidung von Gips, was sich bei mikroskopischer Beobachtung in charakteristischer Weise zeigt.

Ist die Menge des Wassers zur Lösung von Natriumsulfat ungenügend, so scheidet sich dasselbe als Glaubersalz aus, und beim Innehalten der geeigneten Mengeverhältnisse erstarrt der mit Wasser angerührte feingepulverte Glauberit allmählich zu einer steinharten Masse, indem sich nachstehende Umwandlung vollzieht:



welche jedoch schon unterhalb 25° rückgängig wird.

Da es sich bei unserer Untersuchung um die Verhältnisse bei Sättigung an Chlornatrium handelt, wurden dieselben alsdann, und zwar bei 25°, verfolgt. Bei Sättigung an Chlornatrium zersetzt das Wasser noch immer den Glauberit unter Gipsausscheidung, jedoch nur bis zu einer gewissen durch die Anhäufung des Natriumsulfats in der Lösung bedingten Höhe, während umgekehrt eine daran reichere, mit Natriumchlorid gesättigte Lösung den Gips bis zur selben Grenzconcentration des Natriumsulfats in Glauberit verwandelt. Wir haben zunächst diese Grenze festzulegen gesucht.

Eine bei 25° an Chlornatrium und Natriumsulfat gesättigte Lösung wurde während längerer Zeit mit Gips unter Zusatz von Chlornatrium und Glauberit gerührt, bis constantes specifisches Gewicht der Lösung eintrat; die Analyse ergab auf 1000 H_2O :

54.18 Na_2Cl 2.68 Na_2SO_4 0.36 CaSO_4 (nach 175 Stunden $d_4^{24.98} = 1.2093$)
 54.18 " 2.68 " 0.36 " (" 210 " $d_4^{25.0} = 1.2087$)

Dann wurde, ausgehend von einer an Natriumsulfat ärmeren Lösung, mit den erwähnten Bodenkörpern gerührt und gefunden:

54.49 Na₂Cl₂ 3.08 Na₂SO₄ 0.24 CaSO₄ (nach 133 Stunden $d_4^{25} = 1.2091$)
 54.15 " 2.9 " 0.26 " (" 231 " " = 1.209)

Nehmen wir das Mittel der Beobachtungen, unter Abrundung auf halbe Moleküle und Weglassung des Calciumsulfats, so entsteht:



Zur Controle dieses Resultats haben wir nach dessen Ergebniss eine Lösung dargestellt, dieselbe längere Zeit mit Glauberit in Berührung gelassen bei 25° und uns durch mikroskopische Beobachtung davon überzeugt, dass derselbe ungeändert bleibt.

Wir sind dann zur Lösung der mehr allgemeinen Frage geschritten, nach den Existenzbedingungen des Glauberits, falls die Lösung nicht nur Natrium, sondern auch Kalium und Magnesium als Sulfate und Chloride enthält. Den Überblick über die hierbei vorliegende Aufgabe bekommt man an der Hand der früheren Figur¹, welche die sämtlichen Verhältnisse bei Sättigung an Chlornatrium darstellt.

Zur weiteren Feststellung der Grenze haben wir dann im Sättigungsfeld die Lösungen gesucht, welche ebenfalls mit Gips und Glauberit im Gleichgewicht sind und dazu auf rechnerischer Grundlage zunächst eine annähernde Schätzung gemacht und die sich daraus ergebenden Lösungen mit den geeigneten Bodenkörpern bis zur Einstellung des Gleichgewichts gerührt.

Die Rechnung gründet sich auf die Theorie der verdünnten Lösungen, wonach bei Sättigung an Gips CaSO₄·2H₂O und Glauberit CaNa₂(SO₄)₂ folgende Beziehungen vorliegen:

$$C_{\text{Ca}} \cdot C_{\text{SO}_4} = k_1 \quad \text{und} \quad C_{\text{Ca}} \cdot C_{\text{Na}}^2 \cdot C_{\text{SO}_4}^2 = k_2,$$

also:

$$C_{\text{Na}}^2 \cdot C_{\text{SO}_4} = \frac{k_2}{k_1} = k,$$

d. h. das Product der Concentration des Natriums zur zweiten Potenz und des Schwefelsäureions ist constant. Diese Constante ist dann aus der obigen Löslichkeitsbestimmung gegeben als:

$$k = 57^2 \cdot 3 = 9747.$$

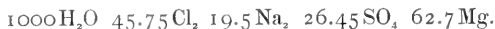
Führen wir jetzt die entsprechenden Producte für die Punkte *O*, *K*, *J*, *H*, *G*, *F*, *B*, *X* und *Y* an:

¹ Diese Sitzungsberichte, 1899, 375.

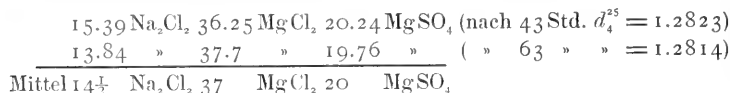
| Punkt | C_{Na} | C_{SO_4} | $k = C_{\text{Na}}^2 \cdot C_{\text{SO}_4}$ |
|----------|-----------------|-------------------|---|
| <i>O</i> | $55\frac{1}{2}$ | 0 | 0 |
| <i>K</i> | $10\frac{1}{2}$ | 15 | $1653\frac{3}{4}$ |
| <i>J</i> | 26 | 34 | 22984 |
| <i>H</i> | 49 | $19\frac{1}{2}$ | $46819\frac{1}{2}$ |
| <i>G</i> | 59 | $14\frac{1}{2}$ | $50474\frac{1}{2}$ |
| <i>F</i> | $48\frac{1}{2}$ | $4\frac{1}{2}$ | $10585\frac{1}{8}$ |
| <i>B</i> | $44\frac{1}{2}$ | 0 | 0 |
| <i>X</i> | $24\frac{1}{2}$ | 30 | $18007\frac{1}{2}$ |
| <i>Y</i> | $6\frac{1}{2}$ | $17\frac{1}{2}$ | $7393\frac{3}{4}$ |

Voraussichtlich wird also in Berührung mit den Lösungen *J*, *H*, *G*, *F* und *X* der Glauberit ungeändert bleiben, bez. Gips sich darin verwandeln, mit den anderen dagegen unter Gipsabspaltung zerfallen, während zwischenliegend, also auf *JK*, *JO*, *HO*, *GO*, *FB* und *XY*, die Grenzlösungen aufzusuchen sind, welche weder Gips noch Glauberit verwandeln. Die Zusammensetzung dieser Lösungen lässt sich dann annähernd durch lineare Interpolation unter Benutzung des oben angegebenen *k*-Werthes feststellen.

In dieser Weise wurde z. B. für die zwischen *J* und *K* liegende Lösung gefunden:



Eine dieser Zusammensetzung entsprechende Lösung wurde nunmehr mit Chlornatrium, Magnesiumsulfatheptahydrat, Glauberit und Gips bei 25° gerührt, wobei Anfangs unter Aufzehrung von Glauberit die Zusammensetzung sich änderte, alsbald sich jedoch, wie die Bestimmung des specifischen Gewichts ergab, Constanz einstellte bei Anwesenheit von durch das Mikroskop erkennbarem überschüssigem Glauberit. Die Analyse ergab auf $1000\text{H}_2\text{O}$:



Zur Bestimmung der zwischen *X* und *Y* liegenden Grenzlösung wurde zunächst wieder rechnerisch deren Zusammensetzung abgeschätzt, dabei aber die Thatsache benutzt, dass die Beziehung:

$$C_{\text{Na}}^2 \cdot C_{\text{SO}_4} = k$$

nur bei äusserster Verdünnung zutrifft und statt deren:

$$C_{\text{Na}}^p \cdot C_{\text{SO}_4} = k$$

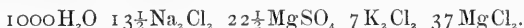
gewählt, wobei dann aus den zwei obigen Bestimmungen:

$$\begin{aligned} C'_{\text{Na}} &= 57 \text{ und } C'_{\text{SO}_4} = 3 \\ C''_{\text{Na}} &= 14\frac{1}{2} \text{ " } C''_{\text{SO}_4} = 20 \end{aligned}$$

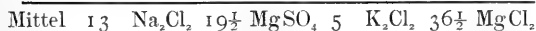
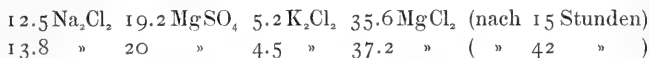
sich ergibt:

$$C_{\text{Na}}^{x_4} \cdot C_{\text{SO}_4} = 850.$$

Durch lineare Interpolation zwischen X und Y wird unter Einführung dieser Bedingung als annähernd richtige Zusammensetzung erhalten:



Eine so zusammengesetzte Lösung wurde nunmehr mit Chlornatrium, Magnesiumsulfatheptahydrat, Schönit, Glauberit und Gips bei 25° gerührt, wobei nur eine geringe Zusammensetzungsänderung eintrat. Die Analyse ergab auf 1000H₂O:



Weil nur das Kalium von der Erwartung wesentlich abwich, wurde dessen Bestimmung nach 87stündigem Rühren wiederholt, wobei keine weitere Änderung eingetreten war, wiewohl noch Glauberit und Gips unter dem Mikroskop sich zeigten.

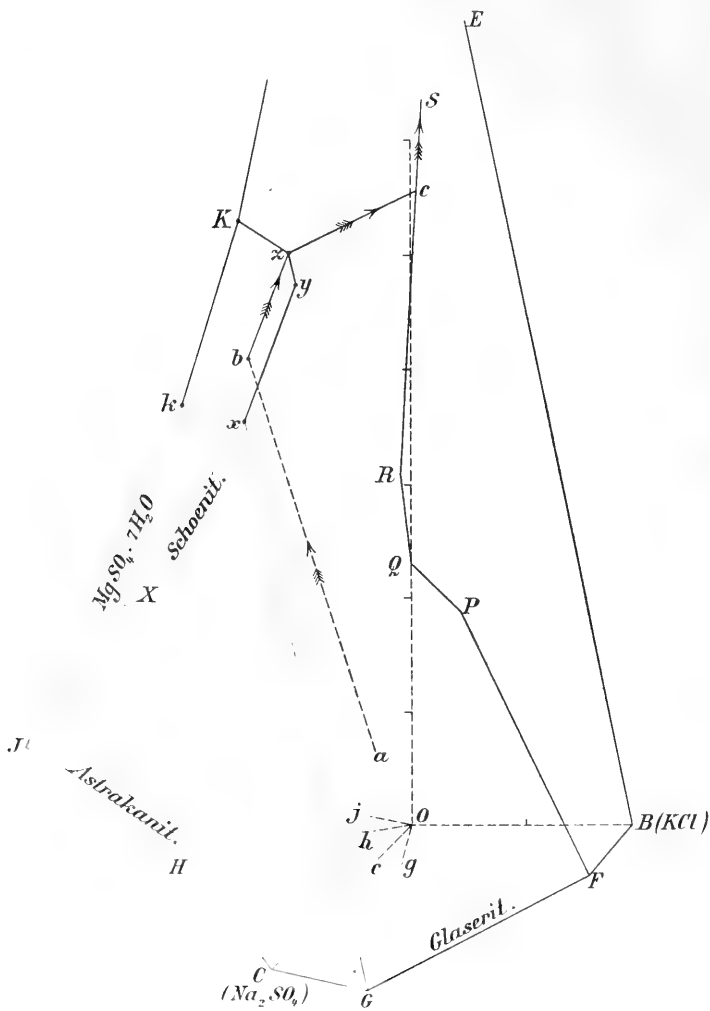
Leicht war jetzt die Feststellung der Grenzlösungen auf OJ , OH und OG , weil deren Zusammensetzung von derjenigen der direct bestimmten auf OC so wenig abweicht, dass die Berechnung allein schon zu einer Zusammensetzung führt, welche sich beim Rühren mit den betreffenden Bodenkörpern nicht wesentlich mehr änderte. Diese Rechnung ergab:

| | Cl ₂ | Na ₂ | K ₂ | SO ₄ | Mg |
|----------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|------|
| Auf OG | 55.39 | 56.3 | 2.27 | 3.18 | — |
| " OH | 53.97 | 54.49 | — | 3.36 | 2.84 |
| " OJ | 53.12 | 52.37 | — | 3.6 | 4.35 |

Die entsprechend dargestellten Lösungen wurden während 100 Stunden mit Chlornatrium, Gips und Glauberit bei 25° gerührt. Es zeigte sich unter dem Mikroskop der Glauberit noch unverändert vorhanden, während die Zusammensetzung der Lösung sich nicht wesentlich geändert hatte:

| | Anfangs | | Nach 100 Stunden | |
|----------|---------------|-----------------|------------------|-----------------|
| | Cl | SO ₄ | Cl | SO ₄ |
| Auf OG | 15.71 Procent | 1.22 Procent | 15.69 Procent | 1.33 Procent |
| " OH | 15.48 " | 1.3 " | 15.4 " | 1.34 " |
| " OJ | 15.29 " | 1.41 " | 15.24 " | 1.42 " |

Schliesslich wurde die Grenzlösung auf *FB* gesucht, wobei ein ganz unerwartetes Resultat erhalten wurde. In Berührung mit der nach Rechnung dargestellten Lösung, deren Zusammensetzung nahezu derjenigen in *F* entsprach, fand eine tiefgehende Änderung im Gips und Glauberit statt unter Bildung von Syngenit $\text{CaK}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, wo-



nach es sich also irgendwo zwischen F und G um Feststellung der Syngenitglauberit-Grenze handelt, welche einer späteren Arbeit vorbehalten bleibt.

III. Graphische Darstellung der Resultate und Anwendung auf das Meereswasser.

Der Einblick in die jetzt erhaltenen Existenzbedingungen von Glauberit wird bedeutend erleichtert durch Eintragen der Resultate in die frühere Figur, welche die Löslichkeitsverhältnisse bei Sättigung an Chlornatrium darstellt und von der in Fig. 1 der Theil, welcher hier in Betracht kommt, in doppelter Grösse vorgeführt ist.

Führen wir zunächst die Zusammenstellung der Grenzlösungen vor, berechnet auf $1000\text{H}_2\text{O}$:

| | Na_2Cl_2 | MgCl_2 | K_2Cl_2 | MgSO_4 | Na_2SO_4 |
|-----------------|--------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|--------------------------|
| Auf KJ in k | $14\frac{1}{2}$ | 37 | — | 20 | — |
| » XY » x | 13 | $36\frac{1}{2}$ | 5 | $19\frac{1}{2}$ | — |
| » JO » j | $52\frac{1}{2}$ | 1 | — | $3\frac{1}{2}$ | — |
| » HO » h | 54 | — | — | 3 | $\frac{1}{2}$ |
| » CO » c | 54 | — | — | — | 3 |
| » GO » g | 53 | — | $2\frac{1}{2}$ | — | 3 |

Es sind dann in die Figur k zwischen K und J und entsprechend x , j , h , c und g einzutragen und in geeigneter Weise durch Linien, die willkürlich gerade gezogen werden, kj , jh , hc , cg , gx , xk und xG zu verbinden. So entsteht eine allseitig umschlossene, durch rothe Farbe angedeutete Figur, welche den Lösungen entspricht, aus denen sich das Calcium als Glauberit ausscheidet und welche nur noch nach F bis zur Syngenitgrenze der Abrundung bedarf.

Der so gewonnene Einblick in das Gesamtverhalten gestattet nun die sofortige Entscheidung über die Mineralien, in deren Begleitung Glauberit sich bei 25° bildet; dieselben sind, neben Steinsalz (ClNa), Reichardt ($\text{SO}_4\text{Mg} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), Schönit ($\text{MgK}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), Astrakanit ($\text{MgK}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), Thenardit (Na_2SO_4) und Glaserit ($\text{K}^3\text{Na}(\text{SO}_4)_2$)¹.

In zweiter Linie zeigt sich, dass bei 25° eintrocknendes Meereswasser nicht zur Bildung von Glauberit führt, indem die Linie $abzcS$ gänzlich ausserhalb des Glauberitgebiets liegt, wiewohl nicht weit davon entfernt. Dies stimmt mit der Thatsache, dass USIGLIO beim Ein-

¹ In WYNNE, Geology of the Salt-Range, Punjab. Memoirs Geological Survey of India. Vol. 14 (1878) werden thatsächlich Steinsalz, Reichardt und Astrakanit als begleitende Mineralien angeführt.

engen von Meereswasser als Kalksalz nur Gips beobachtete. Wir haben andererseits Lösungen, die der Zusammensetzung bei a und bei b entsprachen, also Meereswasser bei anfangender Chlornatriumausscheidung bez. Magnesiumsulfatausscheidung, während längerer Zeit bei 25° mit Glauberit in Berührung gelassen und gefunden, dass letzteres allmählich unter Bildung von Gips aufgezehrt wird.

Über Gewebespannungen und passives Wachstum bei Meeresalgen.

Von Dr. ERNST KÜSTER
in München.

(Vorgelegt von Hrn. SCHWENDENER am 15. Juni [s. oben S. 555].)

Hierzu Taf. VI.

Vorbemerkungen.

Die Lehre von den Gewebespannungen im Pflanzenkörper verdankt den sorgfältigen Untersuchungen HOFMEISTER'S¹ ihre moderne Form. Nach den Fehlversuchen verschiedener Autoren, für die Gewebespannungen, die zwischen Mark und Rinde der höheren Gewächse sich nachweisen liessen, eine Erklärung zu finden², machte HOFMEISTER auf die Beziehungen zwischen Gewebespannungen und Gewebewachstum aufmerksam. Die durch Isoliren der einzelnen Gewebeschichten leicht nachweisbaren Spannungen wurden somit zu sicheren Indicatoren ungleich vertheilter Wachstums-Intensität und erhielten als solche Anspruch auf besonderes Interesse.

HOFMEISTER'S Untersuchungen wurden vornehmlich durch SACHS³, KRAUS⁴ und DE VRIES⁵ — nicht immer mit Glück — fortgeführt. KRABBE'S⁶ Arbeit über den Rindendruck bewies uns, dass man die

¹ HOFMEISTER, »Über die Beugungen saftreicher Pflanzentheile nach Erschütterung«, PRINGSHEIM'S Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. II, S. 237. — »Über die durch die Schwerkraft bestimmten Richtungen von Pflanzentheilen«, ebendas. Bd. III, S. 77.

² Über die ältere Litteratur vergl. PFEFFER, »Pflanzenphysiologie«, 1881, Bd. II, S. 27, ferner Ann. des Sc. natur. 1835, Série II, Vol. IV, p. 321 Ann., sowie PRINGSHEIM'S Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. III, S. 81 Ann. u. A. m.

³ SACHS, »Handbuch der Experimentalphysiologie«, 1865, S. 465. — »Lehrbuch der Botanik«, 1868, S. 409. — »Pflanzenphysiologische Vorlesungen«, 1882, S. 687.

⁴ KRAUS, »Die Gewebespannungen des Stammes und seine Folgen«, Bot. Ztg. Bd. 25, 1867, S. 105. — »Über das nächtliche Verhalten der Rindenspannung unserer Bäume«, ebendas. Bd. 29, 1871, S. 367. — »Über die Ursachen der Formänderung etiolirender Pflanzen«, PRINGSHEIM'S Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. VII, S. 209.

⁵ DE VRIES, »Über den Einfluss des Druckes auf die Ausbildung des Herbstholzes«, Flora Bd. 55, 1872, S. 241. — »Über den Einfluss des Rindendruckes auf den anatomischen Bau des Holzes«, ebendas. Bd. 58, 1875, S. 97.

⁶ KRABBE, »Über das Wachstum des Verdickungsringes und der jungen Holzellen«, Abhandl. d. Kgl. Preuss. Akad. d. Wiss. 1884.

Einflüsse der Gewebespannung auf die anatomische Ausbildung der Holzgewächse nicht zu hoch anschlagen darf.

Seit den Arbeiten der genannten Autoren ist wenig geschrieben worden, das unsere Kenntniss von der Gewebespannungen wesentlich bereichert hätte.

Seit HOFMEISTER's Mittheilungen gehört das Capitel über Gewebespannungen zu den bekanntesten der physikalischen Pflanzenphysiologie; an den hohlen Blüthenschäften von *Taraxacum*, an den Blattstielen von *Rheum* u. s. w. die Gewebespannungen zu demonstrieren, gehört zu den beliebtesten Vorlesungsversuchen. Auffallend scheint mir, dass HOFMEISTER's Abhandlungen sowie alle späteren Beiträge zu dieser Frage insofern von einer gewissen Monotonie beherrscht sind, als fast ausschliesslich die höheren Gewächse den Beobachtungen zu Grunde liegen.

Wie verhalten sich nun die niederen Gewächse, insbesondere die Thalloyphyten? Sind bei ihnen alle Gewebe jeder Zeit im Spannungsgleichgewicht oder lassen sich auch bei ihnen Spannungsdifferenzen nachweisen? Und wenn das Letztere als richtig sich erweisen sollte: welcher Art sind ihre Spannungen? Entsprechen sie dem für die Untersuchungsobjecte HOFMEISTER's gefundenen Schema? Welches ist ihre Verbreitung, welches ihre Entstehung, ihre etwaige biologische Bedeutung?

Meines Wissens sind diese oder ähnliche Fragen noch nicht behandelt worden.

Dass den Gefässkryptogamen keine besondere Untersuchung gewidmet worden ist, erklärt sich vielleicht daraus, dass ihre Ähnlichkeit mit den Phanerogamen keine sonderlich reiche Ausbeute an interessanten Ergebnissen erwarten liess. Die Thalloyphyten hätten in dieser Hinsicht dankbarer scheinen müssen. Die an verschiedenen Hutpilzen auftretenden Zerreibungen verschiedenster Art gestatten Rückschlüsse auf bisher wenig bekannte, durch ungleich vertheilte Wachstumsintensität entstandene Gewebespannungen. Riss- und Löcherbildung im Thallus mancher Algen könnten vielleicht zu ähnlichen Vermuthungen anregen, haben aber meines Wissens bisher keine eingehende physikalisch-physiologische Behandlung erfahren. Die den Thallus von *Codium Bursa* charakterisirenden Gewebespannungen wurden bereits von J. G. AGARDH¹ beachtet; bei WILLE² finde ich ferner einen

¹ J. G. AGARDH, »Till Algernas Systematik«, 5. Afd. in Acta Universitatis Lundensis, T. XXIII (1886—1887), p. 38.

² WILLE, »Beiträge zur physiologischen Anatomie der Laminariaceen«, Saeraftryk af Universitetets Festskrift til Hans Majestæt Kong Oskar II i Anledning af Regjeringsjubilaet 1897, p. 13.

Hinweis auf die Spannungen und das passive Wachstum bei den Laminariaceen. Andere Mittheilungen über passives Wachstum und Gewebespannungen sind mir aus der Litteratur nicht erinnerlich.

Schenken die Botaniker, die sich bisher mit Gewebespannungen befassten, ihre Aufmerksamkeit vornehmlich den höheren Pflanzen, so soll die vorliegende Arbeit einen Beitrag zur Lehre von den Spannungen bei Thallophyten, und zwar bei den Algen bringen.

Untersuchungen an lebendem Material zeigten ohne Weiteres, dass Gewebespannungen den Algen nicht nur nicht fehlen, sondern vielmehr bei ihnen ebenso verbreitet sind, wie bei den höheren Gewächsen. Nachdem WILLE¹ in den scheinbar einfachen Organismen ähnliche anatomisch-physiologische Gewebedifferenzirungen gefunden hat, wie sie durch die Arbeiten SCHWENDENER's und seiner Schüler für die Phanerogamen nachgewiesen worden waren, kann es nicht befremden, wenn wir im Thallus der Algen auch auf ähnliche Wachstums-, d. h. Spannungsdifferenzen stossen, wie bei den höheren Pflanzen.

Mit derselben Methode, die HOFMEISTER bei seinen Untersuchungsobjecten anwandte, werden wir die Spannungen im Algenhallus zu ergründen suchen: wir werden die einzelnen Theile der Alge von einander trennen und aus Verkürzung, Verlängerung oder Krümmung der einzelnen Theile Schlüsse auf die im unverletzten Thallus herrschenden Zug- und Druckspannungen ziehen.

Mit den Gewebespannungen gleichzeitig zu nennen — und vielleicht untrennbar von ihnen — ist das passive Wachstum.

Unter passivem Wachstum der Zellmembranen, um welche es sich hier ausschliesslich handeln soll, verstehen wir Flächenwachstum, das unter Einwirkung mechanischer Componenten sich vollzieht, wobei die Kraftquelle stets ausserhalb der Zelle zu liegen hat und welches in der Weise vor sich geht, dass bei Zugwirkung die Richtung des Wachstums mit der des Zuges zusammenfällt und bei Druckwirkung die Wachstums-Intensität sich verringert oder die Wachstumsrichtung senkrecht zur Druckrichtung steht, mit anderen Worten: ein Wachstum, das dem Zuge folgt, dem Druck ausweicht oder von ihm herabgesetzt wird.

Passives Wachstum pflegen wir im allgemeinen dort anzunehmen, wo es sich um wachsende und unter mechanischen Spannungen stehende Zellen oder Gewebe handelt, z. B. bei den Spiral- und Ringgefässen

¹ WILLE, »Bidrag til Algernes physiologiske Anatomie«, Svenska Vetensk. Akad. Handl. Bd. 21, 1885. — »Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der physiologischen Gewebesysteme bei einigen Algeengattungen«, Nova Acta d. Leop.-Carol. Akad. d. Naturf. Bd. 52. — »Om Fucaceernes Blaerer«, Bihang til Svenska Vetensk. Handlingar Bd. 14, Afd. 3, 1889.

der höheren Pflanzen. Von grösster Bedeutung ist die Form der Zellen, die nicht selten dafür beweisend wird, dass passives Wachstum sich abgespielt hat. Zellen, welche dem Zuge folgend oder dem Druck ausweichend wachsen, verengern sich meist in ihrer Mitte derart, dass sie in der Form einen gedehnten Kautschukschlauch nachahmen oder eine über der Flamme ausgezogene Glasröhre. In anderen Fällen entstehen Zellen mit langem, flaschenhalsartigem Anhängsel und Ähnliches mehr; wir werden später auf diese gewichtigen Zeugen passiven Wachstums noch zurückzukommen haben.

Neben der makroskopischen Prüfung isolirter Thallusstücke, neben der Messung ihrer etwaigen Verkürzung oder Verlängerung werden wir uns demgemäss mit der mikroskopischen Untersuchung der gedehnten Gewebe zu beschäftigen und über das Vorkommen bez. Fehlen charakteristisch geformter Zellen zu berichten haben.

Die ersten Beobachtungen über Gewebespannungen im Thallus der Meeresalgen sammelte ich vor Jahren am heimatlichen Nord- und Ostseestrande. Untersuchungen an *Ascophyllum nodosum* und an *Fucus vesiculosus* gaben mir die erste Anregung zu einer eingehenden Prüfung der Spannungsverhältnisse des Algenthallus. Weitere Beobachtungen stellte ich später in Rovigno an, wo ich in den letzten Jahren wiederholt wissenschaftlicher Untersuchungen wegen mich aufhielt.

Gründlicher mich mit der Frage nach den Gewebespannungen der Algen zu befassen, bot mir ein mehrmonatlicher Aufenthalt an der »Zoologischen Station« zu Neapel erwünschte Gelegenheit, der mir durch die Munificenz der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften ermöglicht wurde. Es ist mir eine ehrenvolle Pflicht, an dieser Stelle dem aufrichtigen Danke Ausdruck zu geben, zu dem mich die hohe Geberin durch das mir erwiesene Wohlwollen verpflichtet hat. — Hiernach gebührt mein Dank der Verwaltung der Zoologischen Station für die herzliche Aufnahme und die bereitwillige Förderung, die ich in dem neapolitanischen Institut gefunden habe.

Der Stoff unserer Mittheilungen möge in zwei Capitel vertheilt werden. Das erste soll sich mit hohlkugeligen Algen, Algenorganen oder Algencolonien beschäftigen, vornehmlich mit *Codium Bursa*, mit den Schwimmblasen einiger Fucaceen und den hohlen Colonien von *Ricularia polyotis*. Im zweiten Capitel sollen die cylindrischen Stammtheile einiger Rhodophyceen und Phaeophyceen behandelt werden. Der Schwächen dieser Eintheilung bin ich mir wohl bewusst, doch glaubte

ich, sie im Interesse der Übersichtlichkeit beibehalten zu sollen. Die Gründe, aus welchen ich die Hohlkugelformen zusammengestellt habe, werde ich am Schluss des ersten Capitels aus einander setzen.

Einige Beobachtungen, die mit unserem Thema nur in loserem Zusammenhang stehen, werden in den Fussnoten kurze Erwähnung finden.

Verzeichniss der Meeresalgen, von deren Gewebespannungen im Folgenden die Rede sein wird.

Cyanophyceae:

Rivulariaceae: Rivularia polyotis.

Chlorophyceae:

Siphonaceae: Codium Bursa.

Rhodophyceae:

Cryptonemiaceae: Grateloupia Proteus.

Gigartinaceae: Gigartina Teedii.

Rhodymeniaceae: Chylocladia mediterranea, Chrysymenia uvaria.

Sphaerococcaceae: Sphaerococcus coronopifolius, Gracilaria confervoides.

Hypnaeaceae: Hypnaea muscififormis.

Gelidiaceae: Gelidium capillaceum.

Rhodomelaceae: Laurencia obtusa.

Phaeophyceae:

Fucaceae: Fucus virsoides, F. vesiculosus, Ascophyllum nodosum, Halidrys siliquosa, Sargassum linifolium, Cystoseira barbata, C. Hoppii, C. Montagnei.

I. Über hohlkugelförmige Algen (*Codium Bursa*), Algenorgane (Schwimmblasen der Fucaceen) und Algencolonien (*Rivularia polyotis*).

Von allen mir bekannten Algen ist *Codium Bursa* diejenige, deren Thallus die stärksten Gewebespannungen erkennen lässt. Ihr Thallus stellt bekanntlich eine meist wohlgerundete Hohlkugel dar, deren Mantel aus dicht verflochtenen, reich verzweigten Fäden sich aufbaut. Über die Art und die Form der letzteren habe ich in einer früheren Abhandlung¹ das bisher Bekannte recapitulirt und einige neue Beobachtungen veröffentlicht. In aller Kürze sei hier nur daran erinnert, dass vor Allem zwei Formen der Fäden im Thallus sich unterscheiden lassen. Die innere Schicht des Hohlkugelmantels wird aus englumigen, tangential verlaufenden Fäden gebildet, die ich — in Analogie mit den gleichwerthi-

¹ KÜSTER, »Zur Anatomie und Biologie der adriatischen Codiaceen«, Flora Bd. 85, 1898, S. 170.

gen, longitudinal verlaufenden und central placirten Fäden von *Codium tomentosum* — als Achsenschläuche bezeichnet und der anderen Form von Schläuchen, den Palissadenschläuchen, gegenüber gestellt habe. Letztere stehen senkrecht zur Richtung der Achsenschläuche und senkrecht zur Thallusoberfläche, parallel und unverbunden¹ neben einander.

Wenn trotzdem die Thallusoberfläche von *Codium Bursa* ein derbes, fest geschlossenes Gefüge annimmt, so liegt der Grund dafür in den starken Spannungen, unter welchen alle Theile des Hohlkugelmantels — Palissaden- wie Achsenschläuche — stehen. Die Vergrößerung des hohlkugelförmigen Thallus geht in der Weise vor sich, dass neue Palissadenschläuche zwischen den alten eingeschoben werden. Die Wachstumskraft der jungen Palissadenschläuche, die sich in die Schicht der alten eindringen, überwindet alle Widerstände, die von dem Verband der letzteren ausgehen. Es kommt durch einen Zuwachs dieser Art eine allmähliche Vergrößerung des Kugelmantels zu Stande und gleichzeitig die bereits erwähnten Spannungsdifferenzen.

Das Wachstum des kugelförmigen Thallus bedingt eine allmähliche Vergrößerung des Kugelradius, die an sich noch nicht zu Spannungen führen würde, wenn alle Schichten des Hohlkugelmantels in gleichem Maasse wüchsen. Dieses ist aber nicht der Fall. Die äusseren Schichten sind vielmehr diejenigen, die sich mit lebhaftem Wachstum bethätigen, die inneren Schichten vermögen diesem Wachstum nicht zu folgen: den Beweis hierfür erbringen uns eben die Spannungen.

Halbirt man einen Thallus von *Codium Bursa*, so rollen sich die Ränder der beiden entstandenen Halbkugeln momentan und mit grosser Energie zusammen und beweisen uns hiermit, dass die inneren, aus Achsenschläuchen gebildeten Thallustheile unter Zugspannung, die äusseren, aus Palissadenschläuchen bestehenden Theile unter den entsprechenden Druckspannungen im unverletzten Thallus gestanden haben. Vor der Zerstörung des Thallusganzen hielten natürlich Zug- und Druckspannungen sich gegenseitig das Gleichgewicht: erst eine gewaltsame Störung des letzteren konnte uns auf das Vorhandensein der Spannungen aufmerksam machen.

Die Spannungen im Thallus von *Codium Bursa* sind so stark und ihre Art, nach Verletzung des Thallus sich geltend zu machen, ist so augenfällig, dass sie bereits früher die Aufmerksamkeit der Botaniker auf sich gelenkt haben.²

¹ Hiernach unterscheiden sich die Palissadenschläuche des *Codium Bursa* beispielsweise von den ähnlichen Schlauchformen der Gattung *Halimeda*.

² J. G. AGARDH, a. a. O. p. 38. — Das Einrollen der Wundränder erklärte sich AGARDH durch die Contraction der den Hohlraum des Thallus durchziehenden Schläuche.

Hinsichtlich des Wachsthum der Achsenschläuche ist zunächst so viel klar, dass es hinter dem der Palissadenschlauchschicht an Intensität zurückbleibt und dass sie dadurch unter starke Zugspannung gerathen. Von Wichtigkeit wäre es noch zu wissen, ob der Zug lediglich dehnend wirkt oder ob die Achsenschläuche durch den Zug zu einem nachträglichen Längenwachstum angeregt werden. In letzterem Fall würde es sich also um passives Wachstum handeln. Ohne das Letztere anzunehmen, werden wir uns meines Erachtens die an *Codium Bursa* auftretenden Erscheinungen schwerlich erklären können. — Die starken Spannungen im Thallus der Alge beweisen uns, dass die Achsenschläuche ausserordentlich dehnbar und sehr elastisch sind. Ein selten hoher Grad von Dehnbarkeit wird von den Membranen verschiedener Siphoneen erreicht¹ und kann daher auch bei *Codium Bursa* nicht überraschen. Allein bei dem grossen Umfang, den die *Codium-*

Darauf, dass seine physikalischen Anschauungen und Deutungen nicht einwandfrei sind, habe ich in meiner citirten Abhandlung (a. a. O. S. 186) aufmerksam gemacht.

¹ Litteraturangaben hierüber: NOLL, »Experimentelle Untersuchungen über das Wachstum der Zellmembran«, Abhandl. der SENCKENB. Naturf. Gesellsch. 1887, S. 117. — REINHARDT, »Plasmolytische Studien zur Kenntniss des Wachsthum der Zellmembran«, Festschrift für SCHWENDENER, 1899, S. 440.

Im Anschluss an die Mittheilung über *Codium* mögen hier einige Angaben über die Dehnbarkeit anderer Siphoneenmembranen folgen.

Für *Derbesia* und *Bryopsis* wird von NOLL hochgradige Dehnbarkeit angegeben. In Neapel bot sich mir Gelegenheit, seine Versuche zu wiederholen. Spannt man einen Zellschlauch von *Derbesia* oder *Bryopsis* in einen Apparat, der allmählich fortschreitende Dehnung und gleichzeitig ununterbrochene mikroskopische Beobachtung gestattet — ein solcher Apparat wurde mir aus dem Botanischen Institut der Universität zu Berlin von Hrn. Geh. Rath SCHWENDENER freundlichst zur Verfügung gestellt —, so zeigt sich, dass die Membranen eine gewaltsame Verlängerung um 50, 60, ja sogar um 70 Procent ertragen, ohne dass von dem endgültigen Zerreißen Sprünge und Risse in der Membran sichtbar würden. Zu beachten ist hierbei, dass eine starke Überdehnung stattfindet. Die Membranen sind nur unvollkommen elastisch und vermögen nicht mehr ihre ursprüngliche Länge anzunehmen, wenn die Wirkungen des Zuges aufhören. Ein von 13^{mm} auf 17^{mm} gedehnter Zellschlauch zog sich nur noch auf 14^{mm} zurück, ein von 13^{mm} auf 18^{mm} verlängertes Exemplar schrumpfte nur noch auf 15^{mm} zusammen.

Auffallend ist, wie verschieden sich die Membranen verschiedener Siphoneen in diesem Punkte verhalten. REINHARDT hat auf Grund eines Vergleiches seiner eigenen Beobachtungen an *Valonia* und den von NOLL an *Bryopsis* und *Derbesia* gewonnenen Resultaten auf diesen eigenartigen Unterschied bereits hinweisen können. In der That sind die Membranen von *Valonia* in weit schwächerem Maasse dehnbar als die der genannten anderen Gattungen. Ähnlich wie *Valonia* verhält sich *Caulerpa*, deren Membranen ich auf ihre Dehnbarkeit in Quer- und Längsrichtung prüfte. Nur durch starke Zugkräfte liess sich eine geringe Verlängerung des Membranstreifens erzielen.

Ich möchte bei dieser Gelegenheit noch erwähnen, dass den *Derbesia*-Kugeln, über die ich kürzlich einige Mittheilungen veröffentlichte (KÜSTER, »Über *Derbesia* und *Bryopsis*«, Ber. d. D. Botan. Gesellsch. 1899, Bd. XVII, S. 77), auch NOLL (a. a. O. S. 147) bereits seine Aufmerksamkeit geschenkt hat, so dass NOLL, und nicht KLEMM, wie ich (a. a. O. S. 80) irrthümlich behauptet habe, ihr erster Beobachter ist.

Kugeln häufig erreichen, scheint es schliesslich nicht mehr angängig, eine so weitgehende Verlängerung der Achsenschläuche, wie sie der Vergrösserung des Hohlkugelradius entsprechen muss, durch Dehnung ohne Wachstum zu erklären. Blicke das Letztere dauernd ausgeschlossen, so müssten offenbar die Spannungsdifferenzen im Thallus mit dem Volumen des letzteren wachsen oder die »ausgedehnten« Achsenschläuche schliesslich sehr englumig werden. Im thatsächlichen Verhalten der Thalli lässt sich aber von einer derartigen Steigerung der Spannungs-Intensität oder einer Verengung des Lumens nichts entdecken. Nach meiner Ansicht bleibt keine andere Möglichkeit offen als die, durch Dehnung plus Wachstum die Verlängerung der Achsenschläuche entstanden zu denken.

Ähnliche Spannungen wie an *Codium Bursa* — nur weit schwächer als bei diesem — lassen sich an *C. tomentosum* und *C. adhaerens* nachweisen.

Vergegenwärtigen wir uns noch einmal das an *Codium Bursa* gewonnene Resultat! Lebhaftes actives Wachstum erkannten wir als ein Vorrecht der äusseren, peripherischen Schicht; die innere bleibt gegen diese im Wachstum zurück und geräth dadurch unter Zugspannung, welche im unverletzten Thallus durch die entsprechende Druckspannung auf der äusseren, intensiv wachsenden Thallusschicht compensirt wird. Das Wachstum der inneren Thallustheile ist offenbar passiv.

Wir werden im Folgenden sehen, dass dieselben Wachstumserscheinungen, die wir für *Codium Bursa* constatirt haben, im Allgemeinen ausserordentlich weit verbreitet sind.

Zunächst wollen wir unsere Aufmerksamkeit den hohlkugelförmigen Thallustheilen, wie sie die Schwimmblasen vieler Fucaceen darstellen, zuwenden.

Die Schwimmblasen der Fucaceen sind entwicklungsgeschichtlich, anatomisch und physiologisch schon oft untersucht worden¹; über die in den Wandungen der Schwimmblasen herrschenden Gewebespannungen und über etwaige Anzeichen passiven Wachstums existiren meines Wissens keine Angaben in der Litteratur.

Wir wollen unsere Schilderungen mit *Cystoseira* beginnen, deren Schwimmblasen von VALIANTE² eingehend behandelt und abgebildet

¹ REINKE, »Beitrag zur Kenntniss der Tange«, PRINGSHEIM's Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. X, 1876, S. 317. — OLTSMANN'S, »Beiträge zur Kenntniss der Fucaceen«, Biblioth. Botan. Bd. 14, 1889. — VALIANTE, »Le *Cystoseirae* del Golfo di Napoli«, Fauna und Flora des Golf von Neapel, 1883, Bd. VII. — WILLE, »Om Fucaceernes Blaerer«, a. a. O. u. s. w.

² VALIANTE, a. a. O. p. 9, tav. III, fig. 6.

worden sind. An seine Angaben wollen wir mit den unserigen anknüpfen.

VALIANTE sagt über die Entwicklung der Schwimmblasen Folgendes: »Queste vescicole si producono per una semplice modificazione nello sviluppo proporzionale dei diversi tessuti del ramo. Nella parte giovanissima di questo, poco al di sotto della parte periferica, proliferano e si accrescono più attivamente dell' ordinario e cominciano a formare un lieve rigonfiamento. Il tessuto centrale, fatto già di elementi alquanto allungati nel senso dell' asse, non si accresce in proporzione. Esagerandosi invece lo accrescimento della zona posta intorno ad esso, è chiaro che debbonsi generare nella regione centrale, per fatto puramente meccanico dei laceramenti ed in fine una cavità. A sviluppo completo le pareti della vescicula fatte di tessuti periferici e sotto periferici, portano ancora sulla loro faccia interna brandelli del tessuto centrale lacerato.«¹

Schneidet man eine Schwimmblase von *Cystoseira* — beispielsweise von *C. Hoppii* — der Länge nach auf, so findet man den Hohlraum von einem oder mehreren schlanken Gewebesträngen der Länge nach durchzogen. Die einzelnen Zellen sind meist in der Längsrichtung der Blase erheblich gestreckt. Über das verschieden starke Wachstum der einzelnen Gewebeschieden hat uns VALIANTE bereits hinreichenden Aufschluss gegeben. In den centralen Gewebesträngen haben wir Gewebetheile von mässiger Wachstums-Intensität zu erkennen, die der Wölbung der Blasenwandung nicht folgen konnten und sich isoliren mussten. Hier und da sehen wir an der Peripherie der Gewebestränge ursprünglich benachbarte Zellen, die ihr Längenwachstum früh aufgegeben haben, durch das fortschreitende Wachstum der anliegenden Zellen weit aus einander gerückt.

Über Gewebespannungen und passives Wachstum erfahren wir bei VALIANTE nichts. Existiren solche? Lassen sich Anzeichen passiven Wachstums nachweisen?

Der Beweis dafür, dass Gewebespannungen existiren, ist schnell erbracht. Verwundet man eine Schwimmblase durch scharfe Schnitte, so sieht man die Wundränder sofort sich nach innen einrollen. Fig. 1 unserer Tafel stellt eine Querscheibe, die aus einer Schwimmblase herausgeschnitten ist, dar. Der Gewebering ist bei A durchgeschnitten worden, und die Einrollung ist bereits erfolgt. Zwischen den äusseren und inneren Schichten der Blasenwandung bestehen unzweifelhafte Gewebespannungen in dem Sinn, dass die äusseren Schichten unter

¹ Vergl. auch DODEL-PORT, »Biologische Fragmente I. *Cystoseira barbata*, ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Fuaceen«, 1885, S. 12.

Druck, die inneren unter Zugspannung stehen, wie die von VALIANTE gegebenen entwicklungsgeschichtlichen Daten fast schon vermuthen liessen. Das energische Wachsthum der äusseren Schichten führt also nicht nur ein Zerreißen des ganzen Gewebecomplexes herbei und verursacht nicht nur eine Krümmung der Blasenwand, sondern hat auch energische Gewebespannungen zur Folge. Die peripherischen Schichten haben — ebenso wie bei *Codium Bursa* — Ausdehnungsbestreben, die inneren Schichten Verkürzungsbestreben.

Zwischen der Blasenwandung und dem axilen Gewebestrang, von welchem vorhin die Rede war, habe ich an dem von mir untersuchten Material keine Gewebespannungen nachweisen können: auf Isolirung folgt keine merkliche Verkürzung. Dasselbe gilt von den Wänden und Gewebesträngen der *Halidrys*-Blasen, die ich an dem von Hrn. Dr. Kuckuck aus Helgoland mir gütigst zugesandten Material zu untersuchen Gelegenheit hatte.

Das Vorhandensein von Gewebespannungen macht uns die andere Frage wichtig: wachsen die inneren Zellschichten passiv?

Untrügliche Anzeichen passiven Wachsthums lassen sich in der That auf jedem mikroskopischen Quer- oder Längsschnittpräparat aus einer *Cystoseira*-Blase unschwer entdecken. Ausserordentlich häufig sind Zellen, die mechanischem Zuge folgend gewachsen sind und flaschen- oder retortenartige Form angenommen haben. Die Retortenzellen, wie sie in Fig. 2 abgebildet sind, finden wir meist paarweise mit einander verbunden, die Form dieser Zellgruppen lässt sich vielleicht mit Hanteln vergleichen. Der mittlere Theil, der oft sehr lang gestreckt und äusserst englumig ist, verdankt seine Form passivem Wachsthum. Mitten im Isthmus sehen wir eine Querwand: es sind somit die Spitzen der Zellen, die durch den Zug zum Wachsthum angeregt worden sind. — Dass die langen, flaschenhalsähnlichen Theile der Zellen in der Richtung des Zuges orientirt sind, versteht sich von selbst.

Nicht immer sind die Zellen, die durch passives Wachsthum ihre soeben erörterte Form angenommen haben, noch paarweise mit einander verbunden anzutreffen. Den gesteigerten Zugwirkungen gegenüber hat der Zellverband schliesslich nicht mehr standhalten können, und es ist eine Loslösung der beiden Zellen von einander erfolgt. Die einzelnen Zellen rücken entsprechend dem fortschreitenden Wachsthum der ihnen anliegenden Gewebe oft weit von einander ab, und ihre beiden »Retortenhäse«, die meist zu ungemein feinen Spitzen ausgezogen sind, lassen — nunmehr getrennt — nur noch durch ihre parallele, einander zugewandte Haltung den früheren histologischen Zusammenhang vermuthen.

Fig. 5 zeigt eine Zellgruppe aus dem Gewebestrang einer *Halidrys*-Blase. Die einander mit ihren Spitzen zugewandten Zellen *aa* sollen die oben beschriebenen Vorgänge bildlich erläutern. Man vergleiche auch Fig. 3.

Die Form der »Retortenzellen« erinnert übrigens nicht immer an regelmässige, langhalsige Flaschen oder Retorten. Es herrscht grosse Mannigfaltigkeit und oft grosse Unregelmässigkeit in ihrer Ausbildung. Oft sind die flaschenhalsähnlichen Theile auf kleine stachelartige Vorsprünge (vergl. Fig. 5) oder winzige Hautzipfel reducirt (vergl. Fig. 3); in anderen Fällen sind sie lang, schmal kegelförmig und zu einer feinen Spitze ausgezogen, so dass ein haarähnliches Gebilde zu Stande kommt (vergl. Fig. 4).

Bei unseren Untersuchungen an den Schwimmblasen von *Cystoseira* haben wir also — um nochmals zu recapituliren — Gewebespannungen nachweisen können, und zwar Druckspannungen in den äusseren, Zugspannungen in den inneren Gewebeschichten. An den Zellen der letzteren lässt sich passives Wachstum nachweisen.

Zu denselben Resultaten wie bei den *Cystoseira*-Blasen führten mich die Untersuchungen an den Schwimmorganen von *Fucus vesiculosus*, den ich an der Ostsee untersuchte, und *Ascophyllum nodosum*, den Hr. Dr. Kuckuck aus Helgoland mir gütigst verschaffte. Weit energischer als die Wandungen von *Cystoseira*-Blasen sieht man die der *Fucus*- und *Ascophyllum*-Blasen nach Verletzung durch Quer- oder Längsschnitte sich einrollen.

An den gekammerten Schwimmorganen von *Halidrys siliquosa*, auf die ich oben bereits hinwies, liessen sich an dem mir vorliegenden Material keine Gewebespannungen mehr erkennen. Die oben erwähnten »Retortenzellen«, die man an den Innenwänden der Blaskammern und an den Gewebesträngen in diesen reichlich findet (vergl. Fig. 5), beweisen aber, dass Spannungen — wenn auch vielleicht Spannungen von nur geringer Intensität — vorhanden gewesen sein müssen, da ohne Spannungen die für passives Wachstum sprechenden Zellformen nicht erklärlich wären.

An den Blasen von *Sargassum linifolium* lassen sich nur sehr geringe Gewebespannungen nachweisen. An kleinen Schwimmblasen, die erst wenige Millimeter gross sind, lässt sich nach Verletzung noch eine schwache Einwärtskrümmung der Wundränder beobachten; an grösseren Schwimmorganen fehlen Gewebespannungen gänzlich.¹

¹ Eingehende Mittheilungen über die Schwimmblasen der Fucaceen finden wir in WILLE's Arbeit: »Om Fucaceernes Blaerer«, die wir bereits wiederholt citirten. Über Gewebespannungen und etwaige Anzeichen passiven Wachsthum's finde ich in

Im Anschluss an die bisher besprochenen Algen muss noch der von *Ricularia polyotis* gebildeten Hohlkugeln gedacht werden. Ob wir es mit hohlkugelförmigen Thallustheilen zu thun haben oder mit hohlkugelförmigen Algen wie bei *Codium*, oder mit hohlkugelähnlichen Colonien, ist für unsere physikalische Frage völlig belanglos.

Ricularia polyotis zu untersuchen hatte ich bei meinem Aufenthalt an der »Zoologischen Station des Berliner Aquariums« zu Rovigno reichlich Gelegenheit. — Die oliven- und spangrünen Lager der Alge, die an den kahlen Kalksteinklippen der Rovigneser Küste häufig sind, bleiben anfänglich solid, werden aber später hohl und nach HAUCK's Beschreibung¹ »sehr bald blasig, gelappt und gekröseartig«. — Die einzelnen Zellen der *Ricularia*-Fäden sind im Allgemeinen cylindrisch, hier und da finden sich aber Fäden mit abweichend geformten Zellen, die unsere Aufmerksamkeit verdienen. SCHWENDENER sagt über sie in seinen Beiträgen »Zur Wachsthumsgeschichte der Rivularien«² Folgendes:

»Besondere Erwähnung verdient die enorme Streckung, welche die unteren Glieder des Fadens, von der Heterocyste an bis gegen die Meristemzone hin, bei einzelnen Arten, und zwar stets unter gleichmässiger Verschmälnerung der Zellen, erfahren. Wie es scheint, kommen hierbei namentlich die Formen in Betracht, welche in rundlichen, z. B. halbkugelförmigen Colonien wachsen. Dahin gehört auch *Gloeotrichia Pisum*, ferner *Ricularia atra* u. a. Allein weit ausgeprägter als bei den genannten Arten habe ich diese Erscheinung an Fäden aus älteren Colonien von *Ricularia polyotis* beobachtet, wo der verschmälerte, gleichsam fein ausgezogene Basaltheil eine sehr bedeutende Länge erreicht. Die Meristemzone erscheint hier nur noch als ein relativ kurzes, spindelförmig verdicktes Stück des ganzen Fadens.

Durch welche Umstände diese auffällige Streckung herbeigeführt wird, ist mir nicht ganz klar geworden. Ein actives Wachsthum dieser Art, das unabhängig von äusseren Einflüssen ganz nur durch die Lebenthätigkeit des Plasmas bewirkt würde, habe ich an Gliederzellen eines frei vegetirenden Fadens (von Haarspitzen u. dergl. abgesehen) bis dahin

diesem Aufsatz keine Mittheilungen. Ob die in Fig. 8 (Taf. I) auf den Zellen der auch von uns erwähnten Gewebestränge der Schwimmblasen gezeichneten Hautzipfel mit den oben bereits besprochenen Anzeichen passiven Wachsthums (vergl. Fig. 3 unserer Tafel) identisch sind, möge dahingestellt bleiben.

Die in unserer Abbildung Fig. 4 gezeichneten haarartigen Gebilde, die durch passives Wachsthum und Zerreissung entstehen, dürfen nicht mit den von WILLE gezeichneten, activ in den Hohlraum der Schwimmblase hineinwachsenden Haaren (bei WILLE Fig. 4, 5, 19) verwechselt werden.

¹ HAUCK, »Die Meeresalgen Deutschlands und Österreichs« S. 495.

² SCHWENDENER, »Gesammelte Botanische Mittheilungen« Bd. II, S. 74, 75.

nirgends kennen gelernt. Wohl aber lassen sich zahlreiche Vorkommnisse anführen, welche beweisen, dass beliebige, noch wachstumsfähige Zellen unter dem Einfluss eines mechanischen Zuges zu passivem Wachstum in der Zugrichtung angeregt und dadurch in ähnlicher Weise, wie die in Rede stehenden *Rivularia*-Glieder, gestreckt und verschmälert werden. Denselben Effect müsste natürlich auch ein allseitiger Druck in der Querrichtung der Zelle hervorrufen, wie er bei *Rivularia* zeitweise etwa durch Spannungen innerhalb der Gallerte in Folge ungleichmässigen Schrumpfens oder Aufquellens bedingt sein könnte. Das betreffende Fadenstück würde dadurch in gleicher Weise gedehnt und verschmälert, wie etwa ein Cylinder aus weichem Thon, den man mit der Hand umfasst und zusammendrückt.«

Die einzige Schwierigkeit, auf die SCHWENDENER mit seinem Erklärungsversuch stiess, war die, dass es ihm nicht gelang, »die vorausgesetzten Spannungen an lebenden Colonien von *Gloeo-trichia Pisum*, der einzigen Form, die frisch zu Gebote stand, experimentell nachzuweisen. Radiale Schnittwunden, welche die Colonien spalten, müssten nothwendig klaffen, wenn die im Innern befindliche Gallerte unter einem höheren hydrostatischen Druck stände. Das war nun bei den untersuchten Objecten nicht der Fall; von irgend welcher Spannung war überhaupt nichts zu bemerken. Die ausgesprochene Vermuthung bedarf also noch der weiteren Prüfung, wobei sowohl auf das entwicklungsgeschichtliche Stadium, in welchem die fraglichen Streckungen stattfinden, als auch auf die sie begleitenden Umstände zu achten sein wird«.

Als ich in Rovigno lebendes Material von *Rivularia polyotis* untersuchte, konnte ich SCHWENDENER's Beobachtungen bezüglich der eigenartig gestreckten und verschmälerten Zellen nicht nur wiederholen, sondern auch, wie ich glaube, in einem Punkte ergänzen.

Die Spannungen, die SCHWENDENER nicht nachweisen konnte, existiren in der That. Bringt man einer *Rivularia*-Hohlkugel mit einem scharfen Rasirmesser eine Schnittwunde bei, so rollen sich — geeignetes Material vorausgesetzt — die Ränder der Wunde deutlich ein: es wiederholt sich im Kleinen das für *Codium Bursa* oben beschriebene Phaenomen. Bei *Rivularia* wie bei *Codium* liegen analoge Spannungsverhältnisse vor, deren Ursachen wir in durchaus analogen Wachstumsverhältnissen zu suchen haben werden: auch für *Rivularia* bin ich geneigt, die Bildung neuer Individuen als einen Zuwachs, der besonders den äusseren Thallusschichten zukommt¹, für das Zustandekommen der Spannungen zwischen inneren und äusseren Schichten verantwortlich zu machen. —

¹ Vergl. HAUCK, a. a. O. S. 496: Fig. 217 c.

Wenn ich in einem besonderen Capitel die hohlkugelhähnlichen Algenformen zusammengestellt habe, so lag die Anregung hierzu nicht in der rein äusserlichen Analogie ihrer Form. Zwischen Spannungen, wie wir sie bisher beschrieben haben, und der Hohlkugelform besteht unter Umständen noch ein innerer Zusammenhang.

Codium, *Udotea* und andere Codiaceen bestehen aus einem Geflecht unverbundener Fäden. Wenn wir aus solchem Material eine Hohlkugelform zu Stande kommen sehen, wie bei *Codium Bursa*, so leuchtet ohne Weiteres ein, dass diese Form nur durch Spannungen im Hohlkugelmantel dauernd erhalten werden kann. Beständen im *Codium*-Thallus keine Spannungen, so würde er unfehlbar wie eine leere Tasche zusammensinken, der Schwerkraft folgend, und flach dem Meeresboden aufliegen. Ebenso wie die einzelne Zelle durch den Turgor fester und widerstandsfähiger wird, wie die Stammgewebe krautartiger Pflanzen durch die in ihnen herrschenden Gewebespannungen versteift werden, so haben auch die Spannungen im *Codium*-Thallus für diesen die Bedeutung einer Festigungseinrichtung, die ihm seine Hohlkugelform sichert. Wir finden die Gewebespannungen insofern in den Dienst der Zweckmässigkeit gestellt, als für die Alge die Kugelform offenbar vortheilhafter ist als eine flache Form, die nur eine Hälfte der Thallusoberfläche dem Lichte zuzuwenden ihr gestatten würde.

Bei den Schwimmblasen der Fucaceen werden die »Hohlkugeln« nicht aus einem lockeren, verschiebbaren Fadengeflecht, sondern aus festem Zellgewebe gebildet. Die Kugelform bedarf hier nicht mehr der Sicherung wie bei *Codium Bursa*, und wir werden daher hier nicht mehr nach engen Beziehungen zwischen der äusseren Form und inneren Spannungen fragen. Dass die letzteren zur Festigung eines hohlkugelhähnlichen Organes beitragen werden, ist zweifellos; dass sie aber entbehrlich sind, beweisen uns deutlich genug die spannungsfreien älteren Blasen von *Sargassum* oder die hohlkugelförmigen Thalli von *Hydroclathrus sinuosus*, die auch in ihrer Jugend keinerlei Spannungen an sich nachweisen lassen.

Der Schluss des Capitels soll dem Vorkommniss passiven Wachstums bei höheren Pflanzen gewidmet sein.

Bei *Cystoseira*, *Fucus* u. s. w. sahen wir durch lebhaftes Wachstum der corticalen Gewebe eine Lücke im »Mark« zu Stande kommen. Wie längst bekannt, ist bei den höheren Pflanzen das Mark ein Gewebe, dem actives lebhaftes Wachstum in hohem Maasse zukommt. Gleichwohl fehlt es nicht an Ausnahmefällen, in welchen durch intensives Wachstum der äusseren Gewebe das Mark zum Zerreißen genöthigt wird und seine Zellen hier und da deutliche Spuren passiven

Wachstums zeigen. Hohlräume im Mark sind weit verbreitet; ich erinnere an die hohlen Blüthenschäfte vieler Compositen u. s. w. Unzweideutige Anzeichen passiven Wachstums im Mark fand ich bei Untersuchung der hohlen Fruchtböden verschiedener Compositen (*Doronicum*, *Bellis* u. a.), auf die ich hier nicht allzu weitläufig eingehen möchte. — Ungeachtet der Unterschiede zwischen dem Mark der höheren Pflanzen und dem »Markgewebe« möge der Vergleich beider gestattet sein, da bei der Schwimmblasenbildung es schliesslich sich doch um dieselbe Vertheilung der Wachstums-Intensität handelt wie bei Entstehung der hohlen Fruchtböden u. s. w. Beide Male fällt den äusseren Schichten die Leistung des lebhaften, activen Wachstums zu, und beide Male folgen die inneren mit passivem Wachstum, bis sie zerreißen.

II. Über die cylindrischen Thallustheile einiger Rhodophyceen und Phaeophyceen.

Dem Capitel über die Hohlkugelformen unter den Algen möge die Besprechung des hohleylindrischen Thallus einer *Chylocladia* folgen.

Die Wandung des hohlen Thallus von *Chylocladia mediterranea* besteht aus fünf, sechs oder mehr Zellschichten; die äusseren werden aus kleinzelligen, annähernd isodiametrischen Zellelementen gebildet, die inneren aus grosslumigen, parallel zur Längsachse des Thallus oft erheblich gestreckten Zellen (vergl. Fig. 6 und 7).

Die Initiative des activen Wachstums fällt den äusseren Gewebeschichten zu, die Zellen der inneren Schichten folgen mit passivem Wachstum. Auch hier ist die Form der einzelnen Zellen charakteristisch und für unsere wachstumsphysiologischen Fragen werthbar. In der Richtung des Zuges, der durch das lebhaftes Wachstum der Rindenschichten zu Stande kommt, und zwar sowohl longitudinal, d. h. parallel zur Längsachse des Thallus, als auch tangential wirkt, sehen wir viele Zellen zu flaschenhalsähnlichen dünnen Schläuchen ausgezogen. Auch hier wird die Entstehung der »Retortenzellen«, wie wir sie früher nannten, nicht anders als durch passives Wachstum zu erklären sein. — Fig. 6 stellt den Theil eines Querschnitts durch den *Chylocladia*-Thallus dar. Bei *a* sind einige Retortenzellen abgebildet. Fig. 7 giebt ein Längsschnittbild von derselben Alge und zeigt ähnliche Zellbildungen wie Fig. 6. In der innersten Zelllage sind zwei zu kurzen »Flaschenhälsen« ausgezogene Zellen auseinander gerissen worden.

Die andere Frage: sind Gewebespannungen vorhanden? lässt sich bei *Chylocladia* ebenso wenig wie bei vielen anderen Algen beantwor-

ten. Ihr Thallus ist von gallertartiger, weicher Consistenz, und etwaige minutiöse Spannungsdifferenzen zwischen äusseren und inneren Gewebeschichten zu erkennen, wird dadurch unmöglich.

Die Art der Vertheilung activen und passiven Wachsthum's auf die äusseren und die inneren Gewebeschichten des Thallus von *Chylocladia mediterranea* entspricht durchaus den Verhältnissen, die wir bei *Codium Bursa* einerseits, bei den Blasen einiger Fucaceen andererseits angetroffen haben. Zu denselben Resultaten wird uns fernerhin noch die Betrachtung einiger anderer Rhodophyceen führen.

Zum Nachweis von Gewebespannungen ist *Gracilaria confervoides* ein geeignetes Object. Spaltet man einen quer abgeschnittenen Thallustheil der Länge nach (vergl. Fig. 8a und b), so werden alle Schnittflächen concav. Wie die Abbildung schematisirt es zeigen soll, weichen die beiden durch den Längsschnitt entstandenen Schnittflächen in der Weise aus einander, dass das Mark schrumpft, die Rinde sich ausdehnt und nur die peripherischen Gewebeschichten schliesslich in Berührung mit einander bleiben. Auch die Querschnittsfläche sinkt ein und wird concav, derart, dass nur die Randschichten als plastisch erhabener Saum stehen bleiben.

Die Deutung dieser Erscheinung kann natürlich nur die sein, dass die Rindenschichten unter Druckspannung, die aus weitlumigen Zellen zusammengesetzten inneren Gewebe unter Zugspannung gestanden haben. Durch intensives Wachstum innerhalb des Rindengewebes sind in diesem Spannungen longitudinaler wie tangentialer Richtung zu Stande gekommen. Die Spannungen der longitudinalen Richtung bedingen das plastische Vortreten des Rindengewebes auf der Querschnittsfläche, die Spannungen in tangentialer Richtung führen das Auseinanderweichen der Längsschnittflächen herbei, indem die nach Spaltung des Thallus vom Druck befreiten Rindengewebe sich naturgemäss ausdehnen. — Bei Betrachtung des Objectes von oben (vergl. Fig. 8b) erkennt man, dass die beiden Hälften des cylindrischen Thallus nach der Spaltung keineswegs mehr Halbkylinder darstellen; die Rundung ihrer Peripherie beträgt mehr als einen Halbkreis.

Genau dasselbe, was ich hier für *Gracilaria confervoides* aus einander gesetzt habe, lässt sich von einer Reihe anderer Rhodophyceen sagen, auf deren eingehende Schilderung ich füglich verzichten darf.

Das geeignetste Object zur Demonstration der Gewebespannungen an Rothalgen sind vielleicht die älteren Stammtheile von *Sphaerococcus coronopifolius*: die concave Krümmung der Querschnittsflächen ist an ihnen meist auffallend stark.

Weniger deutlich lässt sich dasselbe an *Laurencia obtusa*, *Gelidium capillaceum*, *Hypnaea musciformis*, an den volleylindrischen Thallus-

theilen von *Chrysymenia uvaria* beobachten. An *Rytiphlaea pinastroides* suchte ich Spannungen vergebens nachzuweisen, desgleichen an *Vidalia volubilis* u. a.¹

Gleichwohl ist nach unseren Beobachtungen an den oben genannten Algen die Vermuthung gerechtfertigt, dass Spannungen zwischen Mark und Rinde nicht eine auf wenige Rhodophyceenarten beschränkte Erscheinung sein werden.

Die grosslumigen, meist längs gestreckten Zellen im Innern des Algenhallus, die, wie wir gesehen haben, unter Zugspannung stehen und für die wir passives Wachstum voraussetzen dürfen, sind dieselben, die wir seit WILLE's Untersuchungen über die physiologische Anatomie der Algen² als Zellen des Leitungssystemes zu betrachten pflegen. Nach meiner oben mitgetheilten Auffassung werden »Leitungszellen«, die in der Richtung der Thalluslängsachse gestreckt sind und unter Zugspannung stehen, zum Theil wenigstens passivem Wachstum ihre Form zu verdanken haben, ebenso wie etwa die Ring- und Spiralgefässe der höheren Pflanzen, für die wir schon längst passives Wachstum anzunehmen gewohnt sind. Bei den Algen suchen und finden wir die Kraftquelle in dem lebhaft wachsenden Rindengewebe.

In einem besonderen Abschnitte bespricht WILLE³ eine Reihe von Algen, die neben dem eigentlichen Leitungssystem noch ein besonderes »Tilddungssystem« oder Zuleitungssystem besitzen: »Man findet hier ein kleinzelliges äusseres Gewebe, welches das Assimilationssystem

¹ Dass im Thallus von *Ahnfeldtia plicata* Spannungen existiren, erhellt aus einer Notiz in JÖNSSON's »Beiträgen zur Kenntniss des Dickenzuwachses der Rhodophyceen«, Acta Universitatis Lundensis Bd. XXVII, S. 8. — Leider sagt der Autor nicht, welcher Art diese Gewebespannungen sind. Vermuthlich gleichen sie den Spannungen der von uns erörterten Algen.

² WILLE, »Bidrag til algernes physiologiske Anatomie«, p. 44–45: »Was zunächst die Bezeichnung »Leitungssystem« betrifft, so will ich hiernit nur sagen, dass es nicht die assimilirenden Zellen selbst sind, welche zur Weiterleitung der Assimilationsproducte dienen, sondern dass die Leitung vornehmlich von anderen Zellen übernommen wird, welche ausserdem vielleicht noch anderen Functionen, z. B. mechanischen, zu dienen haben. Wie weit das der Fall ist, wird zuweilen schwer zu entscheiden sein; immerhin wird aber die Form der Zellen in der Regel einen gewissen Aufschluss geben. Wie bereits oben mitgetheilt, erfolgt die Stoffleitung in der Längsrichtung der Zellen; haben wir es also mit Zellen zu thun, welche nicht isodiametrisch sind, so liegt hierin ein Fingerzeig. Treten an den Zellwänden einer bestimmten Richtung regelmässige Poren auf und fehlen sie an Wänden anderer Richtungen, so werden wir ebenfalls annehmen dürfen, dass die Stoffleitung in der durch die Poren bezeichneten Richtung erfolgt«.

³ WILLE, a. a. O. p. 56 ff.; vergl. Tab. VIII, Fig. 16, 17 seines Werkes.

darstellt, und eine Reihe langgestreckter Zellen in der Mitte, die der Leitung dienen, und zwischen diesen und jenen finden sich Zellreihen, die sich nach der Thallusoberfläche zu immer reichlicher verzweigen und welche eben durch ihre reichlichen Verzweigungen an vielen Punkten mit dem Assimilationssystem in Verbindung stehen und die Assimilate von verschiedenen Stellen in sich aufnehmen können; nach innen zu erfolgt die Vereinigung derart, dass jede Partie des Assimilationssystems nur mit einer Zelle in Verbindung mit dem Leitungssystem steht«.

Bei den Vertretern der mit einem »Zuleitungssystem« ausgestatteten Algentypen finden wir also auch Zellen, deren längster Durchmesser in der Richtung des Thallusradius liegt (vergl. die bereits citirten Abbildungen bei WILLE).

Die Form dieser Zellen und die Gewebespannungen zwischen den verschiedenen Theilen des Thallus nöthigen mich, auch für die Entstehung dieser Art von Leitungszellen passives Wachstum anzunehmen.

Zur Erläuterung des Gesagten muss ich auf die Anatomie zweier interessanter Rhodophyceen, *Gigartina Teedii* und *Grateloupia Proteus*, etwas näher eingehen.

Gigartina wie *Grateloupia* besitzen einen flach cylindrischen, bandförmigen Thallus. Es lassen sich zwei verschiedene Gewebeschichten unterscheiden: eine kleinzellige Rindenschicht und das grosszellige Markgewebe. Wie bei vielen anderen Rothalgen, besteht auch bei *Gigartina* und *Grateloupia* die Rindenschicht aus parallel und dicht neben einander gestellten, fest verwachsenen, perlschnurartigen Zellreihen, welche häufig dichotom verzweigt sind und deren einzelne Zellelemente isodiametrisch geformt oder in radialer Richtung ein wenig gestreckt sind. Die Markzellen dagegen stellen lange, farblose Schläuche dar, die hier und da sich verzweigen, oft an das Sternparenchym der höheren Pflanzen erinnern und alle Theile der Rindenschicht mit einander zu verbinden scheinen.

Nahe der Sprossspitze hat der Thallus nahezu kreisrunde Querschnittsform, die älteren Theile zeigen die typische Bandform. Durch Vermehrung der erwähnten perlschnurartigen Zellreihen wächst der Thallus vornehmlich in die Breite. Auch eine Längenzunahme findet statt. Die schlauchähnlichen Zellen des Thallusinnern haben diesem intensiven, in den Rindenschichten sich abspielenden Wachstum zu folgen: sie wachsen passiv.

Über die Spannungen, die dadurch, dass das Wachstum der äusseren Gewebeschichten dem der inneren vorauseilt, entstehen müssen, kann man sich un schwer an jeder beliebigen Schnittfläche orientiren.

Bei jeder Verwundung, die man dem Thallus mit einem scharfen Messer beibringt, kann man beobachten, wie unmittelbar nach dem Schnitt die innere Gewebemasse erheblich einsinkt und wie die Rindenschichten als plastischer Rand, als Rahmen ohne Füllung, stehen bleiben. Auch hier standen also die Rindenschichten unter Druckspannung, die Markgewebe unter Zugspannung. — An alten Thallustheilen lassen sich Gewebespannungen dieser Art nicht mehr nachweisen; das Wachstum der Rindengewebe ist erloschen und von dem der Markzellen eingeholt worden.

Ebenso deutlich wie die Spannungen spricht die Form der Markzellen für ihre Entstehung durch passives Wachstum. Viele unter ihnen sind ausserordentlich langgestreckt und gleichzeitig in der Mitte auffällig verschmälert und ahmen die Form einer über der Flamme ausgezogenen Glasröhre nach. Bei *Grateloupia Proteus* beträgt der Durchmesser einer Markzelle in der Mitte oft nur den vierten Theil ihres Durchmessers an ihren Enden.

Es kann demnach keinem Zweifel unterliegen, dass den Rindenschichten des Thallus die Initiative im Wachstum zufällt und dass die Markzellen erst durch den longitudinalen wie radialen Zug, den die Erweiterung der wachsenden peripherischen Schichten hervorrufen muss, zum Wachstum angeregt werden.

Die Spannungen, die sich im Thallus von *Gigartina* und *Grateloupia* geltend machen, sind mit den bisher erörterten übrigens noch nicht erschöpft. Bringt man einem *Grateloupia*-Thallus einen Querschnitt bei und spaltet eins der Thallusenden durch einen Längsschnitt, so klaffen (vergl. Fig. 9a) die beiden Streifen weit aus einander, und wir werden auf diese Weise auf Spannungen aufmerksam gemacht, die sich durch die bisher geschilderten Wachstumsvorgänge nicht erklären lassen. Zerlegt man ein quer abgeschnittenes Thallusende durch mehrere parallele Schnitte in vier oder fünf schmale Streifen (vergl. Fig. 9b), so sehen wir die äusseren Streifen, die Kanten des Thallus, sich deutlich verkürzen, die mittleren sich entsprechend strecken. Die Kantentheile des Thallusbandes standen unter Zugspannung, die inneren unter Druckspannung.

Sahen wir vorhin die Wachstums-Intensität der Rinde die des Markgewebes übertreffen, so sehen wir jetzt, dass auch bei den Rindenschichten selbst wieder zwischen mehr und minder lebhaft wachsenden Theilen zu unterscheiden ist. Der intensivest wachsende Theil ist der mittelste; auf schwaches Rindenwachstum stossen wir an den Rändern des Thallus.

Nicht in allen Theilen des *Grateloupia*-Thallus sind die Spannungen, wie sie sich bei Längsspaltungen beobachten lassen, gleicher-

maassen wirksam. An den jüngsten Theilen — etwa bis zu einer Entfernung von 2^{cm} von der Sprossspitze — suchen wir nach ihnen vergebens. Erst an älteren Thallustheilen kommen dadurch, dass das longitudinale Wachsthum der Kantentheile hinter dem der anderen, mittleren Partien zurückbleibt, Gewebespannungen der besagten Art zu Stande. An noch älteren Theilen des *Grateloupia*-Thallus, die etwa 10^{cm} von der wachsenden Spitze entfernt sind, verschwinden die Spannungen wieder, indem sie vermuthlich durch Wachsthum ausgeglichen werden.

Wir unterscheiden also zwei spannungsfreie Zonen: in der ersten herrschen noch keine Spannungen, in der anderen herrschen keine mehr, wobei wir nur an diejenigen Spannungen denken, welche zwischen verschiedenen Theilen des Rindengewebes bestehen.

Über die Abnahme und das Verschwinden von Gewebespannungen bei höheren Pflanzen sind wir längst unterrichtet¹; die Beobachtungen an *Grateloupia* lehren, dass sich ähnliche Erscheinungen auch bei den Algen nachweisen lassen.²

Gigartina Teedii unterscheidet sich insofern von *Grateloupia Proteus*, als die geschilderten Kantenspannungen ihres bandförmigen Thallus in allen seinen Theilen — abgesehen von den allerjüngsten — gleich deutlich sich nachweisen lassen.³

¹ KRAUS, »Die Gewebespannung des Stammes und ihre Folgen«, a. a. O. S. 111 bis 112.

² Meine Angaben über die Länge und Lage der »Spannungszone« können nur annähernd genau sein. Die Untersuchung zahlreicher Thalli führte bei jedem von ihnen zu abweichenden Resultaten, deren Mittelwerth ich oben anführte, so wie er meinen Erfahrungen, die ich Mitte März zu Neapel sammelte, entspricht. Zu anderen Jahreszeiten — nach BERTHOLD (»Vertheilung der Algen im Golf von Neapel«, Mitth. d. Zool. Station zu Neapel 1881, Bd. III, S. 531) sind *G. Proteus* und *G. dichotoma* das ganze Jahr hindurch häufig — mag vielleicht die Lage der Spannungszone eine andere sein.

³ Im Anschluss an die Kantenspannungen des *Grateloupia*- und *Gigartina*-Thallus möchte ich auf eine weitere gemeinschaftliche Eigenthümlichkeit der beiden genannten Algen mit einigen Worten zu sprechen kommen. Das Thallusband liegt bei beiden zumeist nicht in einer Ebene, sondern wird durch zahlreiche buckelartige Vorwölbungen gekennzeichnet, die anscheinend regellos bald auf der einen, bald auf der anderen Seite des Thallus sich zeigen. Es liegt vielleicht nahe, die Bildungen dieser Art mit den Kantenspannungen in Verbindung zu bringen: die mittelsten Theile des Thallusbandes stehen unter starker Druckspannung, und wenn ein gewisses Maximum überschritten wird, weichen sie der allzu gross gewordenen Spannung vielleicht in der Weise aus, dass sie seitlich sich vorwölben. Darüber, ob die Concavität auf die eine oder die andere Seite des Thallus zu liegen kommt, würden alsdann irgend welche Zufälligkeiten zu entscheiden haben. Durch weiter fortschreitendes Wachsthum der mittleren Thallustheile könnten dann aus anfänglich flachen Vorwölbungen die stattlichen Buckel werden, die uns am *Gigartina*- und *Grateloupia*-Thallus auffallen. — Gegen diesen Erklärungsversuch liesse sich freilich einwenden, dass die »Buckel« nicht verschwinden, wenn man durch Abschneiden der Kantenpartien die Spannungen beseitigt. Ferner begegnen wir leichten Vorwölbungen auch schon in den jüngsten Thallustheilen, in

Spätere Untersuchungen werden zu zeigen haben, welche Verbreitung die für *Grateloupia* und *Gigartina* beschriebenen Gewebespannungen zwischen Mark und Rinde, die wir in Beziehung zu WILLE's »Zuleitungssystem« zu bringen versuchten, im Algenreich besitzen. Die Vermuthung wird zunächst nicht unberechtigt sein, dass diejenigen Algen, welche ähnliche anatomische Gewebedifferenzirungen unterscheiden lassen, wie die beiden genannten Algengattungen, auch ähnliche Spannungen aufzuweisen haben werden. — Wir schliessen dabei von der Gleichheit der Wirkungen auf die Gleichheit der Ursache.

WILLE¹ rechnet *Grateloupia Proteus* zu den Algen des »*Nothogenia*-Typus«. Ähnlichen Aufbau wie jene haben nach ihm folgende Algen: *Halymenia Monnardiana*, *Iridaea edulis*, *I. minor*, *I. Montagnei*, *I. pulchra*, *I. carnososa*, *I. labyrinthifolia*, *I. cornea*, *Grateloupia filicina*, *G. prolongata*, *G. concatenata*, *G. pomacea*, *G. filiformis*, *G. pennatula*, *G. neglecta*, *G. emarginata*, *G. coriacea*, *G. gorgonioides*, *G. fimbriata*, *G. Consentinii*, *G. verruculosa*, *G. Cutleriae*, *Nothogenia variolosa*, *N. tuberculosa*, *N. livida*, *Chatangiun dichotomum* und *Halymenia spathulata*.

Auch die von WILLE² unter den »*Rhodophyllis*- und *Cryptosiphonia*-Typen« aufgezählten Algen würden hier in Betracht zu ziehen sein. Auch die mittlere Schicht des Thallus der *Scinaia furcellata*, deren gallertartige Consistenz eine Prüfung auf Gewebespannungen leider unmöglich macht, dürfte durch ihre englumig ausgezogenen Zellen auf passives Wachstum hinweisen.

Eine Untersuchung, für die reichlicher lebendes Material zur Verfügung stände wie mir für die meinige, würde vielleicht lehren, dass die Zellen des »Zuleitungssystemes« allenthalben durch die Wirkung centrifugalen Zuges entstehen, den das lebhaft tangential Wachstum der Rindenschichten hervorrufen muss.

Was speciell die »Kantenspannungen« betrifft, so leuchtet von vorn herein nur ein, dass bei bandförmigen Algen das tangential Wachstum an denjenigen Stellen überwiegen muss, welche zu den Breitseiten des Thallus werden sollen. Bethätigen sich alle Theile gleich lebhaft im tangentialen Wachstum, so kann selbstverständlich kein flacher bandförmiger Thallus zu Stande kommen. Dass die Kantenheile auch in ihrem longitudinalen Wachstum hinter den Breitseiten des Thallus zurückbleiben, hat mit der Bandform des

welchen — wie oben bereits bemerkt — noch keine »Kantenspannungen« sich nachweisen lassen.

¹ WILLE, a. a. O. S. 57.

² WILLE, a. a. O. S. 57–61.

Thallus direct nichts zu thun. Zweifellos wird es sehr viele bandförmige Algen geben, deren Thalli — auch nicht einmal vorübergehend — Kantenspannungen erkennen lassen. Als Beispiel sei *Gelidium capillaceum* genannt. Auch die »Blätter« von *Sargassum linifolium* sind spannungsfrei. Andererseits sei an eine bandartige Alge erinnert, bei welcher durch gesteigertes Längenwachsthum der Kantentheile der charakteristische Habitus der Art zu Stande kommt: an *Phyllophora nervosa*, deren gekräuselter Rand Rückschlüsse auf das lebhaftes Wachstum der Randpartien gestattet.

Bevor ich zu den Braunalgen übergehe, möchte ich noch eines interessanten Wachsthumsvorganges gedenken, der sich an den Fäden der Polysiphonien leicht beobachten lässt. Der Querschnitt durch den Thallus dieser Fadenalge zeigt bekanntlich eine centrale Zelle, umgeben von vier oder mehr »pericentralen« Zellen. Alle sind in der Längsrichtung des Thallus gestreckt, oft sogar erheblich gestreckt. Die Intensität des Wachsthumes ist bei centralen und pericentralen Zellen keineswegs dieselbe: ebenso wie bei allen von uns behandelten Algen sind auch hier die peripherischen — also die pericentralen — Zellen diejenigen, welchen die grössere Wachsthumintensität zufällt. Die centrale Zellreihe wächst passiv. — Dafür spricht die Form der centralen Zelle, die nicht selten an Durchmesser verliert und in der Mitte verschmälerte Form annimmt, und besonders die Torsionen, die fast an jedem *Polysiphonia*-Thallus mehr oder weniger deutlich zu finden sind.¹

Torsionen können auf verschiedene Weise zu Stande kommen: wenn die pericentralen Zellen von *Polysiphonia* vorzugsweise in diagonalen Richtung wüchsen; alsdann läge die Entstehung der Torsionen ausschliesslich in activen, rein vitalen Wachsthumsvorgängen begründet. Auch wäre die Richtung der Torsion — ob links- oder rechtsgedreht — von vorn herein durch die das active Wachstum bestimmenden »inneren« Gesetze gegeben. Für die an *Polysiphonia* auftretenden Torsionen wird eine Erklärung dieser Art nicht zugänglich sein, wie mir scheint. Man findet rechtsgedrehte Thalli neben linksgedrehten, ohne dass sich irgend welche Gesetzmässigkeit erkennen liesse²; ja sogar an dem nämlichen Exemplar kann man rechts-

¹ Über die Torsionen von *Polysiphonia atro-rubescens* s. AGARDH, »Florideernes Morphologi« (Kongl. Vetensk-Akad. Handlingar Bd. XV, Nr. 6, p. 59), in welcher auf HARVEY, »Phycologia Britannica« (tab. 172) verwiesen wird.

² HARVEY bildet in der »Phycologia Britannica« Vol. II *Polysiphonia Richardsonsii* als rechts-, *P. affinis* und *P. atro-rubescens* als linksgedreht ab. Kürzung in den »Tabulae phycologicae« Bd. XIII zeichnet als rechtsgedreht *P. strictiuscula* (tab. 54).

und linksgedrehte Stellen finden. — Nach meinem Erachten wird man daher diese Torsionen nur durch gesteigertes Längenwachstum der äusseren, der pericentralen Zellen erklären dürfen; da sie mit der wachstumsträgen centralen Zelle lebenslänglich verbunden sind, werden sie durch ihre eigene Längenzunahme schliesslich aus der Richtung der Thalluslängsachse herausgedrängt. Ob der Ausschlag nach links oder rechts erfolgt, ob links- oder rechtsgedrehte Polysiphonien entstehen, bleibt dem Zufall überlassen. —

Ebenso auffällig wie die Spannungen in den Geweben der Fucaeenblasen, die wir bereits im ersten Capitel behandelten, sind diejenigen, welche in den stammähnlichen Thallustheilen vieler Phaeophyceen auftreten und über die wir in den folgenden Zeilen noch mit einigen Worten berichten müssen.

Die Anatomie der Algenstämme ist seit LAMOUROUX¹ und RUPRECHT² schon sehr oft untersucht worden. Um so überraschender muss es scheinen, dass in den verschiedenen anatomischen Abhandlungen nur sehr spärliche Notizen über die in den Algenstämmen herrschenden Gewebespannungen eingestreut zu finden sind.

Die Spannungen sind gleichwohl recht augenfällig.

Wenn man beispielsweise von einem älteren *Fucus*-Stämmchen Querschnittspräparate zu mikroskopischen Zwecken anfertigt, so wird man hierbei oft durch ein sehr auffälliges Phaenomen gestört. Kaum hat man eine dünne Querscheibe hergestellt, so beginnt diese auf dem Präparirmesser Falten zu werfen; auch auf dem Objectträger kann durch Auflegen eines Deckglases dem Übelstand oft nur mangelhaft abgeholfen werden. Die Oberfläche des mikroskopischen Präparates lässt sich nicht mehr in eine Ebene bringen, und die Untersuchung des Objectes wird dadurch begrifflicherweise sehr erschwert.

Worin haben wir die Ursache für diese Erscheinung zu suchen? Offenbar in dem Verlängerungs- oder Verkürzungsbestreben bestimmter Gewebeschieden, also in Gewebespannungen, die erst nach Verletzung des Thallusganzen, durch Abheben einer dünnen Querschnittscheibe, für uns erkennbar werden.

Fig. 10 zeigt schematisirt den Stumpf eines Algenstämmchens von *Cystoseira*. Ein Querschnittspräparat A ist als dünne Scheibe bereits

P. platyspia (tab. 63), *P. havanensis* (tab. 72) und *P. Richardsoni* (tab. 83). als links-gedreht *P. umbellifera* (tab. 45), *P. Agardhiana* (tab. 49), *P. secundata* (tab. 52), *P. Papeana* (tab. 55) und *P. linocladia* (tab. 56).

¹ LAMOUROUX, »Essai sur les genres de la famille des Thalassiphytes«, Ann. du Mus. Bd. 20, 1813, p. 34.

² RUPRECHT, »Bemerkungen über den Bau und das Wachstum einiger grosser Algenstämme und über die Mittel, das Alter derselben zu bestimmen«, Mém. de l'Acad. impér. des Sc. Natur., Bd. VI, Petersburg 1848.

zur Hälfte (bis zur Linie $b-b$) abgeschnitten. Die peripherische Zone des Praeparates hat sich dabei geworfen und eine deutlich hervorragende Falte (F) gebildet. Der Rand der Querscheibe hat sich dabei naturgemäss etwas abgehoben und zurückgezogen, so dass die unter der Querscheibe liegende Oberfläche des angeschnittenen Algenstämmchens, die in der Figur dunkel schattirt ist, blossgelegt und sichtbar geworden ist. An *Cystoseira*, dicken Stämmchen von *Fucus*, *Sargassum* und *Sphaerococcus coronopifolius* lässt sich der Vorgang mit gleicher Deutlichkeit beobachten.

Nach Allem, was ich beim Zerschneiden lebender Theile beobachtet habe, kann ich mir von den in ihnen herrschenden Gewebespansungen keine andere Vorstellung machen, als dass in den äusseren Gewebeschichten durch tangenciales Wachstum der letzteren, welchem die Vergrösserung der inneren Schichten quantitativ nicht entspricht, energische Druckspannungen zu Stande kommen. Bei *Grateloupia* u. s. w. machten wir bereits auf das tangential Wachstum der äusseren Gewebeschichten aufmerksam. Der radiale, centrifugale Zug, der entsprechend dem Erweiterungsbestreben der oberflächlichen Schichten auf die inneren Theile wirken muss, führte, wie wir oben aus einander gesetzt haben, zur Streckung, zum passiven Wachstum der radial gestellten Zellelemente. Bei *Cystoseira* u. s. w. folgen nach unserer Auffassung die inneren Gewebe nicht dem Wachstum der äusseren Schichten, und darum kommen in diesen um so energischere Druckspannungen zur Entstehung.

Den Rand der abgelösten Querscheibe sahen wir sich falten, d. h. verlängern. Die Wachstumsverhältnisse der inneren Gewebe hinderten ihn, seinem energischen tangentialen Wachstum gemäss radial-centrifugal fortzuschreiten. Erst wenn nach gewaltsamer Zerstörung des Gewebeverbandes der Raum zur Vergrösserung der comprimierten Gewebe frei wird, kann die Schwellung der letzteren eintreten; die in Fig. 8 gezeichnete Querschnittsscheibe faltet sich und muss dabei ihre Lage in einer Ebene naturgemäss aufgeben.

Das tangential Wachstum der äusseren Gewebeschichten ist nicht ihr einziges. Spannungen anderer Art, die ausser den genannten in den Algenstämmchen von *Cystoseira*, *Sargassum* u. a. wirksam sind, lehren uns, dass die äusseren Gewebeschichten auch in longitudinaler Richtung unter Druckspannung stehen; auch in dieser Richtung müssen sie also ein lebhaftes Wachstum entwickelt haben, dem die inneren Schichten nicht gefolgt sind. Schneidet man von einem *Sargassum*-Stämmchen mit einem Schnitt parallel zur Längsachse ein Cylindersegment ab, dessen Dicke etwa ein Drittel des Stammdurchmessers beträgt, so streckt sich der abgelöste Streifen

deutlich in die Länge. Ist der Schnitt etwa $1\frac{1}{2}$ cm lang, so beträgt der Zuwachs ungefähr $\frac{1}{2}$ mm, was einer Streckung von annähernd drei Procent entsprechen würde.

Auch hier sehen wir also das intensivste Längenwachstum in den äusseren Gewebeschichten sich vollziehen.¹

Auch an anderen Algengattungen wiederholt sich derselbe Fall, wiederholen sich dieselben Spannungen. Ich muss hierbei auf die Untersuchungen WILLE's verweisen,² deren ich in den einleitenden Bemerkungen bereits gedachte. Ich selbst habe bisher keine Gelegenheit gehabt, lebendes Material von *Alaria* und anderen Laminariaceen zu untersuchen und citire nachfolgend WILLE's Mittheilung über diese als willkommene Ergänzung zu meinen eigenen Beobachtungen an den oben genannten Tangen und Rothalgen.

»Ich sehe es als sicher an, dass die inneren Zellgewebe in der Hauptsache während des Wachstums passiv verändert werden und dass die bei dem Längenwachstum activ thätigen Zellen unzweifelhaft die äussere Zellschicht sind, also das theilungsfähige Assimilations-system; denn an dafür geeigneten Schnitten sieht man sehr deutlich, wie sich die äusseren Schichten erweitern und sich um die inneren hineinlegen, welche sich etwas zusammenziehen, wenn ihnen dazu Gelegenheit geboten wird. Das Verhältniss ist somit hier das umgekehrte von dem, was es bei höheren krautartigen Pflanzen zu sein pflegt, wo die äusseren Schichten passiv gespannt sind und sich zusammenziehen, während die inneren Schichten activ gespannt sind und sich erweitern, wenn sie von ihrer Vereinigung befreit werden.«³

¹ Beiläufig sei bemerkt, dass ich in den kegel- oder helmförmigen »Knorren« am Stamm von *Cystoseira Montagnei* keine Spannungen habe nachweisen können.

² WILLE, »Beiträge zur physiologischen Anatomie der Laminariaceen«, a. a. O. S. 13.

³ Über die Wirkungen der Längsspannungen sagt WILLE a. a. O. Folgendes: ».... Bei dieser Längenstreckung der Zellen findet man jedoch, dass sie nach innen an Durchmesser abzunehmen anfangen, indem sie sich wie ein Kautschukschlauch, der ausgedehnt wird, verhalten; dadurch werden nun die äusseren, neugebildeten Schichten nach innen zu gedrängt, indem sich der Querschnitt der Stipes constant hält. Dies hat auch den zweckmässigen Vortheil, dass die Zugfestigkeit im Stipes nicht in wesentlichem Grade dort geschwächt wird, wo die lebhafteste Wachstumszone sich befindet, indem fortwährend neue Zellen gebildet werden, welche die inneren gestreckten und daher dünner gewordenen Zellen verstärken«. — Des tangentialen Druckes, der bei dieser radial-centripetalen Verschiebung der »äusseren neugebildeten Schichten« auf diese ausgeübt werden und zweifellos zu Gewebespannungen führen muss, thut WILLE keine Erwähnung.

Es läge hiernach vielleicht nahe, auch die oben von mir geschilderten Spannungen der *Fucus*- und anderer Algenstämmchen durch centripetale Verschiebung äusserer Gewebe zu erklären. Ich glaube jedoch, dass ein Erklärungsversuch dieser Art wenig für sich haben würde. Bei *Cystoseira*, die ich genauer untersuchte, habe ich an den inneren Zellen keine derartigen Contractionen der cylindrischen Zellen finden können, dass durch sie die heftigen Spannungen in den äusseren Gewebezonen erklärlich wür-

Zur Ergänzung des bereits Mitgetheilten sei noch des Verhaltens älterer *Sargassum*- und *Cystoseira*-Stämmchen Erwähnung gethan.

An älteren Stammtheilen stehen die äussersten drei oder vier Zelllagen unter Zugspannung, weil sie offenbar nicht — oder nicht mehr — am Längenwachsthum des assimilirenden Rindengewebes participiren. Schält man mit dem Rasirmesser einen dünnen Streifen dieser äussersten Gewebezone ab, so verkürzt sich der losgelöste Streifen. Die äussersten, oft schon gebräunten Zelllagen stehen also unter Zugspannung, die weitaus mächtigere, nach innen folgende Zone unter Druckspannung, der innerste Theil des Thallus wiederum unter Zugspannung.

Rückblick.

Sehen wir von mancherlei Details ab, so hat die Prüfung der verschiedenen Algen insofern überall zu demselben Resultat geführt, als wir bei allen untersuchten Formen, an welchen sich Gewebespannungen feststellen liessen, Druckspannung in der Rinde, Zugspannung im Markgewebe gefunden haben.

SACHS¹ hat auf Grund zahlreicher Untersuchungen an den Internodien der höheren Pflanzen den für diese gültigen Satz aufgestellt, dass die einzelnen Gewebe eines Sprosses von aussen nach innen an Länge continuirlich zunehmen. »Die Rinde ist länger als die Epidermis, das Holz länger als die Rinde, endlich das Mark länger als das Holz. In jedem dieser Gewebe selbst sind die einzelnen Schichten wiederum continuirlich von aussen nach innen länger. Das beweist einerseits, wie bereits SACHS erwähnt, die energische Concavkrümmung der isolirten Gewebe nach aussen, andererseits aber directe Messung an den einzelnen Schichten eines dickeren Gewebes« (KRAUS).²

Dasselbe Verhalten, das für die höheren Pflanzen constatirt wurde, liess sich auch bei den Hutpilzen nachweisen. *Amanita*, *Coprinus* und *Hydnum* »besitzen gerade wie die Stämme der Dicotyledonen, die aus differenzirten Geweben bestehen, von aussen nach innen an Grösse zunehmende Gewebsschichten« (KRAUS).³

Gehen wir zu den Algen über, so machen wir mit einem entgegengesetzten, aber innerhalb des gesammten Algenreiches consequent

den. Meines Erachtens werden die bestehenden Spannungen durch die Annahme tangentialen Wachsthums, für die auch der unmittelbare mikroskopische Befund spricht, besser erklärt als durch centripetal anziehende Kräfte.

¹ SACHS, »Experimentalphysiologie« S. 469.

² KRAUS, »Die Gewebespannung des Stammes und ihre Folgen«, a. a. O. S. 109.

³ KRAUS, a. a. O. S. 109; vergl. auch SACHS, »Lehrbuch der Botanik«, 2. Aufl.

durchgeführten Gesetze Bekanntschaft. Die aussen liegenden Gewebeschichten sind hier die längsten, die Markschichten die kürzesten. Jene stehen unter Druck-, diese unter Zugspannungen.¹ Bei den Algen werden die Rindenschichten zum eigentlichen Factor des Längen- und Dickenwachstums.² Wenn HOFMEISTER sagen konnte: »den meisten Pflanzentheilen ist es zu eng in ihrer Haut«³, so dürfen wir hinzufügen, dass von den Algen das Gegentheil gilt: ihnen ist ihre Haut zu weit.

Dieses eigenartige Verhältniss der verschiedenen Gewebe zu einander ist für die Algen auffällig constant. Interessanter noch als die Consequenz, mit der das nämliche Schema überall durchgeführt ist, scheint mir fast der Umstand zu sein, dass es Algen von verschiedenem Aufbau sind, um die es sich bei unseren Betrachtungen gehandelt hat, dass bei den Vertretern grundverschiedener Typen, ungeachtet aller Unterschiede in ihrer Entwicklungsgeschichte und der Anatomie des ausgebildeten Thallus hinsichtlich der Gewebespannungen bez. der Vertheilung der Wachstums-Intensität, überall dieselbe Regel gilt.

Bei den Florideen fassen wir den Thallus als einen fest geschlossenen Complex reich verzweigter, hyphenähnlicher Fäden auf. Da, wie wir seit NÄGELI's algologischen Untersuchungen wissen, bei den Florideen intercalare Zelltheilungen fehlen⁴, spielt sich bei ihnen der Vorgang des Wachstums, soweit ihm Zelltheilungen folgen, ausschliesslich in der peripherischen Schicht des Thallus ab. Die oben mitgetheilten Beobachtungen haben uns gelehrt, dass für die untersuchten Florideen actives Wachstum überhaupt ein Vorrecht der Rindenschicht ist. Den Zellen des Markgewebes, welchen keine Theilungsfähigkeit mehr zukommt, geht auch die Fähigkeit abhanden, aus eigenem inneren Antrieb sich zu vergrössern; sie bedürfen hierzu mechanischer Anregung, sie wachsen nur noch passiv. Ich trage kein

¹ Viele Algen erfahren bekanntlich durch nachträgliche Entwicklung von Rindenhypthen eine secundäre Umhüllung (Characeen, viele Florideen). Ob auch diese »Rindenschicht« nach Bildung eines zusammenhängenden Belages dehrend auf die umhüllte centrale Zelle einwirken kann, habe ich aus Mangel an geeignetem Material bisher nicht untersuchen können.

² Über die Rolle, welche den peripherischen Zellschichten beim secundären Dickenwachstum zufällt, vergl. besonders JÖNSSON, »Beiträge zur Kenntniss des Dickenwachstums der Rhodophyceen«, a. a. O. — Uns beschäftigten oben natürlich nur diejenigen Fälle des Dickenwachstums, bei welchen Gewebespannungen entstehen und welche zum Studium des passiven Wachstums Gelegenheit geben.

³ HOFMEISTER, »Über die durch die Schwerkraft bestimmten Richtungen von Pflanzentheilen«, a. a. O. S. 81.

⁴ Über die wenigen Ausnahmen der von NÄGELI gefundenen Regel s. ENGLER-TRAUTL, »Natürliche Pflanzenfamilien« Bd. I, 2, S. 299.

Bedenken, dieselben Wachstumsverhältnisse, die ich an verschiedenen Florideen beobachten konnte und die ich oben ausführlich beschrieben habe, auch für die anderen Rothalgen anzunehmen, deren Bau dem der oben genannten Untersuchungsobjecte entspricht, und ich glaube daher, dass die für *Gracilaria*, *Grateloupia*, *Gigartina*, *Gelidium*, *Chylocladia*, *Sphaerococcus* u. s. w. beschriebenen Wachstumsvorgänge und Gewebespannungen auch den anderen Rothalgen, welche geschlossene Zellkörper bilden und Mark- und Rindengewebe unterscheiden lassen, nicht fehlen werden.

Ganz anders sind die Phaeophyceen gebaut, und trotzdem wiederholen sich an ihnen im Wesentlichen dieselben Erscheinungen, die wir an den Florideen kennen lernten. Intercalare Zelltheilungen treten bekanntlich allenthalben am Thallus der Braunalgen auf; die Fähigkeit, activ zu wachsen, scheint gleichwohl den Leitungszellen in ihrem Thallusinnern abzugehen; überall begegnen wir den nämlichen Gewebespannungen wie bei den Florideen¹.

Schliesslich sei auch nochmals der Grünalge *Codium Bursa* gedacht, die wieder auf ganz neuem Wege, mit ganz anderen Mitteln als die Roth- und Braunalgen, einen complicirt gebauten Thallus entstehen lässt. Mit diesen stimmt sie aber hinsichtlich der Vertheilung der Wachstumskraft und der Gewebespannungen überein. Und dieselben Spannungen sahen wir sogar an den Colonien von *Rivularia polyotis* wirken.

Die verschiedensten Entwicklungsgänge führen, wie wir sehen, hinsichtlich der Gewebespannungen zu dem gleichen Resultate.

Spricht man von einer Regel, so muss man auch nach dem Vorhandensein etwaiger Ausnahmen fragen.

Die von HOFMEISTER für die höheren Gewächse erkannte Regel lässt eine Reihe von Ausnahmen nicht vermissen. Bei *Begonia* z. B. fand SACHS², dass an Blattstielen die äusseren Schichten unter Druckspannung in der Querrichtung stehen und sich ausdehnen, sobald ihnen dazu Gelegenheit gegeben wird. Der Schwellkörper von *Phaseolus multiflorus* dehnt sich an diametral durchschnittenen Querscheiben »in peripherischer Richtung aus, am stärksten in seiner mittleren Region zwischen dem axilen Strang und der Peripherie«. ³ Bei den flachen metamorphosirten Sprossen von *Opuntia puberula*, die ich auf ihre Spannungen hin untersuchte, steht das Mark unter Zug-

¹ Über eine interessante Combination activen und passiven Wachstums vergl. die Angaben von WILLE, »Beiträge zur physiologischen Anatomie, der Laminariaceen«, n. a. O. S. 19.

² SACHS, »Experimentalphysiologie« S. 471, Fig. 47.

³ SACHS ebendasselbst S. 472, Fig. 48.

spannung. — Die Zahl der, bekannten Ausnahmen lässt sich zweifellos noch vermehren.

Wie steht es mit der von uns für die Algen gefundenen Regel?

Ausnahmen sind mir bisher nicht bekannt geworden. Gleichwohl ist es nicht gerade wahrscheinlich, dass sie gänzlich fehlen. Vielleicht werden sich Ausnahmen beispielsweise an einigen von denjenigen Rhodophyceen nachweisen lassen, deren Bau durch »accessorische Gewebe« charakterisirt wird, durch activ wachsende Hyphen, die in das Markgewebe des Thallus secundär hineinwachsen. Kommen im Innern des Thallus derartige activ wachsende Gewebe zur Entwicklung, so werden leicht Gewebespannungen entstehen können, welche dem oben besprochenen Schema sich nicht einreihen lassen.

Die von HOFMEISTER¹ an einigen Algenmembranen beobachteten Spannungen (*Nitella*, *Cladostephus*, *Acetabularia*) können nicht den Werth von Ausnahmen beanspruchen, da sie als Schichtspannungen nicht mit den Gewebespannungen vergleichbar sind und wir es in dieser Arbeit nur mit den letzteren zu thun haben.

Meine Untersuchungen mussten in gewisser Beziehung unvollendet bleiben.

Bei einer Arbeit wie der vorliegenden muss es selbstverständlich von Wichtigkeit sein, möglichst viele verschiedene Typen berücksichtigen zu können.

Wie ich am Anfang der vorliegenden Arbeit mitgetheilt habe, sammelte ich meine Beobachtungen vorwiegend an der »Zoologischen Station« zu Neapel. Trotz des Arten- und Formenreichtums der dortigen Algenflora konnte ich dennoch nur mit verhältnissmässig wenigen Typen der Roth- und Braunalgen Bekanntschaft machen. Die Mehrzahl der Florideentypen ist in den tropischen Meeren heimisch; die Laminarien, die ich gänzlich unberücksichtigt lassen musste, lassen sich nur an den nordischen Küsten studiren.

Interessante Resultate scheint die Untersuchung derjenigen Algen zu versprechen, deren Thalli regelmässige, kreisrunde oder ovale Perforationen aufzuweisen haben. Die Entstehung von Durchbrechungen, wie sie beispielsweise bei *Laminaria*, *Agarum*, *Thalassiphyllum*, *Macrocystis*²,

¹ HOFMEISTER, »Über die durch die Schwerkraft bestimmten Richtungen von Pflanzentheilen«, a. a. O. S. 82. — HOFMEISTER, »Lehre von der Pflanzenzelle« S. 267.

² Über die Entstehung der Spalten und Löcher bei *Thalassiphyllum* und *Macrocystis* macht ROSENTHAL einige Angaben: »Zur Kenntniss von *Macrocystis* und *Thalassiphyllum*«, Flora Bd. 73, 1890, S. 105.

bei *Kallymenia cribrosa*¹, *Cutleria multifida*², bei *Hydroclathrus cancellatus*³ auftreten, wird voraussichtlich auf intercalares Wachstum und gesetzmässig auftretende Gewebespannungen zurückzuführen sein. Durch die Resultate, zu welchen in jüngster Zeit Untersuchungen der »maschenförmigen Durchbrechungen« am Thallus verschiedener Flechten geführt haben⁴, wird die Annahme ähnlicher Wachstumsvorgänge als Ursachen der an Algen auftretenden analogen Erscheinungen nahe gelegt.

Noch eine weitere Frage möchte ich wenigstens andeuten.

Wir haben bei einer ansehnlichen Reihe von Meeresalgen passives Wachstum der inneren Gewebe festgestellt. Dem Zuge, den die lebhaft wachsenden corticalen Schichten auf das Markgewebe ausüben, sehen wir das letztere in passivem Wachstum folgen.

Um aber die Fähigkeit des Markgewebes, auf Zug mit Wachstum zu reagiren, vollständig zu erkennen, werden wir uns mit dem anatomischen Studium der Algen, wie sie die Natur uns liefert, nicht begnügen dürfen, werden wir des Experimentes nicht enttrathen können.

Wie reagiren Algen auf künstliche Dehnung? Bei Untersuchungen wie den oben geschilderten stellt sich diese Frage so zu sagen von selbst. Oft genug haben wir es bei den Algen — beispielsweise bei *Chylocladia*, bei *Scinaia* und vielen anderen — mit Pflanzen von weicher, nachgiebiger Consistenz zu thun. Algenhalli sind ferner häufig sehr dehnbar und elastisch. Auf die Dehnbarkeit sowie Elasticität von *Derbesia* und *Bryopsis* kam ich bereits oben zu sprechen. Ähnliche Eigenschaften lassen sich auch an *Gigartina*, *Grateloupia* u. v. a. ohne umfangreiche technische Hilfsmittel nachweisen. — Die Verkürzungen, die beim Isoliren der einzelnen Theile eines Algenhallus sich beobachten lassen, sind zwar deutlich, aber meist nur gering, und die Intensität der Spannungen ist, hiernach zu schliessen, keine grosse. Ich folgere hieraus, dass die Zellen der Markscheit — soweit sie zu passivem Wachstum befähigt sind — schon bei geringer Dehnung passiv zu wachsen beginnen. Bei künstlicher Dehnung werden sich die Zellen vielleicht zu noch ausgiebigerem Längen-

¹ HARVEY, Phycologia australica vol. II, tab. 73.

² An dem *Cutleria*-Material, das ich Mitte März in Neapel durchmusterte, liess sich das Auftreten rundlicher Löcher, die später zu langen spaltenartigen Lücken sich erweiterten, von den ersten Anfängen an verfolgen. An dem Material, das ich mir einen Monat später zum Zweck einer eingehenden Untersuchung beschaffen liess, war der Vorgang der Lückenbildung leider schon zu weit vorgeschritten.

³ HARVEY, Phycologia australica, vol. II, tab. 98.

⁴ PEIRCE, »On the mode of dissemination and on the reticulation of *Ramalina reticulata*«, Botanical Gazette Bd. 25, 1898, p. 404. — BRITTER, »Über maschenförmige Durchbrechungen der unteren Gewebescheit oder des gesammten Thallus bei verschiedenen Laub- und Strauchflechten«, Festschrift für SCHWENDENER, 1899, S. 120.

wachstum nöthigen lassen, als es unter normalen Lebensverhältnissen zu sein pflegt.

Hier haben experimentelle Untersuchungen einzusetzen. Resultate in anderem als dem angedeuteten Sinne würden freilich nicht als Widerlegung des für den unbeeinflusst wachsenden Algenhallus Giltigen betrachtet werden dürfen, da uns das Recht fehlt, den von lebhaft wachsenden Rindengewebe ausgeübten Zug mit dem etwa durch angehängte Gewichte erreichten ohne Weiteres in allen Stücken gleichzusetzen. Die wenigen Vorversuche, die ich in Neapel anzustellen Gelegenheit hatte, gestatten zwar noch keinerlei Urtheil, lassen mich aber vermuthen, dass in der That die Zellen des Algenhallus durch Zug zu ausgiebigem »künstlichem« Längenwachstum angeregt werden können.

Mit einigen wenigen Versuchen ist hier natürlich nichts gethan, und ich breche darum hier meine Mittheilungen ab. Binnen Kurzem hoffe ich meine Untersuchungen — gleichviel ob im Süden oder im Norden — an lebenden Meeresalgen fortsetzen und alsdann die hier angedeutete Frage eingehender behandeln zu können.

Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Querscheibe aus einer *Cystoseira*-Blase, die bei A radial durchschnitten worden ist. Die Gewebespannungen veranlassen Einrollung des Gewebestreifens. — Schematisirt.

Fig. 2. Zellgruppe von der Innenwand einer *Cystoseira*-Blase mit »Retortenzellen«.

Fig. 3. Dasselbe mit »Retortenzellen«, die als Anzeichen passiven Wachstums nur winzige vorspringende Zipfel aufzuweisen haben.

Fig. 4. Dasselbe. Mehrere Zellen zeigen deutliche Spuren passiven Wachstums. Eine von ihnen ist zu einer langen, haarfeinen Spitze ausgezogen.

Fig. 5. Zellgruppe aus dem Gewebestrang einer *Halidrys*-Blase. Bei a — a »Retortenzellen«, die sich von einander losgelöst und entfernt haben.

Fig. 6. *Chylocladia mediterranea*, Querschnitt. Verschiedene Retortenzellen a.

Fig. 7. Dasselbe, Längsschnitt. Retortenzellen. In der innersten Zelllage zwei ehemals verbundene Zellen mit ausgezogenen Spitzen.

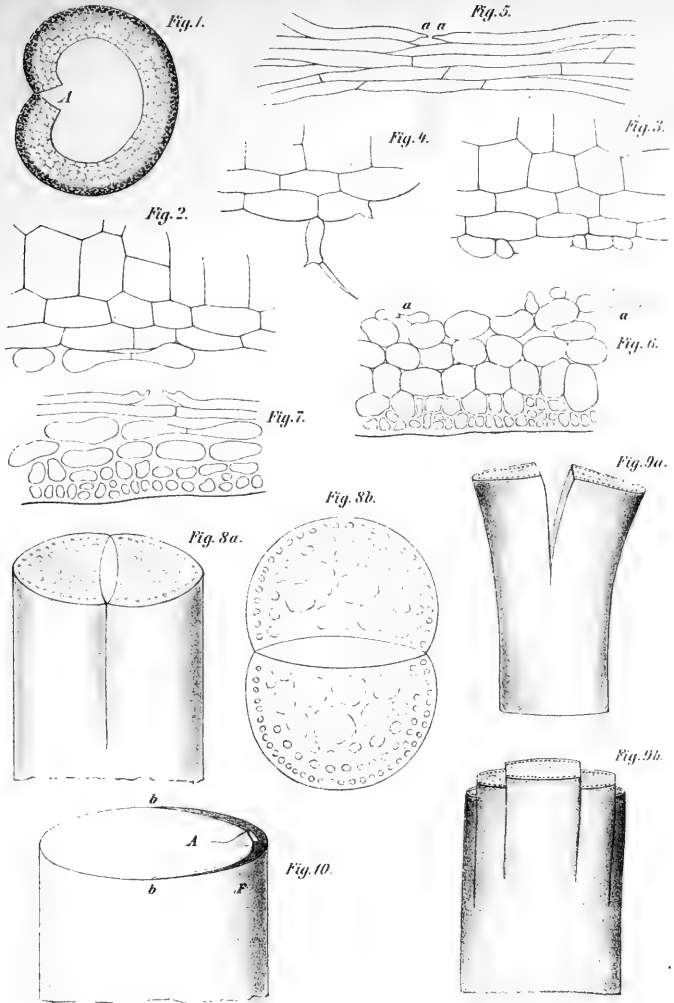
Fig. 8 a. Stück eines quer abgeschnittenen Thallus von *Gracilaria confervoides*, das durch einen Längsschnitt gespalten worden ist. Die Schnittflächen sind concav geworden.

Fig. 8 b. Dasselbe von oben gesehen. — Schematisirt.

Fig. 9 a. Stück des bandförmigen Thallus von *Grateloupia Proteus*, durch einen Längsschnitt gespalten. Die beiden Theile spreizen sich aus einander.

Fig. 9 b. Stück von demselben Thallus, das durch vier parallele Längsschnitte in fünf Streifen zerlegt worden ist. Die äusseren haben sich verkürzt, die inneren gestreckt («Kantenspannungen»). — Schematisirt.

Fig. 10. Stück eines Stämmchens von *Cystoseira*, von welchem eine Querschnittsscheibe *A* zur Hälfte (bis *b — b*) abgelöst worden ist. In seinem peripherischen Theil hat das Querschnittspräeparat eine Falte *F* gebildet. — Schematisirt.



Müller del.

H. Jahn, Lith. Inst. Berlin

Küster: Über Gewebespannungen und passives Wachstum bei Meeresalgen.



2. November. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. VAHLEN.

*1. Hr. WEINHOLD las 'über die Bedeutung des Haselstrauchs im altgermanischen Cultus und Zauberverwesen'.

Der Haselstrauch gehört zu den im heidnischen Cultus der Germanen verwendeten Hölzern. Er war dem Himmelsgott, im besonders dem Gewittergott geweiht, und daraus lassen sich die Verwendungen des Haselholzes zur Wahrung des Friedens, zur Abwehr schädigender Wesen, zur Segnung und Heilung, zum Auffinden von Wasser und verborgenen Schätzen, ferner im Zauberverwesen ableiten.

2. Hr. DIELS legte eine Abhandlung des Hrn. Prof. R. REITZENSTEIN in Strassburg vor: 'Zwei neue Fragmente der Epoden des Archilochos'. (Ersch. später.)

Die beiden Papyrus-Fragmente (2. Jahrhundert n. Chr.) gehören zu der z. Th. durch Vermittelung des Hrn. Dr. REINHARDT erworbenen Sammlung der Strassburger Universitäts- und Landesbibliothek. Obgleich der Name des Dichters nicht erhalten ist, scheint Sprache, Metrum, Inhalt und Glossirung die Zuweisung an den Erfinder des Epodos zu rechtfertigen. Das erste Fragment (13 Verse) enthält die Verwünschung eines eidbrüchigen Freundes, frei nachgeahmt von Horaz' Epode 10; das zweite, schlechter erhaltene (10 Verse), wie es scheint, einen Angriff auf einen Dieb und dessen Cumpane.

3. Hr. ERMAN überreichte im Auftrage des Hrn. F. LL. GRIFFITH zu Ashton under Lyne dessen Veröffentlichung der Papyrus von Kahun, die seiner Zeit von FLINDERS PETRIE in den Häusern der dortigen Stadt gefunden sind und die neben einzelnen litterarischen und medicinischen Texten, Rechnungen und Briefen uns die weitaus ältesten Beispiele von Censurlisten und Testamenten geliefert haben.

Er knüpfte daran eine Mittheilung über den im laufenden Jahre dort gemachten zweiten Papyrusfund, der sich zur Zeit als Leihgabe des Hrn. Viceconsul Dr. REINHARDT in den Königlichen Museen befindet. Dieser neue, noch umfangreichere Fund enthält die Papiere eines Tempels derselben Stadt und derselben Zeit und ist für die Kenntniss der

Tempelverwaltung von Wichtigkeit. Überdies hat er das erste astronomisch bestimmbare Datum für die Periode des mittleren Reiches geliefert und hat es damit ermöglicht, die Chronologie der älteren aegyptischen Geschichte festzulegen.

4. Der Vorsitzende legte den von Hrn. BRUNO GEBHARDT eingesandten zweiten Band seines Werkes »über WILHELM VON HUMBOLDT als Staatsmann« vor.

Ausgegeben am 9. November.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

XLIV. XLV. XLVI.

9. 16. NOVEMBER 1899.

MIT TAFEL VII.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung. Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretär zusammen, welcher dazu den Vorsitz hatte. Derselbe Secretär führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 des Statuts und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesamtkonferenz oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text eingeschalteten Illustrationen sollen Abbildungen, auf diebaldige Nothwendigkeit beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung, die mit Zeichnungen, Tabellen, Karten, Tafeln, Text eingeschalteten Holzschnitten fertig sind und von beschränkter Zahl solcher Tafeln, die volle erforderliche Anzahl einschließen ist.

§ 7.

1. Die in § 6, 2 und 3 bestimmte wissenschaftliche Mittheilungen sind im Falle vor der Aus-

nur auszusagen oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechten zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesamtkonferenz oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besondere Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem ungemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hievon rechtzeitig dem redigirenden Secretär Anzeige gemacht hat.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fach angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einwendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretär selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet sehenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2 Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein dazur geförderter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sobald zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretär ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte, jedoch nicht für die darin aufgenommenen kurzen Inhaltsangaben der gelesten Abhandlungen verantwortlich. Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.

Die Sitzungsberichte einer Sitzung beendeten an demselben Stellen, mit denen sie von Schrittreckern steht, die in der ersten Hälfte des Monats März bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August bis September in der ersten Hälfte des Monats October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

9. November. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. WALDEYER.

*1. Hr. ENGELMANN las über die Innervation des Herzens.

Die Wirkungen, welche die Nerven auf das Herz ausüben, sind nach den Versuchen des Vortragenden viel mannigfaltiger und verwickelter, als bisher angenommen wurde. Am Froschherzen schon konnten, unter ausschliesslicher Verwendung von reflectorischen Reizen, mittels des Suspensionsverfahrens durch graphische Versuche vier verschiedene Arten functioneller Nervenwirkungen nachgewiesen werden: Änderungen 1. der Pulsfrequenz (chronotrope), 2. der Grösse und Kraft der Herzcontractionen (inotrope), 3. des motorischen Leistungsvermögens (dromotrope), 4. der künstlichen Reizbarkeit der Herzwand (bathmotrope von *βαθμός*, Schwelle). Alle diese Wirkungen können in positivem und negativem Sinne statthaben, sind ungleich in den verschiedenen Abtheilungen des Herzens und können sich in der denkbar mannigfachsten Weise combiniren. Die Complication und damit die Schwierigkeit der Analyse wird noch erhöht durch den Umstand, dass die primären Nervenwirkungen secundäre, nach Art, Ort und Sinn verschiedene functionelle Änderungen in der Herzwand hervorrufen.

2. Hr. DIELS legte vor das neu erschienene Werk von ULRICH WILCKEN: Griechische Ostraka aus Aegypten und Nubien. Ein Beitrag zur antiken Wirthschaftsgeschichte. Buch 1 und 2. Leipzig und Berlin 1899.

3. Hr. VAN'T HOFF überreichte die französische Übersetzung des 2. Heftes seiner »Vorlesungen über physikalische Chemie«. Paris 1899.

Ausgegeben am 23. November.

SITZUNGSBERICHTE

1899.

DER

XLV.

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

16. November. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. VAHLEN.

1. Hr. LENZ las: Zweite Mittheilung zur Kritik der Gedanken und Erinnerungen des Fürsten BISMARCK. (Ersch. später.)

Die in der Sitzung vom 20. April d. J. vorgetragene Datirung der von BISMARCK in den G. u. E. S. 113 geschilderten Audienz desselben vor dem Prinzen von Preussen auf den 4. März 1854 wird gegen einen Einwand THEODOR SCHIEMANN'S, der sie in den Januar 1855 setzen möchte, durch neue Quellen und Beweise bestätigt.

2. Hr. DIELS legte vor: Themistii librorum de anima paraphrasis ed. R. HEINZE. Berol. 1899.

3. Derselbe überreichte im Namen der Verfasser: F. A. GEVAERT et J. C. VOLLGRAFF, Les Problèmes Musicaux d'Aristote. 1^{er} fasc. Gand 1899.

Zwei neue Fragmente der Epoden des Archilochos.

Von Prof. Dr. R. REITZENSTEIN

in Strassburg i. Els.

(Vorgelegt von Hrn. DIELS am 2. November [s. oben S. 851].)

Hierzu Taf. VII.

Einer hochherzigen Schenkung des Kaiserlichen Statthalters von Elsass-Lothringen, Sr. Durchlaucht des Fürsten HERMANN ZU HOHENLOHE-LANGENBURG, verdankt die Strassburger Universitäts- und Landesbibliothek seit Kurzem den Besitz einer grösseren Sammlung hauptsächlich griechischer, demotischer und koptischer Papyri. In einem Kistchen, welches im Sommer 1898 für diese Sammlung durch den früheren ersten Dragoon an dem deutschen Generalsconsulat zu Kairo Dr. C. REINHARDT von einem arabischen Händler erworben wurde, fanden sich jüngst bei der Durchsicht unter vielen späten Urkunden auch zwei kleine Bruchstücke einer im 2. Jahrhundert n. Chr. geschriebenen Buchrolle.¹ Ihr Inhalt, epodische Gedichte aus der Frühzeit griechischer Poesie, scheint mir wichtig genug, die sofortige Veröffentlichung zu rechtfertigen. Die wenigen Bemerkungen, die ich im Augenblick hinzufügen kann, sollen sich ganz auf das litterarhistorische Gebiet beschränken. Bei der Lesung, Ergänzung und Bestimmung haben mich die HH. DIELS und VON WILAMOWITZ-MOELLENDORFF auf das Liebenswertigste und Nachdrücklichste unterstützt.

Die Handschrift entsprach in der äusseren Anlage im Allgemeinen der etwas älteren des Bakchylides. Wie in dieser, trennt die einzelnen Gedichte lediglich die Paragraphe, die hier etwas verschnörkelt zu sein scheint, und steht neben derselben am linken Rand die Inhaltsangabe. Doch scheinen die Inhaltsangaben sich hier nicht auf die Anfänge der Gedichte zu beschränken, sondern auch die einzelnen Theile längerer Lieder hervorzuheben. So fehlt bei der Inhaltsangabe zu Anfang des ersten Fragments die Paragraphe; das Gedicht konnte sicher nicht hier beginnen. Am rechten Rand und zwischen den Zeilen sind erklärende Zusätze von derselben Hand, welche die Inhaltsangaben schrieb, beigefügt. Eine Text-Correctur in der fünften Zeile des ersten Fragments mag von anderer Hand herrühren.

¹ *Pap. graec.* 3; Grösse 12,5 × 9,6 und 8 × 6,2 cm; die Tafel giebt beide etwas vergrössert.

Das erste Fragment lautet:

| | | |
|----|----------------------------|---|
| | ^{? ?} | |
| | [?] Γ Ι | |
| | ^{? ? ? ? ? ? ? ?} | |
| | Θ Α Λ Α Κ Κ Ι Α Κ | Ν |
| | | ΚΥΜ . . . ΠΛΑ . . . ΕΝΟΣ |
| | | [?] Ο Π ^ο / |
| | | ΚΑΝ ΣΑΛΜΥΔ . . . Ω Ι ΓΥΜΝΟΝΕΥΦΡΟΝΕΣ . . . |
| | | ΟΙΑΚΡ.ΣΚΟΜΩ.ΤΕΣ |
| | | ΘΡΗΪΚΕΣΑΚΡΟ.ΟΜΟΙ |
| | | ΛΑΝΑΠΑΗΣΑ. |
| 5 | | ΛΑΒΟΙΕΝΕΝΘΑΝΑΠΛΗΣΕΙΚΑΚΑ |
| | | ΔΟΥΛΙΟΝΑΡΤΟΝΕΔΩΝ |
| | | ΡΙΓΕΙΠΕΠΗΓΟΤΑΥΤΟΝΕΚΔΕΤΟΥ.ΘΟΥ |
| | | επει / Η Π ^ο ΓΕΝΟΪ |
| | | ΦΥΚΙΑΠΟΛΛΕΠ.ΧΟΙ |
| | | ΚΡΟΤΕΟΙΔΟΔΟΝΤΑΣΩΣ.ΩΝΕΠΙΣΤΟΜΑ |
| 10 | | ΚΕΙΜΕΝΟΣΑΚΡΑΣΙΗ ΑΚΡ.ΗΪ . . . |
| | | ΚΑΤΑΚΡΟΝΤΟΝΑΙΓΙΑΛΟΝ |
| | | ΑΚΡΟΝΠΑΡΑΡΗΓΜΙΝΑΚΥΜΑΤΩ.ΜΟΥ |
| | | ΤΑΥΤΕΘΕΛΟΙΜΑΝΙΔΕΙΝ |
| | | ΕΠΙΟΡΚΙΟΙΣ |
| | | ΌΣΜ'ΗΔΙΚΗΣΕΛ.ΞΔΕΦΟΡΚΙΟΙΣΕΒΗ |
| | | ΤΟΠΡΙΝΕΤΑΪΡΟΣ.ΩΝ |
| | ^{? ? ? ? Π} | |
| | ΛΑΙΓΙΕΙΟ | _____ |
| | ^{? ? ? ?} | |
| | Π Α Λ . | ΚΑΤ ΟΙΚΛΕ ΟΝΒ.ΤΪΔΙ |
| 16 | | ΔΩ ΕΛΕ |
| | | Ε ΣΛΘ |

Z. 3 in dem Scholion: von dem ersten O nur die untere Hälfte erhalten. Z. 7 nach ΕΚΔΕΤΟΥ zunächst senkrechter Strich, hierauf Reste eines O oder Ε, dann Θ oder Ο, endlich ΟΥ. Z. 8 in dem Scholion: nach ΕΠΕΙ entweder Accent oder Abkürzung von ἐστίν; nach Π^ο könnte ein Buchstabe verloschen sein; für Γ auch Τ möglich. Z. 11 im Schluss: Μ und mit ihm verbunden Ο fast sicher; für Υ wäre auch Ι möglich.

Also etwa:

.
 κύμ[ατι] πλα[ζόμενος]¹
 κὰν Σαλμυδ[ησσ]ῶι² γυμνὸν εὐφρονέσ[τατα]³
 Θρήϊκες ἀκρό[κ]ομοι⁴
 5 λάβοιεν — ἔνθα πολλ' ἀναπλήσει⁵ κακὰ
 δούλιον ἄρτον ἔδων —
 ῥίγει πεπηγὸτ' αὐτόν· ἐκ δὲ τοῦ [ρό]θου⁶
 φυκία πόλλ' ἐπ[έ]χοι.⁷
 κροτέοι δ' ὀδόντας, ὡς [κύ]ων⁸ ἐπὶ στόμα
 10 κείμενος ἀκρασίη⁹
 ἄκρον παρὰ ῥηγμῖνα¹⁰ κυμάτω[ν] ὀμοῦ.¹¹ —
 ταῦτ' ἐθέλομι' ἂν ἰδεῖν
 ὅς μ' ἠδίκησε λα[ῖ]ξ δ' ἐφ' ὀρκίοις¹² ἔβη,
 τὸ πρὶν ἐταῖρος [έ]ών.

15

¹ πλα[ζόμενος] ergänzt BR. KEIL.
² Scholion ὄνομα (Ἰ) πόλεως ἐστίν erkannt von DIELS.
³ Ergänzt von DIELS.
⁴ Scholion οἱ ἀκρ[ω]ς κομῶ[ν]τες.
⁵ ἔνθ' ἀναπλήσει Text, darüber [πό]λλ' ἀναπλήσει[ι].
⁶ ῥόθου ergänzt WILAMOWITZ.
⁷ Scholion vielleicht ἐπεῖ (ἐστίν) ἢ πόλις ὑπὲρ (= ὅ) τεναγ(ους) oder dergl. (nach DIELS). Vergl. Skymnos V. 724 αἰγυαλὸς τις Σαλμυδησσὸς λεγόμενος τεναγώδης ἄγαν.
⁸ Ergänzt von DIELS, von ν noch einige Spuren erhalten.
⁹ Scholion ἀκρ[ατ]ῆς [ών].
¹⁰ Scholion κατ' ἄκρον τὸν αἰγυαλόν.
¹¹ κυμάτω[ν] ὀμοῦ[ν] (= ἐγγύς) DIELS, vergl. Soph. Philoct. 1218; Menand. 851 K.; Xen. Anab. 4, 6, 24. (An diesen beiden Stellen ist der Genetiv mit der guten Überlieferung herzustellen).
¹² Scholion ἐπὶ ὀρκίοις. — Vergl. Aesch. Eum. 110 καὶ πάντα ταῦτα λάξ ὀρῶ πατούμενα; Archil. Fr. 96 ὄρκον δ' ἐνοσφίσθης μέγαν ἄλας τε καὶ τραπέζαν.

Der Gedankengang ist in allem Wesentlichen wohl klar. Der Dichter, der seinem Gegner alles Böse wünscht, kann natürlich nur höhnisch sagen: »da mögen ihn die wilden Thraker am Salmydessos-Gestade gar freundlich — aufnehmen«, so erwartet der Hörer, und λάβοιεν lässt diese Deutung ja noch einigermaassen offen¹; aber sofort verrieth der Dichter seine wahre Meinung in einem Ausblick in die Zukunft ἔνθα πόλλ' ἀναπλήσει κακὰ δούλιον ἄρτον ἔδων. Die nächsten Worte ῥίγει πεπηγότ' αὐτόν möchte ich schon wegen der Parallelstellen Soph. Aias 494 δουλίαν ἔξειν τροφήν und Eurip. Alk. 2 θήσαν τράπεζαν αἰνέσαι² und wegen der homerischen Wendung νέρθε δὲ γούνα πηγνύται (Il. 22, 453) nicht mit ἔδων, sondern mit λάβοιεν verbinden. Zu der Auffindung des an den Strand Geworfenen kehrt der Dichter ja im Folgenden sicher zurück und malt seine Lage mit grimmigem Behagen. Der Ausblick auf die Zukunft ist nur in einer, dann allerdings sehr harten Art von Parenthese eingefügt.³ Die Gedanken entwickeln sich ungezwungen, fast sprunghaft. Gewiss könnte an ῥίγει πεπηγότα unmittelbar κροτέει δ' ὀδόντας schliessen, aber zwischen ein schiebt sich die Vorstellung, wie der Seetang den Hülflösen bedeckt⁴, und hier von wieder ist das Gesamtbild ἐπὶ στόμα κείμενος⁵ ἄκρον παρὰ ῥηγμῖνα κυμάτων ὁμοῦ getrennt. Der Dichter kann sich in der Ausmalung kaum genug thun, um dann in einem wundervoll raschen und schlichten Übergang⁶ zu dem seinen Hass begründenden Schlusswort zu kommen.

Das Versmaass ist das aus Archilochos (Fr. 89. 90. 93 und 104 BERGK⁴) bekannte. Die Sprache ist wie bei Archilochos stark von Homer beeinflusst. Mit V. 2 vergleiche man Od. 5, 389 κύματι πηγαῖι πλάζετο; V. 4 stammt aus Il. 4, 563 Θρηήικες ἀρόκομοι⁷, V. 5 aus

¹ Vergl. Od. 7, 255 ἢ με λαβοῦσα ἐνὶ κέως ἐφίλει τε καὶ ἔτρεφεν.

² Vergl. ausserdem für den Ausdruck Od. 9, 89 ἐπὶ χθονὶ σίτον ἔδοντες.

³ Eben darum wage ich nicht, das im Text überlieferte Futurum mit der so nahe liegenden Änderung des Correctors zu vertauschen. Die Sätze stehen sich nicht gleich; stärker scheint mir: »da wird er dann — des bin ich sicher — genug Leiden erdulden«

⁴ ἐκ ῥόθου, was den verblichenen Zügen noch am besten entspricht, ist wohl so zu erklären, dass der Schwung der Woge die Algen vom Boden reisst und den Treibenden damit umhüllt.

⁵ Vergl. Il. 6, 43 πρηνὴς ἐν κονίησιν ἐπὶ στόμα. Voll Hohn fügt der Dichter hinzu ὡς κίων. An ἄγκαθεν κυνὸς δίκην (Aesch. Ag. 3) erinnert WILAMOWITZ.

⁶ ἰδέιν ist ebenso gebraucht wie in der viel besprochenen Stelle des Kallimachos (Epigr. 23, 3 WIL.) ἄξιον οὐδὲν ἰδῶν θανάτου κακόν und wie vielleicht schon Il. 11, 243 ἦς οὐ τι χάρην ἰδε.

⁷ Der Verfasser der erklärenden Zusätze hat offenbar die Stelle nachgeschlagen und daher seine Deutung entnommen (vergl. Scholion D; BERKER'S Paraphrase S. 677; Etym. Magn. 53, 27). Die Zusätze gehen trotz ihrer Platttheit (ἐφ' ὀρκίοις: ἐπὶ ὀρκίοις) und trotz handgreiflicher Irrthümer (ἐν Σαλμῶσισσῶ: ὄνομα πόλεως ἔστιν, vergl. Mela II, 2, 23.

Il. 15, 132 ἀναπλήσας κακὰ πολλά; V. 11 erinnert an Il. 20, 239 ἄκρον ἐπὶ ῥηγμῖνα ἄλος. Den ursprünglichen Gebrauch von ἀκρασίη bez. ἀκρατή hat der Scholiast trefflich durch einen Verweis auf den bis zu Hippokrates fortlebenden Gebrauch von ἀκρατής für »kraftlos« erläutert.

Die einfache Sprache, die Leidenschaft des Hasses und die Kraft der Phantasie lassen wohl jeden Leser sofort an Archilochos denken. Eine Bestätigung dieser Vermuthung giebt Horaz, der gerade unserem Gedicht die Anregung zu einer seiner Epoden entnommen zu haben scheint:

*Mala soluta navis exit alite
ferens olentem Maevium.*

Man muss sich freilich, um dies zu empfinden, vergegenwärtigen, was der uns allein erhaltene Schluss voraussetzt. Der Gegner musste im Eingang genannt sein; erwähnt musste sein, dass er eben jetzt eine weite Fahrt über den gefährlichen Πόντος Ἄξεινος antreten will; sonst ist die Erwähnung des Salmydessos-Gestades sinnlos. Einen Sturm hat der Dichter erfleht und gewünscht, dass das Schiff des Verhassten in ihm zerschelle. Aber nicht sterben soll er, nur alle Qualen der Todesangst empfinden, von den Wogen hin und her geworfen, bis er endlich am Strande den wilden Thrakern in die Hände fällt. Horaz hat den Schluss verändert; aber das musste er bei den völlig veränderten Culturverhältnissen. So liess er jene kurze Hindeutung, mit der Archilochos seinen Hörern ein Loos vor Augen führen konnte, das tausendmal schlimmer schien als der Tod, fallen und setzte für die Schilderung des lebend an den Strand Geworfenen die des angespülten Leichnams ein; die Detailmalerei seines Vorbildes liess sich dann freilich nicht mehr nachahmen. Was so dem Schluss an herber Kraft verloren ging, sollte durch die Steigerung des einfachen Wunsches ταῦτ' ἐθέλωμ' ἄν zu dem Versprechen des Freudenopfers einigermaassen eingebracht werden. Aber dem, im Grunde doch von alexandrinischem Empfinden beeinflussten Document einer litterarischen Fehde fehlt Eins: das persönliche Erlebniss und der persönliche Hass, der uns aus dem gewaltigen Schluss des Archilochos ὅς μ' ἠδίκησε, λάξ δ' ἐφ' ὀρκίοις ἔβη τὸ πρὶν ἐταῖρος ἐών entgegenklingt.

Plin. II. N. IV, 45) auf einen Gelehrten zurück. Es ist dieselbe Art einer nicht für die Zunft, sondern für die Kreise des Lebens berechneten Schulausgabe im modernen Sinn, die wir aus der Homer-Überlieferung kennen (vergl. WILAMOWITZ HERMES 23, 146). Unsere Bruchstücke beweisen, dass derartige Ausgaben schon vor dem 2. Jahrhundert n. Chr. möglich sind, und sie lassen sich nur einem Dichter zuweisen, der allgemein geschätzt und allgemein gelesen war.

Schwieriger ist die Wiederherstellung bei dem zweiten Bruchstück:

Ἰ Χ Λ Α Ι Ν Ο Τ Ν Η
 Κ Υ Ρ Τ Ο Ν Ο Φ Ι Λ Ε Ϊ Σ Γ Ε Ω Τ Ο Μ
 Α Γ Χ Ο Υ Κ Α Θ Η . . Α . Τ Α Υ Τ Α Δ Ι Π Π Ω Ν Α
 Ἰ Δ Ε Ν Α Ρ Ι Σ Τ Α Β Ρ Ο Τ Ω Ν
 5 . . Δ Ἐ Ν Δ Ε Κ Α Ρ Ι Φ Α Ν Τ Ο Σ Ἀ Μ Α Κ Α Ρ Ὀ . . .
 . . Δ Ἀ Μ Ἀ Κ Ὢ Σ Ε Ϊ Δ Ε Μ Α Κ Α Ρ Ι Ο Σ
 . Ρ . . Ο Υ Π Ν Ε Ο Ν Τ Α Φ Ὢ Ρ Α Τ Ω Ι Χ Υ Τ Ὶ Ρ Ε Ϊ
 Α Ι Σ Χ Υ Λ Ι Δ Η Ι Π Ὢ Λ Ε Μ Ε Ι
 Ε Κ Ε Ι Ν Ο Σ Η Μ . Ρ Η Σ
 10 Π Ἀ Σ Δ Ε Π Ε Φ Η . . Δ Ὀ . . .

Z. 2 in dem Scholion: für Γ auch Τ, für Ο auch Α möglich; erkannt von DIELS.
 Z. 5 von dem ersten Δ der untere Strich, von Ε die Spitze des Querstrichs erhalten;
 erkannt von WILAMOWITZ. Über dem letzten Ο Reste des Spiritus und Accents in
 derselben Form wie I, 13. Z. 9 nach dem Ρ ist Θ oder Ο möglich, Τ ausge-
 schlossen; hiernach Ε wenigstens denkbar. Z. 10 für das letzte Δ auch Λ, für Ο
 auch Ε möglich.

Also etwa:

ἡ χλαῖν[α]
 κύρτον φιλεῖς
 ἀγχοῦ καθῆ[σθ]α[ι]. ταῦτα δ' Ἰππῶνα[ξ] σκαφεὺς¹
 [οἱ]δεν ἄριστα βροτῶν,
 5 [οἱ]δεν² δὲ κἀρίφαντος — ἄ μάκαρ, ὅ[τις]³
 [οὐ]δαμά κως εἶδε⁴
 [γ]ρ[άσ]ου⁵ πνέοντα φῶρα — τῶι χυτρεῖ [δὲ νῦν]
 Αἰσχυλίδηι πολεμεῖ.
 ἐκεῖνος⁶
 10 πᾶς δὲ πέφη[νε] δό[λος].⁷

Eine wahrscheinliche Ergänzung des zweiten Verses vermag ich nicht zu geben; doch ist der Sinn klar. Der Dichter wirft einem

¹ Das Scholion war seiner Stellung nach umfangreicher, etwa γεωτόμος ἐργάτης], vergl. Et. Gud. 503, 9 σκαφεῖδιον ὃ τὸ γεωργικὸν ἐργαλεῖον· καὶ γὰρ σκαφεὺς ὁ ἐργάτης.

² [οἱ]δεν WILAMOWITZ.

³ ὅ[τις] WILAMOWITZ; das Scholion ist unvollständig, den Zügen würde etwa μακάριος ὃς τὸν Ἀρίφαντον οὐκ εἶδεν entsprechen. Über die Quantität von μάκαρ vergl. KÜHNER-BLASS I, 424, 2.

⁴ [οὐ]δαμά DIELS, das erste Ο war durch grössere Schrift hervorgehoben, darüber ein verwisches Scholion. Der Schreiber verstand οὐδ' ἅμα κὼ σ' εἶδε.

⁵ [γ]ρ[άσ]ου WILAMOWITZ zweifelnd.

⁶ ἐκεῖνο σ' ἤμ[α]ρ [ἐξέλεγε]ξεν oder dergl. vermuthet trotz des über Η überlieferten Accents DIELS zweifelnd.

⁷ πέφη[νε] δό[λος] und Scholion φαν[ε]ρός ἐστιν DIELS.

uns unbekanntem Gegner Streben nach ungerechtem Gewinn vor: er sitzt lauernnd bei anderer Leute Reuse. Es fragt sich, wie wir im Folgenden das mit Betonung wiederholte οἶδεν zu verstehen haben; heisst es »dass das wahr ist, weiss« oder »dasselbe zu thun versteht« (entsprechend dem φιλέῖς)? Für letzteres scheint mir der Zusatz ἄριστα βροτῶν sowie die Standesangabe bei dem Namen des Hipponax zu sprechen. Der σκαφεύς — das Wort scheint nach dem Scholion genügend gesichert — ist ja der verachtetste von allen Arbeitern, der zu seiner Thätigkeit kein Wissen, nur die plumpe Kraft braucht; er gehört zu dem niedersten Volk. Man vergleiche Eurip. El. 252 σκαφεύς τις ἢ βουφοροβὸς ἄξιος δόμων, Archippos bei Pollux 7, 148 σκαφεῦσι κηπωρεῦσι τοῖς τ' ὀνηλάταις καὶ ταῖς γυναιξὶ προσέτι ταῖς προαστρίαις sowie vor Allem folgende mir von E. SCHWARTZ gütigst gewiesenen Stellen Philodem Rhet. 189, 13 (SUDH.) τὸν τρώ[πον] τοῦτον, ὃν διὰ τῶν [πα]ραδειγμάτων οὗτος ὑπέδειξεν, [ὁ σ]καπανεύς καὶ Μα[ί]σων μόνος λαλεῖ; Strabon II. 110 ὁ δὲ γεωγραφικὸς οὐκ ἐπιχωρίω γεωγραφεῖ, οὐδὲ πολιτικῶι τοιούτωι, ὅστις μὴδὲν ἐφρόντισε τῶν λεγομένων ἰδίως μαθημάτων· οὐδὲ γὰρ θεριστῆι καὶ σκαπανεῖ, ἀλλὰ τῶι πεισθῆναι δυναμένωι κτλ.¹; Lukian vit. auct. 7 τί δ' ἄν τις αὐτῶι χρήσαιτο ῥυπῶντι καὶ οὕτω κακοδαμόνως διακειμένωι; πλὴν εἰ μὴ σκαπανέα γε καὶ ὑδροφόρον αὐτὸν ἀποδεικτέον. Hiernach wird man mit SCHWARTZ in der Stelle des Margites bei Aristoteles Eth. Nikom. VII, 7 τὸν δ' οὐτ' ἄρ σκαπτῆρα θεοὶ θέσαν οὐτ' ἄροτῆρα οὐτ' ἄλλως τι σοφόν in der Zusammenstellung den Hohn erkennen. Genau so bei Archilochos. Er nennt, wie vom Thema abschweifend, Andere, die das auch und noch besser verstehen, was seinem Gegner doch als besonders schlau und fein erscheinen mag. Aber noch fehlt die Pointe. Bei der Erwähnung des Ariphantos scheint zunächst eine ähnlich herabsetzende Standesbezeichnung zu fehlen. Allein der unmittelbar anschliessende Ausruf kann sich ja — auch abgesehen von dem ergänzten ὄ[τις] — nimmermehr auf den zu Anfang angesprochenen Gegner beziehen; das zeigen die Formen εἶδε und πολεμεῖ. Wir werden wieder eine Parenthese annehmen dürfen; statt geradezu zu sagen »Ariphantos, der stinkende Dieb«, sagt der Dichter »Ariphantos — glücklich, wer ihn nie gesehen, den stinkenden Dieb!« und charakterisirt so die Genossen seines Gegners und diesen selbst. Und wieder scheint es, mir wenigstens, als ob er sich kaum genug thun kann. Ariphantos versteht sich zwar

¹ Vergl. Catull 22, 10 bellus ille et urbanus Suffenus unus caprimulgus aut fossor rursus videtur. Persius 5, 122 cum sis cetera fossor. Das Wort σκαφεύς gilt der Mehrzahl der Grammatiker als nicht-attisch, vergl. Pollux 7, 148, Phrynichos BEKKER An. Gr. 62, 5 οὓς ἄν οἱ πολλοὶ σκαπανεῖς εἴποιεν, Photios s. v. Σκαπανέα, Hesych s. v. Σκαπανεύς, Zonaras 1650.

darauf, aber er übt es jetzt nicht, sondern hat sich als bessere Aufgabe den Kampf mit dem Töpfer Aischylides gewählt. So mögen vielleicht die nächsten Worte zu verstehen sein. Ob mit V. 9 und 10 der Dichter wieder zu der in V. 2 angeredeten Persönlichkeit zurückkehrt oder noch bei Ariphantos und Aischylides verweilt, wage ich nicht zu entscheiden.

Der Stil ist hier — wie sich das nach dem Inhalt ja von selbst versteht — ein ganz anderer als in dem an die höhere Poesie anklingenden ersten Gedicht, in welchem Archilochos sogar stärker als sonst die Sprache des Epos verwendet. Aber zu den sonst bezeugten Bruchstücken dieser rein persönlichen Spottdichtung passt unser Fragment noch besser und lehrt wie wenig andere ihre Mittel und Art erkennen. So mag selbst dieser kleine Fund dazu beitragen, das Bild des eigenartigsten griechischen Lyrikers für uns klarer und farbenreicher zu machen.



REITZENSTEIN: Zwei neue Fragmente der Epen des Archilochos.

SITZUNGSBERICHTE

1899.

DER

XLVI.

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

16. November. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. WALDEYER.

*Hr. AUWERS las über die Genauigkeit der astronomischen Ortsbestimmungen.

Die Untersuchung bezieht sich auf die in dem Zeitraum 1750—1895 angestellten »vollständigen« Meridianbeobachtungen. Aus den vorgelegten Tafeln können für ungefähr hundert Sterncataloge die relativen Gewichte ihrer einzelnen Ortsangaben entnommen werden.

* erscheint nicht in den akademischen Schriften.

Berichtigung.

In der Mittheilung von E. WARBURG S. 773 8. Zeile von unten
ist zu setzen anstatt 1.3 Milliontel: $\frac{1}{5600}$.

Ausgegeben am 23. November.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XLVII. XLVIII. XLIX.

23. 30. NOVEMBER 1899.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung. Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erschienen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher dann den Vorsitz hat. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfangs beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesamtkademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einzeln in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen nur durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stücke der in den Text einschaltenden Holzschnitt fertig sind und von besonders bezugnehmenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeholt ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anserweitert, sei es auch

nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesamtkademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besondere Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Kostenentwurf fort.

3. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen einziehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrag zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sozweckl. zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte, jedoch nicht für die darin aufgenommenen kurzen Inhaltsangaben der geschlossenen Abhandlungen verantwortlich. Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.

Die Auszüge werden in die Sitzungsberichte an folgenden Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, eingefügt, und in anderen Fällen anbereits ersichtbar wird, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

„ „ „ „ „ Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,

„ „ „ „ „ October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

SITZUNGSBERICHTE

1899.

DER

XLVII.

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

 23. November. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. WALDEYER.

*1. Hr. STUMPF las: Über die Tiefenunterschiede der Gesichtsempfindungen.

Die Frage, ob man dem Nativismus für die zwei ersten Dimensionen, dem Empirismus aber für die dritte zustimmen könne, wird auf Grund des zwingend anschaulichen Charakters stereoskopischer Wirkungen und der Homogenität der Raumvorstellung verneint. Die veränderliche Correspondenz der Netzhäute bei Schielenden, die Erfahrungen an Kindern, operirten Blindgeborenen und Thieren, die Entwicklung des optisch-nervösen Apparats werden im Hinblick auf nativistische Voraussetzungen besprochen.

2. Hr. SACHAU überreichte den 2. Jahrgang der Mittheilungen des Seminars für Orientalische Sprachen, Abth. 1-3. Berlin und Stuttgart 1899.

 Ausgegeben am 7. December.

 * erscheint nicht in den akademischen Schriften.

SITZUNGSBERICHTE 1899.
DER **XLVIII.**

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

30. November. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. WALDEYER.

1. Hr. VIRCHOW las: Ein Flachbeil aus Jadeit von der Beeker Haide am Niederrhein.

Er zeigt ein neues Exemplar, welches auf der Beeker Haide an der holländisch-preussischen Grenze gefunden ist und welches nach der krystallographischen, durch Hrn. Prof. TENNE vorgenommenen Untersuchung fast genau dem Jadeit von Mogoung in Ober-Birma entspricht. Er warnt davor, diese Art von Beilen mit den gewöhnlichen Steinbeilen, namentlich den Feuersteinbeilen zusammenzuwerfen.

2. Hr. KLEIN überreichte 1. eine Arbeit mit Unterstützung der Akademie: G. LINCK, Die Pegmatite des oberen Veltlin; 2. eine Bearbeitung der von W. MOERICKE mit Mitteln der HUMBOLDT-Stiftung gesammelten Gesteine: F. VON WOLFF, Beiträge zur Geologie und Petrographie Chiles.

Ein Flachbeil aus Jadeit von der Beeker Haide am Niederrhein.

VON RUD. VIRCHOW.

Bei Gelegenheit der letzten General-Versammlung der Deutschen Anthropologischen Gesellschaft in Lindau am Bodensee sah ich ein kleines, schön polirtes Beil, das mir nach Form und Aussehen mit den von mir wiederholt besprochenen Jadeitbeilen übereinzustimmen schien. Ich bat daher den Besitzer, Baron LOCHMER, mir dasselbe zu einer genaueren Bestimmung zu überlassen. Dieses Ersuchen wurde in der freundlichsten Weise gewährt und ich bin jetzt in der angenehmen Lage, das Stück im Original vorzulegen.

Dasselbe gehört zu einer besonderen Gruppe alter polirter Steinartefacte, für welche ich zur bequemerer Unterscheidung den Namen Flachbeile vorgeschlagen habe.¹ Obwohl der beste Forscher über geschliffene Beile aus Nephrit, Jadeit u. s. w., H. FISCHER, sie lieber »Feinbeile« genannt haben mochte², weil die Flachheit ein ganz schwankendes Moment sei, habe ich doch den von mir gewählten Namen beibehalten, da er in der Regel das sofort, bei dem ersten Anblick entscheidende Merkmal angiebt. Gerade für Jadeitbeile ist dieses Merkmal nicht nur das häufigste, sondern auch das am meisten in die Augen fallende.

Indess mag sogleich hinzugefügt werden, dass es eine ganze Reihe seltener Mineralien giebt, welche zur Fabrication solcher Flachbeile verwendet worden sind, so namentlich, ausser Jadeit, Chlormelanit, Fibrolith und Nephrit, für deren Unterscheidung das blosse Aussehen nicht immer genügt, die daher eine genauere krystallographische und chemische Analyse erfordern. Daraus erklärt es sich, dass diese verschiedenen Arten von polirten Beilen von der ersten Zeit an, wo die Aufmerksamkeit sich ihnen zuwendete, gewöhnlich zusammengefasst und unter gleichem Gesichtspunkt behandelt wurden.

¹ Zeitschrift für Ethnologie 1881. Verhandl. der Berliner Anthropologischen Gesellschaft S. 285.

² Ebendasselbst 1884. Verhandl. S. 448.

Diese erste Erörterung geschah auf dem internationalen prähistorischen Congress in Brüssel 1872 durch den glücklichen Erforscher der schweizerischen Pfahlbauten, DESOR. Da unter den Überresten dieser Pfahlbauten in den Seen vorzugsweise Nephrit gefunden war, so trat dieser in den Vordergrund des Interesses. Dieses war namentlich für Deutschland der Fall, da sehr bald durch Hrn. LEINER und seine süddeutschen Collegen ein ungewöhnlicher Reichthum der Bodensee-Stationen an nephritischen Gegenständen nachgewiesen wurde. Im übrigen Deutschland sind auch seitdem nur spärliche Nephrit-Funde gemacht worden.¹ Dagegen ist Jadeit an immer neuen Fundstellen in ansehnlicher Menge gesammelt worden. Chlormelanit gehört noch jetzt zu den Raritäten; man kennt aus Ostdeutschland nur ein einziges Stück aus der Gegend von Breslau. Das nächste westliche ist das von Kloppenburg in Westfalen. Dann kommen die rheinischen².

Woher stammen diese Mineralien? DESOR konnte keine natürliche Lagerungsstätte für dieselben in Europa ermitteln. Er stellte daher die Frage, ob diese Art von Artefacten nicht schon durch die aus dem Orient einwandernden Völker aus ihrer Heimath mitgebracht seien? Dafür sprach die Thatsache, dass in der alten Welt in der That nur ein Paar Gegenden bekannt waren, in welchen Nephrit und Jadeit gewonnen wurde: vorzugsweise Turkestan für Nephrit, Birma und Yünnan für Jadeit. Von da aus ist erweislich ein weit reichender Handel mit solchen Gegenständen betrieben worden und wird noch jetzt betrieben, wie besonders von China bekannt ist.

Fortgesetzte Forschung hat nun freilich ergeben, dass es in Europa eine Stelle giebt, wo Nephrit anstehend aufgefunden wurde. Diess war in unserer Nachbarprovinz Schlesien am Zobten bei Jordansmühl der Fall, wo Nephrit als Einsprengung in Serpentin vorkommt.³ Aber diese Einsprengungen sind von so geringer Ausdehnung, dass ihre Spur nach kurzer Zeit wieder verloren gegangen ist. Auch ist aus Schlesien und seiner Nachbarschaft noch kein einziges Artefact aus Nephrit bekannt. Nur ist es mir gelungen, auf dem alten Gräberfelde von Gnichwitz, in der Nähe von Jordansmühl, ein Steinbeil zu ermitteln, das aus Serpentin mit eingesprengten Adern von Nephrit besteht.⁴ Aber dieses Artefact ist kein Flachbeil. Für die archaeologische Frage hat sich aus

¹ H. FISCHER (Zeitschrift für Ethnologie 1882. Verhandl. S. 168) sagte geradezu, dass die Nephrit-Beile nördlich von der Schweiz nahezu aufhören. Er erkannte nur Freiburg im Breisgau, Nördlingen und den Starnberger See als sichere Fundplätze an, rühmte aber besonders das Blansinger Beil aus Baden.

² Zeitschrift für Ethnologie 1881. Verhandl. S. 285 ff.

³ Zeitschr. f. Ethnol. 1884. Verh. S. 255.

⁴ Ebendasselbst Verh. S. 159, abgebildet S. 284, Fig. 1, Analyse S. 359. Jetzt im Museum für Völkerkunde in Berlin.

der petrographischen Entdeckung also nicht das mindeste Resultat ergeben.

Seit Decennien hat sich die Aufmerksamkeit einer anderen Stelle zugewendet, wo allerlei grünes Gestein gesehen wurde. Es war diess der Monte Viso in Piemont. Auch hier sind alle Forschungen der besten Kenner lange vergeblich gewesen. Nur DAMOUR hatte in einer alten Sammlung ein entsprechendes Geschiebestück ermittelt. Erst in neuester Zeit ist eine Beobachtung bekannt geworden, welche die Hoffnungen neu belebt hat. Ein Turiner Mineralog, Hr. PIOLTI¹ hat in dem Moränenschutt bei Rivoli, am Eingange des Thales von Susa, ein Geröllstückchen (ciottolo) gefunden, welches bei der chemischen Analyse grosse Übereinstimmung mit einem von Hrn. DAMOUR analysirten asiatischen Stück zeigte. Das ist gewiss von Bedeutung und fordert zu weiteren Nachforschungen auf. Aber es ist doch noch ein weiter Schritt von blossen Geröllen bis zu einem Flachbeil aus Jadeit.

Ich hatte seiner Zeit die Frage von einer anderen Seite angefasst: ich versuchte, nach den gemachten Funden die geographische Vertheilung der Jadeit-Beile in Deutschland zu ermitteln.² Dabei stellte sich heraus, dass das Gebiet der Jadeit-Beile, soweit dasselbe zu übersehen war, kaum die Elbe erreicht; östlich von der Elbe war, soweit bis dahin bekannt, auf deutschem Boden niemals bearbeiteter Nephrit oder Jadeit³ gefunden worden; auch fehlte hier die charakteristische Form der Flachbeile, wenngleich Annäherungen an dieselbe in Feuerstein vorkamen. Ich schloss daraus, dass alle in meiner Übersicht erwähnten Beile als importirt gelten müssten. Dabei hob ich hervor, dass in chronologischer Beziehung die Zeit der Flachbeile aus Jadeit oder Chloromelanit, bez. der Beile aus Nephrit nicht nothwendig der neolithischen Periode, d. h. der Zeit des Schleifens von Feuerstein, gleich zu setzen sei, und dass namentlich diese Beile nicht nothwendig mit den kurzen und dicken Nephrit-Beilchen der Pfahlbauten zusammengeworfen werden sollten.

Für das culturgeschichtliche Urtheil würde aber gerade die chronologische Bestimmung vorzugsweise Bedeutung haben. Wenn der Import der Flachbeile aus Asien durch von dort einwandernde Stämme oder, wie man jetzt stark vorgreifend zu sagen pflegt, durch die Arier erfolgt wäre, so würde wenigstens eine Anknüpfung an eine gewisse Periode gefunden sein. Diese Ermittlung wird jedoch dadurch in

¹ GIUSEPPE PIOLTI, Sulla presenza della jadeite nella Valle di Susa. *Accad. Reale delle Scienze di Torino* 1898—99 (Separ.-Abdr. 1899 p. 5).

² *Zeitschr. f. Ethnol.* 1881. Verh. 283.

³ Hier war damals auch Chlormelanit erwähnt, indess ist derselbe seitdem vereinzelt in Schlesien und mehrfach in Westdeutschland angetroffen worden.

höchstem Maasse erschwert, wenn nicht ganz unmöglich gemacht, dass die bei Weitem grösste Anzahl der Flachbeile isolirte und ganz zufällige Funde sind. Die Hilfsmittel für die chronologische Bestimmung, welche durch Gräberfunde geboten werden, fehlen fast vollständig; weder aus der Form der wenigen Gräber, noch aus der Art der Bestattung, noch endlich aus den Beigaben lassen sich Schlüsse für die Zeit des Imports oder der Anfertigung dieser Beile ziehen.

Nur einmal war erwähnt¹, dass ein kleines, nur 35^{mm} langes und 27^{mm} breites Jadeitbeilchen aus einem Hügelgrabe von Straussfurt bei Weissensee unfern Erfurt herstamme. Die von Sir JOHN EVANS² beschriebenen Flachbeile sind nicht genauer analysirt worden; er hält sie zum Theil für Jadeit. Darunter befindet sich ein Exemplar, das aus einem Grabe bei Stonehenge stammen soll. Ein anderes, von Mains bei Dumfries, das aus polirtem Granit bestehen soll, das aber die ausgeprägte Flachbeilform hat, ist unter grossen Steinen, »die vielleicht einem Dolmen angehörten«, ausgegraben worden. Einige andere, schön polirte Jadeitbeile wurden in Dolmen der Bretagne gefunden. Das würde für ein hohes Alter sprechen.

Dagegen sind unter den deutschen Flachbeilen verschiedene, welche auf eine weit spätere, sogar auf die römische Zeit hinzuweisen scheinen. Dahin gehören Mainzer Funde³, namentlich der durch LINDENSCHMIT bekannt gewordene von dem Kästlich bei Gonsenheim (neben römischen Sachen) und der aus einer Cisterne des römischen Castrum zu Mainz. Das grosse Beil von Grimlinghausen bei Neuss, welches SCHAAFFHAUSEN besass, könnte allenfalls auch einer römischen Ansiedelung zugerechnet werden, aber es lag 9 Fuss tief unter dem Bett der Erft. Dagegen wurde ein ähnliches Stück, das VON DECHEN und SCHAAFFHAUSEN beschrieben haben, bei Wesseling zwischen Bonn und Cöln, 5–6 Fuss tief neben römischen Sachen im Felde ausgegraben.⁴ Der geographischen Richtung nach würde sich hier mein neuester Fund anschliessen.

Das Beilchen des Barons LOCHMER (s. Fig. A) wurde auf der Beeker Haide unmittelbar an der preussisch-holländischen Grenze bei Elten am Niederrhein gefunden. Nähere Umstände sind nicht bekannt. Der Ort liegt in der Nähe grösserer römischer Niederlassungen (Xanten, Nijmegen). Das kleine Werkzeug hat die ausgemachte Form eines Flachbeiles, namentlich die (durch neuerliches Absägen eines kleinen Stückes zum Zweck der mikroskopischen Untersuchung etwas verkleinerte)

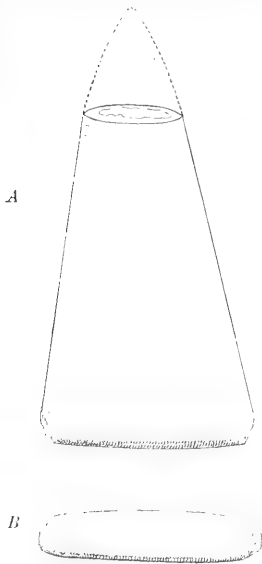
¹ Zeitschr. f. Ethnol. 1884. Verh. S. 286.

² EVANS. The ancient stone implements, weapons and ornaments of Great Britain. Sec. Edit. London and Bombay 1897, p. 107–109, Fig. 52 and 52a.

³ Zeitschr. 1884. Verh. S. 285.

⁴ Ebendasselbst.

hintere Zuspitzung, so dass seine Form im Ganzen fast viereckig erscheint. Es ist nach Verlust der Spitze 6^{cm} lang, am vorderen Ende 4^{cm} breit und hier 1^{cm} dick. Von den gewöhnlichen Flachbeilen unterscheidet es



sich durch den Mangel einer Schneide: es ist vorn nicht scharf, sondern mit einer ebenen Fläche versehen (*B*), so dass es weder zum Schneiden, noch zum Durchschlagen bestimmt sein konnte, vielmehr den Eindruck macht, als sei es zum Reiben oder Poliren eingerichtet gewesen. Die quere Endfläche ist ganz platt und eben, nur an den Kanten schräg abgerundet. Man könnte es daher auch allenfalls als einen »Hammer« bezeichnen, da ein Gebrauch zum Klopfen nicht ausgeschlossen ist.

Die vollständig eben geschliffenen und seitlich von ziemlich scharfen Rändern begrenzten Flächen haben eine weisslichgraue, ganz schwach ins Blaugrünliche ziehende Farbe. Man erkennt in ihnen zarte, das Licht leicht reflectirende Schüppchen oder Plättchen, wohl den Anfang einer Verwitterung. Auf dem schiefen Sägeschnitt hinten erreicht diese peripherische Schicht eine Dicke von 8^{mm}. Darunter sieht man ziemlich scharf abgegrenzt einen flach ovalen Kern von 9^{mm} Länge und 4^{mm} Dicke, der ein blassblaugrünes, durchscheinendes Aussehen zeigt. Hier ist die Structur offenbar dichter und gleichmässiger.

Hr. Prof. TENNE hat die Güte gehabt, eine krystallographische Untersuchung zu veranstalten. Er schreibt unter dem 3. d. M. Folgendes:

»Der Dünnschliff bringt meist Längsschnitte, weniger häufig quer liegende Schnitte eines Augit-Minerals zur Beobachtung. Die ersteren zeigen nur in einer Richtung liegende Spalttrisse, letztere dagegen zwei sich unter verschiedenem Winkel bis nahezu rechtwinkelig kreuzende. Ein genau rechtwinkelig zur Längserstreckung der Mineralindividuen gehender Durchschnitt ist nicht gefunden worden.

»Bei den quer liegenden Schnitten zeigt sich im convergenten polarisirten Licht häufig Austritt einer optischen Axe eines optisch zweiaxigen Minerals. Die Auslöschungsrichtung und damit auch die Ebene der optischen Axen fällt je nach der mehr oder weniger genauen Lage des Schnittes mit den Diagonalen der durch die Spaltbarkeiten gebildeten Rhomben mehr oder weniger genau zusammen.

»Die Längsschnitte mit parallelen Spaltrissen löschen im polarisirten Licht schief bis zu 40° gegen die Längsaxe aus und zeigen lebhaftere Polarisationsfarben, als die Querschnitte.

»In allen diesen Merkmalen gleicht der vorliegende Dünnschliff fast genau einem solchen von Jadeit aus Mogoung in Ober-Birma.

»Das Steinbeil ist daher als aus Jadeit hergestellt zu bezeichnen.«

Meinen Dank für diese sorgfältige Prüfung kann ich mit dem Ausdruck meiner Befriedigung über das Ergebniss verbinden.

Aus dem gefundenen Resultat könnte geschlossen werden, dass das Beilehen von der Becker Haide in der That birmanischen Ursprunges sei¹. H. FISCHER² zog den Schluss auf asiatischen Ursprung für alle europäischen Funde. Ich möchte dagegen bemerken, dass auch er darauf besteht, den Nephrit von den anderen Mineralien in Bezug auf die Artefacte ganz zu trennen, was doch so zu deuten ist, dass man nicht dieselbe Deutung für alle voraussetzen sollte. That man diess, so bieten sich für den Jadeit abweichende geographische Gesichtspunkte dar. Sein Verbreitungsbezirk liegt wesentlich in der Richtung des Weser- und Rhein-Laufes, wo die Jadeitfunde sich gelegentlich massenhaft häufen. Liesse sich für sie ein alpiner Ursprung nachweisen, so würde der Hergang sich leicht begreifen; man brauchte dann nicht bis nach Asien zu gehen. Indess will ich nicht leugnen, dass ein Gesichtspunkt vorhanden ist, der für eine gemeinsame Quelle, oder genauer gesagt, für eine einheitliche Fabricationsstätte spricht: das ist die gleichmässige Art der Bearbeitung des Jadeits, insbesondere die Form der Flachbeile, die nicht bloss für Deutschland und wahrscheinlich auch England, sondern auch für Frankreich, Sicilien, Spanien und Portugal zutrifft. Gelangt man bei dieser Betrachtung auch möglicherweise nach Asien, so wird man doch nicht die Nephrit-Fabrication an denselben Ort oder in dieselbe Gegend mit der Jadeit-Fabrication zu verlegen haben. Sind beide Arten der Fabrication doch auch noch jetzt räumlich ganz geschieden: die eine mehr östlich gegen die Grenze von China hin, die andere mehr westlich und nördlich längs des grossen Altai-Zuges.

Eine definitive Entscheidung wird jedoch verschoben werden müssen, bis das Material mehr durchgearbeitet sein wird. Dazu liegen gewiss starke Gründe vor. Die Aufmerksamkeit auf geschliffene Flachbeile wird erst allmählich rege. So haben wir erst im vorletzten Sommer durch die XIX. Generalversammlung der deutschen Anthropologischen Gesellschaft in Braunschweig eine Anzahl sehr schöner Stücke kennen

¹ Vergl. die krystallographische Beschreibung von ARZRUNI (Zeitschr. f. Ethnol. 1883. S. 186.

² Zeitschr. f. Ethnol. 1882. Verh. S. 168.

gelernt.¹ Noch vor wenigen Jahren kannte man aus dem ganzen Herzogthum nur ein einziges Jadeitbeil; seitdem waren 6 neue Funde verzeichnet worden, darunter ein prachtvolles Stück aus dem Gleitel der Holze bei Wolfenbüttel von 45^{cm} Länge, 11^{cm} Breite und 30^{mm} in der grössten Dicke. Nur eines dieser Stücke ist unter Umständen gefunden worden, welche für eine spätere Zeit sprechen: ein grosses Flachbeil von Börssum lag in einer »Feldflur«, auf der später ein Bronzebeil gefunden wurde. Für die Zusammengehörigkeit beider Funde ist kein Beweis vorhanden, und wenn ein solcher ermittelt würde, liesse sich daraus noch kein sicherer Schluss für die Zeit der Niederlegung oder gar für die Zeit der Fabrication ziehen. Denn es wäre gewiss möglich, dass das Jadeitbeil lange vor der Zeit seiner Niederlegung in Braunschweig angefertigt worden ist und dass diess weit von dem Fundorte entfernt der Fall war.

Schliesslich verdient erwähnt zu werden, dass die Jadeitbeile, obwohl ganz constant schön geschliffen, doch niemals durchbohrt sind, was bei den Feuersteinbeilen so häufig der Fall ist. Auch ist bemerkenswerth, dass geschlagene oder gar gemuschelte Stücke, wie sie so oft aus Feuerstein hergestellt worden sind, nicht vorkommen. Offenbar galten die Jadeite stets als besonders werthvolle, man kann wohl sagen als Edelsteine, welche einer besonders schonenden Behandlung unterzogen wurden. Darin stehen sie den Nephritbeilen ganz nahe.

Möge meine kleine Mittheilung dazu beitragen, die Bedeutung dieser Artefacte einer grösseren Zahl von Beobachtern zu erschliessen. Wir brauchen viele Mitarbeiter, um das wissenschaftliche Schlussurtheil zu ermöglichen. Dabei möchte ich eine Warnung wiederholen, die ich schon früher ausgesprochen habe. Die Vermuthung, dass einwandernde Arier die Jadeitbeile aus Asien eingeführt haben möchten, leitet sehr natürlich auf eine von Osten nach Westen gerichtete Wanderung; die geographische Vertheilung der Funde weist, wenigstens für Deutschland, auf den entgegengesetzten Weg, den von Westen nach Osten, ja man darf vielleicht sagen, den von Süd und Südwest nach Nord und nach Nordost. Die Richtung bleibt dieselbe, auch wenn man statt der »Wanderung der Stämme« auch nur den Handel setzt.

¹ Zeitschr. f. Ethnol. 1898. Verhandl. S. 503. J. H. Kloos in der Festschrift der Stadt Braunschweig S. 59.

30. November. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. VAHLEN.

1. Hr. HARNACK las: »Vorläufige Bemerkungen zu dem jüngst syrisch und lateinisch publicirten 'Testamentum domini nostri Jesu Christi'«.

In der Abhandlung wird gezeigt, dass das von dem antiochenischen Patriarchen Ignatius Ephraem II Rahmani publicirte »Testament« nicht dem 2. sondern dem 5. Jahrhundert angehört, wodurch die Folgerungen in Bezug auf die geschichtliche Bedeutung des Werks hinfällig werden, welche der Herausgeber an dasselbe geknüpft hat. Doch kommt dem Testament für die spätere Geschichte der orientalischen Liturgie und des Kirchenrechts ein nicht geringer Werth zu.

2. Hr. PERNICE legte vor Vocabularium Iurisprudentiae Romanae. Editum iussu instituti Savigniani Vol. I Fasc. III. Berolini 1899.

3. Hr. KÖSER überreichte Politische Correspondenz FRIEDRICH's des Grossen. 25. Band. Berlin 1899.

Vorläufige Bemerkungen zu dem jüngst syrisch und lateinisch publicirten „*Testamentum domini nostri Jesu Christi*“.

VON ADOLF HARNACK.

Testamentum domini nostri Jesu Christi nunc primum edidit, Latine reddidit et illustravit IGNATIUS EPHRAEM II RAHMANI, Patriarcha Antiochenus Syrorum. Moguntiae 1899.

1.

Dieses hier zum ersten Male vollständig aus dem Syrischen veröffentlichte und mit einer ungewöhnlichen Reclame auf den Büchermarkt geworfene »Testament« war seit 43 Jahren den Kirchenhistorikern als Torso bekannt. Im Jahre 1856 hat DE LAGARDE in seinen *Reliquiae eccles. antiq.* aus dem Codex Syr. Sangerm. 38 saec. VIII. etwa ein Viertel des Werks syrisch und zugleich in griechischer Rückübersetzung veröffentlicht. Mehr enthielt der lückenhafte Codex nicht. Auf Grund der publicirten Stücke urtheilte ich (*Altchristl. Litt.-Gesch.* I S. 779), dass das Werk, wie es vorliegt, keinesfalls der vorconstantinischen Zeit angehöre, aber ältere Quellen, vielleicht z. B. die Apokalypse Petri und apokryphe Kirchenordnungen, benutzt habe.¹ Die Benutzung der Petrus-Apokalypse suchte Hr. JAMES in seiner Ausgabe der letzteren (S. 53 ff.) in grossem Umfang zu erweisen. Wichtiger war es, dass es ihm gelang, in dem Cod. Lat. Trevir. 36 saec. VIII. das Bruchstück einer lateinischen Prophezeiung über den Antichrist nachzuweisen, welches sich mit zwei Capiteln des von LAGARDE veröffentlichten Werkes deckte.² Im Jahre 1893 theilte Hr. HARRIS in seiner Abhandlung »On the Origin of the Ferrar-Group« p. 11 ff. beiläufig mit, dass sich in der Universitätsbibliothek zu Cambridge — sogar in einem Schau-

¹ Schon früher hatte ich in meiner grösseren Ausgabe der Didache (1884) und in der Ausgabe der Fragmente der Petrus-Apokalypse (1893) das Werk gestreift.

² JAMES, *Apocrypha Anecdota* 1893 p. 151 ff.

kasten — eine aus Malabar stammende syrische Bibelhandschrift in drei Columnen befinde, in deren Anhang jenes »Testament«, welches LAGARDE zuerst publicirt hat, stehe. Wie im Sangerm. 38 bildete auch im Malabar. das Testament die beiden ersten Bücher eines »Octateuchus Clementinus«.¹ Man beeilte sich nicht, die Schrift abzuschreiben und zu studiren, weil das grosse Bruchstück, das man bereits besass, Niemand mit brennender Neugierde erfüllt hatte, das Ganze kennen zu lernen.

Der Patriarch der unirten Syrer, Hr. IGNATIUS EPHRAEM II RAHMANI, hat nun dieses Testament aus zwei jungen syrischen Handschriften zum ersten Male vollständig herausgegeben. Die Existenz der Cambridger Handschrift scheint ihm verborgen geblieben zu sein.² Der ältere seiner Codices befindet sich im Museum Borgianum der Propaganda und stammt aus dem Jahre 1887 der Griechen, der andere liegt in Mossul und ist im Jahre 1963 der Griechen geschrieben. Nur den letzteren hat der Herausgeber genauer beschrieben. Er umfasst auf 338 Fol. (je drei Columnen auf der Seite) das gesammte Alte und Neue Testament in fortlaufender Zählung der Bücher (= 76 Bücher); daran reiht sich der aus dem Sangerm. 38 bekannte, das »Testamentum« umfassende »Oktateuchus Clementinus« (fol. 339–354). Seine 8 Bücher sind als heilige Schriften mitgezählt; denn sie tragen die Nr. 77–83.³ Beide syrische Handschriften bieten am Schluss des »Testaments« die Notiz: »Vertit ex lingua Graeca in Syriacam humilis Jacobus anno Graecorum 998«. Also ist das Werk im Jahre 687 p. Chr. n. von dem Edessener Jacobus, dem die syrische Litteratur so viele Übersetzungen verdankt, aus dem Griechischen übersetzt worden. Der Herausgeber hat aber auch eine arabische Version herbeigezogen. Sie liegt in einem Codex des Museum Borgianum vom Jahre 1064 der Märtyrer vor. Ihr Schreiber (der Übersetzer?) bezeugt aber, dass die arabische Form die Übersetzung eines koptischen Manuscripts vom Jahre 643 der Märtyrer und vom Jahre 313 der Hedsehra, also vom Jahre 927 p. Chr. n. sei. Endlich existirt unser Werk auch aethiopisch (das Britische Museum besitzt zwei Handschriften); aber diese Version ist bisher noch nicht untersucht worden.

Die älteste bisher nachgewiesene Bezeugung des Testaments findet sich, so berichtet der Schreiber des Cod. Sangerm. 38, bei Severus

¹ Siehe LAGARDE, Reliq. iur. eccles. antiq., praef. p. XVII.

² Dass es in syrischen Bibliotheken noch weitere Handschriften des »Testaments« giebt, sagt der Herausgeber ausdrücklich.

³ Nur sieben, nicht acht, Nummern, weil das »Testamentum«, mit dem der Oktateuch beginnt, zwar auf zwei Bücher vertheilt ist, aber nur als ein Buch gezählt wird. Das ist in der Ordnung; denn die Zertheilung in zwei Bücher ist ganz willkürlich und nicht ursprünglich; s. darüber unten.

von Antiochien (saec. VI. init.).¹ Er hat nämlich am Rande seiner Handschrift (zu dem Abschnitt des Testaments, der vom Katechumenat handelt, fol. 14) bemerkt: »Haec refert patriarcha Severus in epistola superius commemorata«. Leider wissen wir nicht, welchen Brief des Severus er gemeint hat; denn die Stelle, auf welche er zurückverweist, fehlt jetzt im Codex. Doch werden wir dem Schreiber glauben dürfen, dass Severus wirklich das Testament citirt hat, wenn es auch nicht ganz ausgeschlossen ist, dass er eine dem Testament verwandte Schrift im Sinne hatte. Solche verwandte Schriften giebt es mehrere; es kommen namentlich die sogenannte Aegyptische Kirchenordnung (»*Canones ecclesiastici*«), die Kanones des Hippolyt und das 8. Buch der Apostolischen Constitutionen in Betracht.

In späterer Zeit ist das »Testament« in den orientalischen Kirchen viel gebraucht worden; es fand Aufnahme in die classischen kirchlichen Rechtsbücher, und da es sich als apostolische Schrift gab, so erhielt es eine quasi kanonische, ja hier und dort sogar eine kanonische Autorität.² Auf diese Geschichte näher einzugehen verziehe ich an diesem Orte. Nur die Frage des Alters soll uns hier beschäftigen.

Um diese erschöpfend zu beantworten, wäre es nothwendig, auf die eben genannten verwandten Schriften einzugehen. Aber das ist eine so verwickelte Aufgabe, dass sie im Rahmen einer kurzen Abhandlung nicht gelöst werden kann. Hr. IGNATIUS EPHRAEM behauptet, dass unser Testament die Wurzel jener kirchenrechtlichen Bücher sei und dass es dem 2. Jahrhundert angehöre. Nur die letztere These gedenke ich einer Prüfung zu unterziehen. Man kann dabei die verwandten Schriften aus dem Spiele lassen. Es lässt sich das Alter des »Testaments« in ziemlich befriedigenden Grenzen angeben, ohne die Frage nach dem Verwandtschaftsverhältniss mit den anderen kirchenrechtlichen Büchern aufzurollen. Ich citire nach der lateinischen Übersetzung, da es sich nur um Hauptpunkte handelt und ich jedem Kirchenhistoriker ein Urtheil ermöglichen möchte.

¹ Die beiden Citate aus älterer Zeit, welche Hr. IGNATIUS EPHRAEM anführt, fallen weg; denn Pseudo-cyprian (de aleat.) hat nicht das Testamentum citirt, und von dem pseudo-irenäischen Zeugniß ist vollends abzusehen, da es einem PFAFF'schen Fragmente entstammt, d. h., wie ich an einem anderen Orte zeigen werde, eine Fälschung PFAFF's ist.

² Mit dem Namen des Clemens hat das »Testament« ursprünglich nichts zu thun gehabt. Seine Einstellung in den clementinischen Oktateuch ist das Werk einer späteren Zeit, liegt jedoch vor dem Jahre 687; denn zu den Syrern ist das Testament bereits als Bestandtheil des Oktateuchs gekommen. In dem Sangerm. 38 wird der Oktateuch ausdrücklich nur insofern auf Clemens zurückgeführt, als er ihn redigirt hat. Die Zerreißung des Testaments in zwei Bücher, die wohl gleichzeitig mit der Einreihung in den Oktateuch vorgenommen worden ist, erklärt sich vielleicht daraus, dass man gewohnt war, zwei Bücher des Clemens zu besitzen. So hat man auch den einen pseudo-clementinischen Brief des Clemens de virginitate ganz willkürlich in zwei zerrissen.

2.

1. Die Entwicklung der Dogmatik, welche dem »Testament« zu Grunde liegt, schliesst bestimmt die Zeit vor dem Ausgang des 4. Jahrhunderts aus. Verwiesen sei auf folgende Stellen: p. 41: »Filius tuae existentiae« (von Christus in Beziehung auf Gott): p. 61: »filius non creatus«; p. 43: »Offerimus tibi hanc gratiarum actionem, aeterna trinitas, domine Jesu Christe, domine Pater . . . domine Spiritus sancte«; p. 47: »Sancta, sancta, sancta trinitas ineffabilis«; p. 51 f. (von Christus): »Tu qui habes essentiam nesciam laedi, ubi neque caries neque tinea corrumpunt« (aphthartodoketische Anschauung)¹; p. 61: »Unigenitus filius animatus in divinitate (I. Pet. 3, 18 ζῶσπουθηῖς πνεύματι) ad inferos descendit . . . ille qui est mens indivisibilis, quae ex patre, et coequalis ipsius voluntati, qui cum patre est factor coelorum; p. 99: »Tibi gloria, unigenito filio tuo domino nostro Jesu Christo et Spiritui sancto, benefico, adorando, vivificatori tibi que consubstantiali«. Diese oder die anderen Stellen als Interpolationen auszusecheiden, liegt kein Grund vor.² Mag auch eine einzelne unter ihnen bereits seit dem Ende des 2. Jahrhunderts zu constatiren sein, in ihrer Gesammtheit schliessen sie das 3. und den grössten Theil des 4. Jahrhunderts aus.

2. Die Lehre von der Auferstehung des Fleisches steht in dem »Testament« unter der strengsten Arcandisciplin (vergl. die Mystagogie p. 59–67, 133 u. a. St.). Dafür giebt es vor dem 4. Jahrhundert keine Analogien.³

3. Die Angabe, wie jedes Kirchengebäude (samt Zubehör) erbaut und eingerichtet sein soll (p. 23–27), kann frühestens dem 4. Jahrhundert angehören, ist aber auch in diesem nicht leicht unterzubringen; denn die Eingangsworte der Beschreibung (»Ecclesia itaque ita sit; habeat tres ingressus in typum trinitatis«) setzen eine mystagogische Betrachtung des Kirchengebäudes voraus, die meines Wissens im 4. Jahrhundert noch fehlt. Die Forderungen, dass jede Kirche im Atrium ein Baptisterium haben, dass dieses Baptisterium, ebenso wie der Altar, durch einen Vorhang verhüllt sein und dass für den Bischof, die Wittwen, die Presbyter und Diakonen je ein besonderer

¹ Eine solche findet sich auch schon vor den Aphthartodoketen.

² Die Stellen p. 57: »Qui creasti mentes rectas eorum qui in te confidunt, ut dii fiant«, und p. 121: »per resurrectionem tuam docuisti ex hominibus fieri deos« geben keine chronologischen Anhaltspunkte.

³ P. 133 heisst es: »Idem etiam doceantur dogma resurrectionis corporum: ante enim susceptum baptismum nemo verbum de resurrectione cognoscat. Hoc est enim statutum novum, habens nomen novum, quod nemo noscit nisi qui suscipiat«. Diese ausschliessliche Stellung des Dogmas von der Auferstehung ist meines Wissens sonst nicht zu belegen.

Raum im Gebäude abgegrenzt sein solle, sind ebenfalls leichter auf das 5. als auf das 4. Jahrhundert zurückzuführen.

4. Die kirchliche Hierarchie besteht aus dem Bischof, den Presbytern (= »Sacerdotes«), den Diakonen, den geweihten Wittwen, den Subdiakonen, den Diakonissen, den Lectoren und den charismatischen Personen¹ (p. 37 und sonst). Diese Hierarchie — (p. 87): 12 Presbyter, 7 Diakone, 4 Subdiakone und 3 Wittwen — ist vor dem 4. Jahrhundert im Orient nicht nachweisbar; sollte aber Jemand die zweite Hälfte des 3. Jahrhunderts für noch möglich halten, so wird diese durch die Erwähnung eines Archidiakonen ausgeschlossen (p. 27): »Habeat ecclesia in proximitate hospitium, in quo protodiaconus recipit peregrinos«; cf. p. 83: »Qui inter diaconos ceteris praestantior diligentia reputatur vel administratione, eligatur, ut sit susceptor peregrinorum. Maneat hic in hospitio, quod in ecclesia est, vestem albam indutus gerensque super humerum orarium tantum«. Archidiakone sind erst seit dem Anfang des 4. Jahrhunderts nachweisbar; vor der Mitte des 4. Jahrhunderts sind sie schwerlich allgemein gewesen. Aus der Stellung der Lectoren bald vor, bald nach den Subdiakonen kann kein chronologisches Datum ermittelt werden.

5. Die Ausdrucksweise (p. 117): »Dum legit presbyter vel diaconus novum testamentum vel evangelia« ist in den drei ersten Jahrhunderten unerhört.

6. In Bezug auf den Diakonen wird p. 79 gefordert: »Habeat testimonium omnium fidelium, ipsum non fuisse implicatum mundi negotiationibus, eundemque nescire artem, non possidere divitias neque prolem habere«; diese Forderung ist im vorconstantinischen Zeitalter noch nicht erhoben worden — aus begrifflichen Gründen — und hat sich auch im 4. Jahrhundert nur erst langsam angebahnt.

7. Von der Wittve heisst es p. 97: »Ne occupetur de liberis, sed eos ecclesiae tradat, ut degentes in domo dei apti fiant ad ministerium sacerdotii«. Eine solche Heranbildung einer Priesterkaste ist vor \pm 300 unbekannt; nicht einmal in's 4. Jahrhundert wird sie Jemand als generelle Anordnung für die Kinder der geweihten Wittwen ohne Weiteres setzen wollen.

Aus diesen Beobachtungen folgt, dass der terminus a quo der Abfassung unserer Schrift nicht vor \pm 400 gesetzt werden darf. Mit diesem Ansatz stimmt der allgemeine Eindruck, den diese Kirchenordnung hervorruft, zusammen, dass sie aus der Zeit stammt, in welcher die Kirche bereits zum Siege gekommen war² und sich unge-

¹ Über die Letztgenannten s. u.

² Über eine andere Bestimmung, die Confessoren betreffend (p. 93), s. u.

hindert und breit in der Welt einrichten konnte. Der Herausgeber behauptet das Gegentheil; allein seine Berufung auf das Kirchengebet (p. 87: »Pro imperio supplicemus; ut dominus ipsi pacem concedat; pro principatibus excelsioribus supplicemus, ut dominus det eis intelligentiam et timorem sui«) ist ohne jede Beweiskraft, und ebenso wenig verschlägt der Hinweis auf die Stellen, in welchen von Verfolgten und Gefangenen die Rede ist. Solche, von heidnischer Obrigkeit Verfolgte, lagen stets im Gesichtskreise der alten Kirche, zumal im Orient; daher hat sie in ihrem Kirchengebet stets gebetet wie hier (p. 87): »Pro iis, qui persecutionem patiuntur, supplicemus, ut dominus eis det patientiam et scientiam ipsisque tribuat laborem perfectum«, cf. p. 85: »Pro sanctis confessoribus supplicemus, ut dominus det nobis eadem mente ac ipsi terminare vitam«, und p. 53: »Qui concomitaris eos, qui detenti sunt in carceribus«. Auch dass eine Bestimmung getroffen wird, wie es mit einem Katechumenen zu halten ist, der »propter nomen« verurtheilt wird (p. 119), ist nicht befremdlich.¹

Gegen den terminus a quo \pm 400 spricht natürlich auch nicht die Beobachtung, dass die Kirchenordnung Manches enthält, was dem 3., bez. vielleicht auch dem 2. Jahrhundert angehört. Solche Kirchenordnungen werden ja nicht aus dem Boden gestampft, sondern enthalten die Codification alter und neuer Bestimmungen. Kommt nun noch der Anspruch hinzu, eine apostolische Anordnung darzustellen, so war es geradezu geboten, Archaismen anzubringen. Man kann sich nur darüber wundern, dass sie in unserer Schrift so äusserst spärlich sind und der Fälscher sich keine Mühe gegeben hat, den Anschein des Alterthums hervorzurufen. Lässt man die vorangestellte Apokalypse bei Seite, die eine Schrift für sich ist, so sind es, abgesehen von alten Formeln innerhalb der Gebete und von Riten, die bis in's 2. Jahrhundert hinaufgehen², nur zwei Punkte, in denen etwas Alterthüm-

¹ Vergl. u. A. auch die Stelle p. 123: »Gentes, quae te confessae sunt, per te, domine, illuminatae et corroboratae fuerunt«.

² Sie sind nicht wenig zahlreich und für die Geschichte der Liturgie von hoher Bedeutung. Um über das in extenso mitgetheilte Symbol zu urtheilen, müsste man die Canones Hippolyti und Anderes vergleichen. Daher schliesse ich die Untersuchung hierüber aus. Das Symbol lautet (p. 129) in griechischer Rückübersetzung: »Πιστεύω εἰς θεὸν πατέρα παντοκράτορα· καὶ εἰς Χριστὸν Ἰησοῦν, τὸν υἱὸν τοῦ θεοῦ, τὸν γεννηθέντα ἐκ Μαρίας τῆς παρθένου διὰ (καὶ?) πνεύματος ἁγίου, τὸν σταυρωθέντα ἐπὶ Ποντίου Πιλάτου, ἀποθανόντα, ἀναστάντα τῇ τρίτῃ ἡμέρᾳ ζῶντα ἐκ νεκρῶν, ἀναβάντα εἰς τοὺς οὐρανοὺς, καθήμενον ἐν δεξιᾷ τοῦ πατρὸς καὶ ἐρχόμενον κρῖναι ζῶντας καὶ νεκρούς· καὶ εἰς πνεῦμα ἅγιον, εἰς ἐκκλησίαν ἁγίαν . . . « Da das Symbol nur innerhalb der Tauffragen mitgetheilt ist, so kann man nicht sicher sein, dass es mit »ecclesiam sanctam« geschlossen hat. Dass hier eine leicht interpolirte Recension des altrömischen Symbols vorliegt, ist gewiss. Um so interessanter versprechen die Untersuchungen zu werden, die sich an diese Thatsache knüpfen müssen. — An zwei Stellen kann in der Schrift auf apokryphe Herrnworte angespielt

liches hervortritt, nämlich in den Bestimmungen über charismatische Personen und über Confessoren in ihrem Verhältniss zur Hierarchie. Jene werden p. 37 nach den Lectoren (p. 47 nach den Hypodiakonen) — in beiden Fällen am Schluss der Aufzählung — genannt (s. oben); p. 109 heisst es: »Si quis in populo apparet habens charisma sanationis vel scientiae vel linguarum, ne super ipsum imponatur manus, cum ipsum opus iam sit manifestum; illis vero exhibeatur honor«; p. 68 f. wird vom Presbyter gesagt, er solle sanftmüthig sein, »ita ut per omnia haec dignus habeatur, cui a deo revelentur, quae utilia sunt quaeque decent, ut dignus quoque sit dono sanationis; p. 45 heisst es im bischöflichen Oblationengebete: »Eos qui sunt in charismatibus revelationum sustine usque in finem, qui sunt in charismate sanationis confirma, qui habent virtutem linguarum robora, qui laborant in verbo doctrinae dirige«. Wir sind, wenn wir von den Kirchenordnungen absehen, die mit der unserigen blutsverwandt sind, sehr schlecht über die Fortdauer der Charismen in der Staatskirche unterrichtet; aber mag nun die in der unserigen gegebene Anordnung obsolet gewesen sein, mag sie, was mir wahrscheinlicher ist, noch immer einem freilich abgeblassten Thatbestand entsprochen haben — in beiden Fällen bleiben die Stellen, chronologisch angesehen, gleich neutral. Nicht anders ist über das Gesetz, die Confessoren betreffend, zu urtheilen (p. 93 f.): »Qui testimonium et confessionem emittit se fuisse in vinculis, in carcere et in tormentis propter nomen dei, manus ei propter hoc non imponatur ad diaconatum neque item ad presbyteratum; habet enim honorem cleri, cum per confessionem a manu dei protectus fuerit. Si in episcopum autem ordinatur, dignus est quoque impositione manus. Si est confessor, qui tamen coram potestatibus in iudicium non fuit vocatus neque vinculis fuit afflictus, sed tantum confessus est fidem, manus impositione dignus fiat; suscipit enim cleri orationem etc.« Das sind Bestimmungen, deren Wurzeln auf das 3. bez. schon auf das 2. Jahrhundert zurückgehen; aber zur Altersbestimmung unserer Schrift sind sie unbrauchbar; denn wollte

sein, p. 21 (»Mysteria mea iis communicantur, qui sunt mei« und p. 65: »Ilic est Christus, qui crucifixus est, per quem, quae ad sinistram pertinebant, evaserunt pertinentia ad dexteram, et quae erant infra, facta sunt velut superiora, et quae erant retro, in antecessu collocata sunt«), s. Texte und Unters. Bd. XIV, 2 S. 94 f. 43 f.; aber nothwendig ist die Annahme nicht. P. 67 heisst es: »Quae neque oculus vidit neque auris audivit neque in cor hominis ascendit, quae paravit diligentibus se, uti Moyses (!) alique sancti homines dixerunt«. Man sieht, der Verfasser kennt den Spruch aus verschiedenen Überlieferungen, was im 5. Jahrhundert nicht auffallend ist. Ähnlich lässt er p. 21 Jesus sagen: »Videte ne detis sancta mea canibus neque projiciatis margaritas ante porcos, uti pluries mandavi vobis«. Er dachte u. A. wohl an die Didache.

Jemand leugnen, dass sie noch im 5. Jahrhundert von praktischer Bedeutung waren, so könnte er doch nicht deshalb unsere Kirchenordnung über dieses Jahrhundert hinaufsetzen. Sie waren auf alle Fälle ein schöner Schmuck der »apostolischen« Gesetzgebung.¹

Schwieriger, als den terminus a quo zu ermitteln, ist die Bestimmung des terminus ad quem aus inneren Gründen und ohne Rücksicht auf die Geschichte der Kirchenordnungen. Ein äusseres, willkommenes Zeugniß besitzen wir (Severus Antioch. saec. VI. init., s. oben), aber es ist nicht ganz sicher. Doch was wir aus inneren Beobachtungen zu ermitteln vermögen, straft jenes Zeugniß keinesfalls Lügen. Es ist oben bemerkt worden, dass unsere Kirchenordnung aus einer Zeit stammt, in welcher die Kirche bereits zur Herrschaft gekommen war und sich ungehindert in der Welt einrichten konnte. Andererseits aber ist der Eindruck nicht minder deutlich, dass sie das Heidenthum noch als eine Macht neben sich hatte. Dieser Eindruck lässt sich nicht durch die Erwägung zurückdrängen, man habe es hier mit einigen obsoleten Bestimmungen zu thun. Der Heirathslustige wird angewiesen, nur eine christliche Frau zu heirathen und zwar eine »christiana ex genere Christianorum«; der Fall, dass Slaven heidnischer Herren Christen werden wollen, wird sehr genau besprochen (»si dominus [scil. der heidnische] veraciter dicat servum velle Christianum fieri ex odio in dominos suos, repellatur talis servus«); solche, die Götzenbilder anfertigen, und »pontifices idolorum« sollen nicht zugelassen werden (p. 113). Sehr bezeichnend ist die Anordnung über »magistri puerorum in scientia profana« (p. 115): »optimum est,« heisst es, »si a munere desistant; quod si non habeant aliud munus, quo lucentur, quae ad vivendum necessariae sunt, indulgentia erga eum habeatur«. Das führt uns mitten in's Leben hinein. Mit dem Erlöschen des Heidenthums im 6. Jahrhundert erhielten solche Anweisungen eine andere Form. Auch die Gesetzgebung in Bezug auf den Soldaten- und den Beamtenstand lässt sich im 6. Jahrhundert nicht leicht unterbringen (p. 115): »Si quis miles vel constitutus in magistratu sit, doceatur non opprimere neque interficere neque diripere neque irasci neque excandescere neque quemquam iniuria afficere sitque contentus stipendiis, quae ipsi dantur. Volentes autem illi in domino baptizari, omnino renuncient militiae vel

¹ Was der Herausgeber sonst noch (p. XLI ff.) an Beweisen für die Abfassung unserer Kirchenordnung im 2. Jahrhundert anführt, ist so wenig begründet, dass ich mich damit nicht aufhalte. — Gegen die Ansetzung im 4. oder gar im 3. Jahrhundert spricht auch, dass die alten Häresieen (aber auch die arianische) für den Verfasser nicht mehr von Bedeutung sind. Er spricht von ihnen überhaupt nicht. Die einzige Stelle (p. 147): »Haec docentes et adimplentes liberabimini, neque improba haeresis praevaleret super vos«, ist eben durch ihre vollkommene Allgemeinheit charakteristisch.

magistratui: secus minime admittantur. Si quis catechumenus aut fidelis vult fieri miles, desistat ab intentu huiusmodi, aliter reprobetur, utpote qui suo consilio deum contempserit et spiritualia posthabens in carne melior evaserit, fidem despiciens«. Diese strengen Bestimmungen sind bereits für das 5. Jahrhundert auffällig, indessen immerhin erträglich, zumal wenn unsere Kirchenordnung nicht aus einer Hauptkirche stammen sollte.

Zusammenfassend werden wir sagen dürfen, dass dieses »Testamentum«, welches Severus am Anfang des 6. Jahrhunderts citirt haben soll, wahrscheinlich dem 5. Jahrhundert angehört. Es ist nicht zu erwarten, dass die Vergleichung der verwandten Kirchenordnungen und der Geschichte der Liturgie dieses Ergebniss umstürzen wird, denn die Anzeichen, welche das genannte Jahrhundert empfehlen, sind zusammen mit dem äusseren Zeugnis hinreichend beweiskräftig.

Es erübrigen noch einige Bemerkungen über die eingelegte Apokalypse und über die Form der Schrift. Dass die Apokalypse (p. 7: »Adpropinquante regno« bis p. 17 »quos et ipse noscit«) nicht von dem Verfasser der Kirchenordnung stammt, sondern ursprünglich eine selbstständige Schrift gewesen ist, bedarf keines Nachweises. Es ist schon auffallend genug, dass eine nüchterne Kirchenordnung durch eine Apokalypse eingeleitet ist; dass sie zu dem Zweck der Einleitung eigens verfasst ist, ist ganz unglücklich. Auch bestehen keine inneren Verbindungsfäden zwischen ihr und dem Hauptkörper des Buches. Dazu kommt, dass sich ein Stück dieser Apokalypse auch im Abendland findet (im Cod. Trevir., s. oben), während von der Kirchenordnung selbst keine Spuren dort nachgewiesen sind.

Die Apokalypse handelt von den Vorzeichen des Antichrists, von seinem Auftreten und von seiner Erscheinung.¹ Der Lateiner bemerkt: »Dexius (= Decius) erit nomen antichristi«. Der Abschreiber saec. VIII. hat diese Worte aus der Überlieferung und behandelt sie wie einen Theil seines Textes; denn erst nach ihnen setzt er »Explicit«. Doch hat die Apokalypse unter dem Antichrist keinen irdischen König verstanden, vielmehr ist es für sie charakteristisch, dass sie vor dem Auftreten des Antichrists² einen irdischen König schildert, der der Vorläufer des Ver-

¹ Der Lateiner hat die Beschreibung des Antichrists den Vorzeichen vorangestellt; die Stellung im Syrer ist die natürlichere.

² Von ihm heisst es (p. 15): »Haec sunt signa eius. caput eius sicut flamma ingens; oculus dexter sanguine mixtus, sinister caesii coloris, duas habens pupillas; eius palpebrae sunt albae. labium eius inferius magnum, femur dexter tenuis (Lat.: »macrum«), et pedes lati (Lat.: »tibie tenues, pedes lati«); maior digitus eius contusus et oblongus. ista est falx desolationis«. Die Schilderung in der Elias-Apokalypse ist ganz anders;

hassten ist. Dieser irdische König aber ist, wie es scheint, wirklich Decius, und die Apokalypse also genau zu datiren. Die Worte nämlich (p. 7 f.): »Surget autem et in occidente rex alienigena, princeps summi doli, atheus, homicida, deceptor, cupidus auri, vaferrimus, pravus, inimicus fidelium et persecutor. Dominabitur et in gentes barbaras et effundet multum sanguinem. Tunc argentum erit contemptibile et in honore habebitur aurum (tantum). Erit in omni civitate et regione direptio et praeda per latrones effundeturque sanguis«, passen auf Decius vor seiner Niederlage¹, zumal wenn man erwägt, dass es gerade Decius gewesen ist, den man nicht sowohl den »Antichristen« als den »metator antichristi« (Lucianus in epp. Cypr. 22, 1) — ganz wie in unserer Apokalypse — genannt hat. Ferner hat die Schilderung der innerkirchlichen Miss- und Nothstände beim Ausbruch der Verfolgung (p. 9 ff.) grosse Ähnlichkeit mit den Schilderungen bei Cyprian (Briefe und De lapsis). Diese Beschreibung schliesst es aus, dass unsere Apokalypse der vordecianischen Zeit angehört²; somit stehen überhaupt nur die Verfolgungszeiten des Decius und des Diocletian (bez. seiner Mitkaiser) in Frage.³ Da nun aber die Schilderung des Kaisers auf Maximinus Daja nicht passt, während die Apokalypse doch, wie sich gleich zeigen wird, aus dem Orient stammt, so ergibt sich auch von hier aus die Richtigkeit der beim Lateiner erhaltenen Überlieferung. Diese kann man nur unter der Voraussetzung erschüttern, dass unsere Apokalypse überhaupt nicht aus einer Verfolgungszeit stammt, sondern, die Anerkennung des Christenthums im Staat bereits voraussetzend, von einer unerwartet hereinbrechenden Verfolgung in rein idealer Schilderung spricht. Ich räume ein, dass diese Deutung nicht unmöglich ist, ja an einigen Wendungen der Prophetie eine Stütze finden kann.⁴ Indessen scheint mir doch die Beziehung auf die Zeit des Decius und auf die novatianische (katharische) Bewegung wahrscheinlicher (vergl. p. 11 f.: »Eveniet et in diebus illis, ut pater meus ex generatione illa congreget iustos animasque puras et fideles, quibus ego apparebo et cum ipsis habitabo illisque immittam mentem agnitionis et veritatis, mentem sanctitatis etc.«; vergl. auch, wie p. 11 gegen die verweltlichten Hirten das novatianische Stichwort »Evan-

nur »dünnbeinig« steht auch dort; ob übrigens diese ganze Beschreibung der Person des Antichrists nicht ein späterer Zusatz ist, ist zu untersuchen.

¹ Das über Silber und Gold Gesagte bleibt uns allerdings in Beziehung auf die Regierung des Decius dunkel.

² Man vergleiche besonders die erschütternden Klagen über die schlechten Hirten, d. h. den verweltlichten und verwilderten Klerus.

³ Die valerianische nicht; denn die Kirche trat in sie gefestigter ein.

⁴ P. 11: »Quamobrem (weil der Klerus so verwildert ist) diffundentur inter gentes incredulitas, odium fraternitatis etc.«; l. c.: »Veniet tempus, quo nonnulli ipsorum me negabunt, excitabunt in terra discidia et confident in rege corruptibili«.

gelium« ausgespielt wird: *quaerentes vanam gloriam, currentes ex adverso contra vias evangelii, recedentes longe a porta angusta*).¹ Lässt sich das Zeitalter der Apokalypse nicht mit Sicherheit, sondern nur mit Wahrscheinlichkeit bestimmen, so können wir doch über das Land, aus welchem sie stammt, nicht zweifeln. Sie ist in Syrien oder in einer Nachbarprovinz Syriens geschrieben; denn p. 13 f. heisst es²:

1. *Ἡ Συρία διαρπασθήσεται καὶ κλαύσεται τοὺς υἱοὺς αὐτῆς· ἡ Κιλικία ἀρεῖ τράχηλον αὐτῆς ἕως ἂν φανῇ ὁ κρίνων αὐτήν· ἀναστήσεται ἐκ τοῦ θρόνου τῆς δόξης αὐτῆς ἡ θυγάτηρ Βάβελ, ἵνα πῆ τὸν κρατῆρα τὸν κερασθέντα αὐτῇ.*
2. *Ἡ Καππαδοκία, Λυκία, Λυκαονία³ κάμψει ᾧτων, ὅτι συναγωγαὶ πολλὰ καθαρευθήσονται ἐν τῇ φθορᾷ τῆς ἀνομίας (τῶν ἀδικημάτων) αὐτῶν· τότε ἀνοιγήσονται αἱ παρεμβολαὶ τῶν βαρβάρων, ἐκπορευθήσεται γὰρ ἄρματα πολλὰ, ὥστε καλύψαι τὴν γῆν⁴ Ἀρμενίας πᾶσαν καὶ Πόντου καὶ Βιθυνίας· τὰ τάγματα⁵ ἐν μαχαίρα πεσεῖται, υἱοὶ καὶ θυγατέρες αἰχμάλωτοι ἔσονται.*
3. *Οἱ ἀπὸ τῆς Λυκαονίας⁶ αἵματι κερασθήσονται, ἡ Πισιδία ἡ ἀλαζονεύουσα καὶ ἐπὶ τῷ πλούτῳ πεποιθῆναι καταβληθήσεται ἐπὶ τὴν γῆν.*
4. *Εἰς τὴν Φοινίκην μάχαιρα εἰσελεύσεται, υἱοὶ γὰρ φθορᾶς εἰσιν· ἡ Ἰουδαία πένθος ἐνδύθήσεται καὶ ἐτοιμασθήσεται εἰς τὴν ἡμέραν ἀπωλείας διὰ τὴν ἀκαθαρσίαν αὐτῆς.*
5. *Τότε τὸ βδέλυγμα τῆς ἐρημώσεως συσταθήσεται· ἡ ἀνατολή ἀνοιγήσεται αὐτῷ καὶ αἱ ὁδοὶ ἀνοιγήσονται αὐτῷ (καταληφθήσονται ὑπ' αὐτοῦ), κτλ.*

Diese Worte lesen sich wie ein Sibyllenorakel; doch kann man das Griechische nicht in Hexameter bringen. Der Horizont des Verfassers reicht von Armenien bis Judäa, westlich bis zum Pontus und

¹ Dass z. Z. der Verfolgung des Decius der Bischof Fabius von Antiochien auf Seite der strengen Partei gestanden hat, ist bekannt.

² Ich gebe hier die Rückübersetzung LAGARDE'S (l. c. p. 83) mit einigen Verbesserungen. Im Cod. Sangerm. hat das Stück eine besondere Überschrift = *Περὶ τῆς ἀπωλείας τῶν κλιμάτων*. — Dass die hier geschilderten Verheerungen die der Gothen z. Z. des Decius sein können, daran erinnert mich Hr. von WILAMOWITZ-MOELLENDORFF. Doch ist es nicht sicher, dass die Gothen vor 263/4 in jene Länder gekommen sind.

³ Lykaonia hier zu tilgen, weil es später noch einmal genannt ist, ist nicht rathsam; denn die folgende parallele Dreizahl (Armenia, Pontus, Bithynia) schützt das Wort.

⁴ Hr. IGNATIUS interpungirt hier stark und fährt dann (nach der LA seiner Codd.) fort: «Per totam Armeniam . . . adolescentes cadent». Aber diese Construction empfiehlt sich nicht.

⁵ LAGARDE schreibt (nach dem Sangerm.) *αἱ νῆσοι*, eigentlich die abgesonderten Länder. Hr. IGNATIUS «adolescentes».

⁶ Hr. IGNATIUS schreibt willkürlich «Fili et filiae Lycaoniae».

nach Lycien. Unter der Tochter Babels ist nicht Rom zu verstehen, sondern entweder das ostsyrische Gebiet (?) oder überhaupt kein bestimmtes Gebiet (es ist apokalyptische Reminiscenz). Das Centrum liegt für den Schriftsteller in dem eigentlichen Syrien, das er auch voran gestellt hat. Hier haben wir ihn zu suchen oder in nächster Nähe dieses Landes. Doch gilt das nur für den Verfasser der Apokalypse; der Verfasser (bez. Redactor) des ganzen Werks kann irgendwo anders im Orient gelebt haben.

Die Anlage des im strengen Sinn pseudoapostolischen Buches sämtlich der eingelegten Apokalypse ist folgende: Die Jünger — sie sprechen in der ersten Person — sind nach der Auferstehung versammelt; bereits ist der Herr ihnen erschienen und von Thomas, Matthäus und Johannes betastet worden¹; aber noch sind sie voll Furcht. Da legt Jesus Jedem von ihnen die Hand auf und befreit sie von der Angst, ihnen zugleich den h. Geist verheissend. Nach einigen Zwischenreden giebt er ihnen denselben, und nun fragen Petrus und Johannes nach den Zeichen der Endzeit. Jesus sagt, er habe ihnen darüber schon früher Einiges mitgeteilt, aber nun werde er sie genauer unterrichten. Es folgt die Apokalypse über die Zeichen des Antichrists. Der Übergang zur Kirchenordnung vollzieht sich — wenig geschickt — so, dass Jesus (p. 17 f.) verheisst, demnächst würden diese Zeichen eintreten, »redeuntis igitur ad ecclesias² recte agite, bene disponentes ordinantesque: omnia operamini in aequitate et sanctitate«. Hierauf bitten Petrus, Johannes, Thomas, Matthäus, Andreas, Mathias³ »und die Übrigen«, der Herr möge sie lehren, »qualis debeat esse ille, qui ecclesiae praestet, et quonam canone ille debeat constituere et ordinare ecclesiam«, damit sie als rechte Heidenapostel wüssten, »quomodo sint mysteria ecclesiae tractanda«. Man erwartet, dass ihnen der Herr nun die Kirchenordnung mittheile; allein noch erfolgt eine Zwischenrede: »Tunc Martha, Maria et Salome, quae

¹ Dies widerstreitet dem evangelischen Bericht; aber nach dem von Hrn. C. SCHMIDT beschriebenen pseudoapostolischen Buch in koptischer Sprache (Sitzungsberichte 1895 S. 705 ff.) betasten Thomas, Petrus und Andreas den Leib des Auferstandenen. Hier liegt also eine gewisse Verwandtschaft vor. Die Sache erklärt sich wohl aus I. Joh. 1, 1: *kai ai χεῖρες ἡμῶν ἐψηλάφησαν.*

² In plumper Weise fällt der Erzähler hier aus der Rolle.

³ Die fünf zuerst Genannten stehen in den Legenden überall im Vordergrund. Mathias ist auffallend. Dass er genannt ist, lässt sich ohne Rücksicht auf die Bücher, die unter seinem Namen umliefen, nicht wohl erklären. Am Schluss des Werks werden von Jesus Johannes, Andreas und Petrus als die Jünger bezeichnet, denen Jesus während seines irdischen Lebens am nächsten gestanden habe. Das widerspricht wiederum der evangelischen Geschichte (da Andreas an die Stelle des Jacobus getreten ist) und kann nur aus der Legende, die Andreas in den Vordergrund schob (s. bereits das MURATORI'sche Fragment), erklärt werden.

nobiscum erant, responderunt dicentes: Sane, domine noster, edoce nos, ut sciamus, quid faciendum sit, ut tibi vivant animae nostrae. Quibus Jesus respondens ait: Volo ut in supplicatione perseverantes semper colatis evangelium meum exhibeatisque vos in exemplum sanctitatis, ad salutem illorum, qui confidunt in me, et ut sitis per omnia imago regni caelorum«. Diese auffallende Digression ist nur verständlich, wenn der Verfasser eine evangelische Schrift kannte, in der die Frauen eine hervorragende Rolle spielten, und wenn es Kreise gab, in denen man, unter Berufung auf jenes Evangelium, den Frauen in der Kirche gewisse Competenzen einräumte. Wir haben Grund zu der Vermuthung, dass dies für das Aegypterevangelium zutrif, und dass man in Aegypten Ansprüche der Frauen auch später noch zurückzuweisen hatte, lehrt die sogenannte aegyptische Kirchenordnung.¹ Unser Verfasser weist ebenfalls die Frauen in ihre Schranken: sie sollen beten und ein heiliges Beispiel vorstellen — sonst nichts. Nun erst giebt Jesus den Aposteln die Kirchenordnung, die sie beobachten sollen; er nennt sie ausdrücklich »testamentum«. Es wird also nichts Geringeres beabsichtigt, als den beiden vorhandenen Testamenten ein drittes, welches einen christlichen Leviticus darstellt, hinzuzufügen. Doch soll dieses Testament mit einem Geheimniss umgeben werden: nur die Zuverlässigen sollen es kennen lernen.²

Am Schluss heisst es: »Postquam locutus est docens nos haec mandans ostenditque sanationes virtutesque multas, sublatus est a nobis relinquens nobis pacem. Hoc testamentum scriptis consignarunt Joannes, Petrus et Matthaeus Hierosolymisque miserunt exemplaria per Dositheum, Sillam, Magnum et Aquilam, quos elegerunt mittendos ad omnes mansiones«. Die Wahl der drei Schriftsteller ist verständlich: es sind die drei apostolischen Evangelisten (Petrus für Marcus); die Versendung des Testaments aus Jerusalem ist Act. 15 nachgebildet;

¹ Von hier ergibt sich eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass unsere Kirchenordnung nach Aegypten gehört.

² Grossartig und von eindrucksvoller Fülle und Kraft ist die eingelegte mystagogische Rede über die Besiegung des Todes durch Christus (p. 59—67); sie gehört zu dem Gewaltigsten, was die christliche Rhetorik der Griechen geschaffen hat; man vergleiche besonders die Rede des Todes und das Gebet, welches dem auferstandenen Christus in den Mund gelegt wird. Dieses Stück stammte nicht vom Verfasser der Kirchenordnung, aber es ist schwerlich älter als das 4. Jahrhundert, obschon es alte erhabene Formeln, namentlich ignatianische (s. z. B. das »passibilem et impassibilem« p. 61), vor Allem aber melitonische (s. Orro, Corpus Apolog. T. IX p. 419 ff.) enthält. Ist es nicht geradezu auf melitonischen Gedanken aufgebaut? Eine mystagogisch-katechetische Rede ist es übrigens von Haus aus gar nicht, sondern ein gewaltiger Hymnus. Man vergleiche das Sterbegebet der Makrina (s. mein Lehrbuch der Dogmengeschichte II² S. 59).

daher erklärt sich auch der Name des Sillus (=Silas). Die Zuordnung der zwei Namen Dositheus und Aquila zeigt eine ganz junge, aller Kenntniss bare, verwilderte Tradition. Hier wird es noch einmal bestätigt, dass unsere Schrift nicht über das 5. Jahrhundert hinaufgesetzt werden darf. Über Magnus ist nichts bekannt.

Dies sind die wichtigsten Beobachtungen, die sich ohne Rücksicht auf den specifisch liturgischen Inhalt der Kirchenordnung und ihr Verhältniss zu den verwandten Schriften erheben lassen. Wieviel Alterthümliches in den liturgischen und disciplinären Anordnungen steckt, ob sich ein älterer Kern herauschälen lässt, durch wie viele Hände diese Kirchenordnung gegangen ist, bevor sie die jetzige Form erhalten hat, und welche Bedeutung der Schrift für das 5. Jahrhundert und die folgenden zukommt — diese wichtigen Fragen stehen nun zur Untersuchung.

Ausgegeben am 7. December.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN

I.

7. DECEMBER 1899.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung. Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 3.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 4.

1. Für die Aufnahme neuer wissenschaftlicher Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41. 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Mitte dieses Umfangs beschränkt. Überschreitung dieser Grenze ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesamtkademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von Einblättern in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf drehbaren Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst bezogen, wenn die Stücke der in dem Text einschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beauftragten Technen die volle erforderliche Auflage angeliefert ist.

§ 5.

1. Der Inhalt der Sitzungsberichte bestimmt wissenschaftliche Mittheilungen, die in Uebereinstimmung mit dem Inhalt des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch

nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesamtkademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besondere Verlangen verschiekt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden, ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehört, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte, jedoch nicht für die darin aufgenommenen kurzen Inhaltsangaben der gehaltenen Abhandlungen verantwortlich. Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.

Die Abhandlungen sind in Sitzungsbücher an deren von Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, mit dem Namen des Verfassers zu verzeichnen, sobald der Mal. wöchentlich:

— Mal. die 1. Hälfte des Monats Mai,

— Mal. die 1. Hälfte des ersten Halbes August,

— Mal. die 1. Hälfte des zweiten Halbes des Jahres nach Fertigstellung des Registers.

7. December. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. WALDEYER.

1. Hr. SCHWENDENER las: »Die SCHUMANN'schen Einwände gegen meine Theorie der Blattstellungen«.

Er führte aus, dass einige dieser Einwände auf blossen Missverständnissen, andere auf ungerechtfertigten Folgerungen und mangelhaften Beobachtungen beruhen. In theoretischer Hinsicht wurden die Vorstellungen SCHUMANN's als unhaltbar bezeichnet.

*2. Hr. ENGELMANN spricht über die Hypothese von MUSKENS zur Erklärung der chronotropen Wirkungen der Herznerven.

L. J. J. MUSKENS hat die Vermuthung ausgesprochen und durch Versuche zu begründen gesucht, dass sämtliche Wirkungen der Nerven auf die Dauer der Herzperioden auf dromotropen, d. h. Änderungen des Reizleitungsvermögens der Herzwand beruhen. Obschon zuzugeben und ja auch schon durch ältere Versuche bewiesen ist, dass Tempoänderungen der Kammer- und Vorkammerpulse ausschliesslich durch Änderungen der Leitung verursacht werden können, giebt es doch viele Fälle, in denen eine primär chronotrope Änderung der automatischen Apparate im Herzen angenommen werden muss. Während lang anhaltenden reflectorischen Herzstillstandes gelingt es hier nach dem Vortragenden, durch künstliche Reizung innerhalb des stillstehenden Sinusgebietes Pulsationen auszulösen, die in normaler Weise, ja selbst mit etwas übernormaler Geschwindigkeit sich über alle Theile des Herzens ausbreiten.

3. Hr. HERTWIG legte vor ein Manuscript des Privatdocenten Dr. RUDOLF KRAUSE (Berlin): »Untersuchungen über den Bau des Central-Nervensystems der Affen«. (Abh.)

Versasser untersuchte den Bau und die Vertheilung der Neuroglia in dem Rückenmark vom Orang, der Meerkatze und vom Spinnenaffen mittelst der von WEIGERT ausgebildeten Neurogliafärbung.

4. Hr. PLANCK legte vor eine Mittheilung des Hrn. Prof. F. PASCHEN in Hannover: »Über die Vertheilung der Energie im Spectrum

* erscheint nicht in den akademischen Schriften.

des schwarzen Körpers bei höheren Temperaturen«. (Ersch.
später.)

In Fortsetzung seiner früheren Untersuchungen hat der Verfasser die Energiestrahlung des schwarzen Körpers, welcher auf zwei verschiedene Arten verwirklicht wurde, zwischen den Temperaturen 400° C. und 1300° C. durch das ganze Spectrum hindurch bolometrisch gemessen. Entsprechend den früheren Resultaten wurde das WIEN'sche Strahlungsgesetz bis auf Abweichungen, die im Wesentlichen von der unvollkommenen Realisirbarkeit des schwarzen Körpers herrühren dürften, bestätigt gefunden.

Die Schumann'schen Einwände gegen meine Theorie der Blattstellungen.

Von S. SCHWENDENER.

1. Einleitung.

Im zweiten Heft seiner morphologischen Studien¹ widmet K. SCHUMANN meiner Blattstellungstheorie eine ausführliche Besprechung, deren Endergebniss er selbst in den Satz zusammenfasst (S. 312): »Von der mechanischen Blattstellungstheorie bleibt also nur der zweite Theil übrig, welcher sich mit der Anreihung von Neubildungen an den Vegetationskegel und der dadurch bedingten Stellung an den Axen beschäftigt«. Es könnte nun freilich zweifelhaft erscheinen, was nach dieser unbestimmten Definition zum zweiten Theil zu rechnen sei; allein aus dem Zusammenhange geht hervor, dass damit die Lehre von den Stellungsänderungen durch allmähliche Grössenabnahme der Organe gemeint ist.

Der erste Theil dagegen, welcher die Dachstuhlverschiebungen behandelt, ist nach SCHUMANN als widerlegt zu betrachten. Divergenzänderungen in Folge von Wachstumsvorgängen kommen nach seiner Darstellung überhaupt gar nicht vor.

In dieser ungleichen Beurtheilung der beiden Theile liegt nun aber, wie ich weiterhin näher darlegen werde, eine so handgreifliche Inconsequenz, dass man sich verwundert fragen muss, ob die kritische Methode, die zu solchen Ergebnissen führt, noch ernste Beachtung verdiene. Die beiden Theile der Blattstellungstheorie hängen nämlich so innig zusammen, dass man unmöglich den einen verwerfen und den anderen gutheissen kann. Entweder sind beide richtig oder beide falsch.

In geometrischen und allgemein theoretischen Fragen fördert überhaupt SCHUMANN Anschauungen zu Tage, die einem völlig unklaren, ich möchte sagen mystischen Vorstellungskreise entstammen. Er ist z. B. der Meinung (S. 312), dass die Zahlen der Hauptreihe »nur an einer gewissen Classe von Körpern auftreten müssen, welche die Gestalt eines Rotationskörpers etwa von der Form eines Umdrehungs-

¹ K. SCHUMANN, Morphologische Studien, Heft II, 1899.

paraboloids oder Kegels haben. Die Besetzungskörper müssen die Eigenthümlichkeit aufweisen, dass sie durch Verminderung der Höhe zur Ebene werden und dass sie, wenn die Höhe negativ wird, in Hohlkörper übergehen. Diese Eigenschaft kommt dem Cylinder, welchen SCHWENDENER ausnahmslos in Frage zieht, nicht zu; ausserdem hat derselbe nicht die besondere Eigenschaft, dass auf ihm nur Systeme aus zwei Zeilenzahlen nach der Hauptreihe auftreten müssen, wenn sie auch vorkommen können«. Was soll man zu dieser bodenlosen Geometrie der Blattstellungen sagen?

Es ist ferner charakteristisch, aber mit Rücksicht auf die eben erwähnten Anschauungen nur consequent, wenn SCHUMANN das eigentliche Blattstellungsproblem darin erblickt, die richtige Form der Tragaxe zu ermitteln, und die Lösung desselben dem Mathematiker zuweist (S. 309). »Er wird dieses Problem der Blattstellung als das eines unter bestimmten bekannten Bedingungen im Raume wandernden Punktes zu lösen versuchen müssen und aus der erhaltenen Curve eine Gleichung für eine Classe von Körpern ableiten, in deren Mantel diese Curve läuft.« Warten wir ab, ob irgend ein mit Spiralstellungen einigermaassen vertrauter Mathematiker geneigt sein wird, eine so unfruchtbare Aufgabe in Angriff zu nehmen. Es wäre nicht ohne Interesse, die Bedingungen kennen zu lernen, welche er dem »wandernden Punkte« vorzuschreiben für nöthig erachtet.

Zur Beleuchtung der gegenwärtigen Sachlage mag indess hier noch die Bemerkung gestattet sein, dass SCHUMANN in seiner Arbeit nirgends auch nur den Versuch macht, die erwähnten geometrischen Thesen und Perspektiven zu begründen. Der Leser sucht vergeblich nach einer Aufklärung über die Frage, aus welcher Quelle der Autor geschöpft oder auf welchen Grundlagen er seine Ansichten aufgebaut hat.

Mit den vorstehenden Citaten sind übrigens die eigenartigen Annahmen und Gesichtspunkte, welche den Gedankengang SCHUMANN's beeinflussen, keineswegs erschöpft. Es wäre noch Verschiedenes nachzutragen. Um indess der Einzelbesprechung der wichtigeren Einwände nicht vorzugreifen, beschränke ich mich hier auf das Gesagte.

Ich füge nur noch hinzu, dass meine Gegenbemerkungen im Folgenden nach den Capiteln der SCHUMANN'schen Kritik geordnet und dass auch die Überschriften unverändert beibehalten sind.

2. Beobachtungen über Verschiebungen an wachsenden Pflanzensprossen.

Dieses Capitel der SCHUMANN'schen Abhandlung ist, wie der Autor selbst bekennet, unter dem Eindruck entstanden, dass meine Blattstellungstheorie »jener breiten Grundlage eines vollkommen einwurfs-

freien Beobachtungsmaterials, welches nur auf dem Wege genau ausgeführter Messungen zu gewinnen ist, entbehrte. Die erste und wichtigste Aufgabe SCHWENDENER'S wäre es vor dem Aufbau seiner Theorie gewesen, jene Verschiebungen, die er als vorhanden voraussetzte, an einer Reihe von Organsystemen reell und objectiv nachzuweisen.

Diese Worte sind mir Beweis genug, dass SCHUMANN sowohl die gegebene Sachlage als auch die Natur der gestellten Aufgabe durchaus unrichtig beurtheilt. Es war in den siebziger Jahren eine allbekannte Thatsache, dass die Blattdivergenzen an gestauchten Organsystemen sich dem Grenzwert der betreffenden Reihe, oft bis auf wenige Minuten, nähern; aber eine Erklärung dieser Erscheinung hat erst HOFMEISTER zu geben versucht, und da dieser Versuch nicht befriedigte, schien es mir angezeigt, die Aufgabe in meiner Weise in Angriff zu nehmen. Mir kam es vor Allem darauf an, eine solide mathematische Grundlage zu gewinnen, und hierzu waren ganz andere Hilfsmittel erforderlich als blossе Beobachtungen.

Wie wenig die Beobachtungen allein unsere Einsicht zu fördern geeignet sind, dafür liefern gerade die SCHUMANN'SCHEN Messungen ein recht instructives Beispiel. Was dabei herauskam, lässt sich kurz dahin zusammenfassen, dass der Autor 1. meinen eigenen Beobachtungen, die ich nach wie vor für richtig halte, in wichtigen Punkten widerspricht, 2. Dinge bestreitet, die mathematisch absolut feststehen und durch Messungen weder bewiesen noch widerlegt werden können. Irgend ein positives Ergebniss liegt nicht vor.

Da ich weiterhin nochmals auf diese Frage zu sprechen komme, so mögen die vorstehenden Andeutungen an dieser Stelle genügen. Es soll im Folgenden, der Überschrift gemäss, in erster Linie von Beobachtungen die Rede sein, aber allerdings nicht bloss von denjenigen meines Opponenten.

SCHUMANN findet meine Beobachtungen mangelhaft, nicht beweiskräftig genug. Ich bekenne ganz offen, dass ich ungefähr ebenso von den seinigen denke. Seitdem ich gesehen, dass die von ihm angewandten Messmethoden nicht einmal ausreichten, die zweifellosen Divergenzänderungen bei *Pandanus* und *Cyperus* zu constatiren¹, ist

¹ SCHUMANN KOMMT IM II. HEFT SEINER MORPHOLOGISCHEN STUDIEN, S. 228, AUCH AUF UNSERE CONTROVERSE BEZÜGLICH DER DIVERGENZÄNDERUNGEN BEI *Pandanus* UND *Cyperus* ZURÜCK. HIERAUF AUSFÜHRLICH ZU ERWIDERN, HÄTTE INDESS KEINEN ZWECK; ICH BESCHRÄNKE MICH AUF EINIGE BEMERKUNGEN IN BETREFF DER VON SCHUMANN NEUERDINGS ERHOBENEN EINWÄNDE.

1. DIE EPIDERMISZELLEN DES STAMMES KÖNNEN IN DEM STADIUM, IN WELCHEM DIE TORSION ERFOLGT, KEINE LÄNGSREIHEN BILDEN, WEIL DIE BLATTBASEN SICH NOCH UNMITTLBAR BERÜHREN, INTERNODIEN ALSO GAR NICHT VORHANDEN SIND. AN EINE SCHIEFSTELLUNG VON URSPRÜNGLICH »GERADEN ANREIHUNGEN« IST DESHALB NICHT ZU DENKEN.

mein Vertrauen in seine Winkelbestimmungen erschüttert. Ich halte mich deshalb an meine eigenen Beobachtungen.

Bezüglich der speciellen Einwände gegen bestimmte Angaben muss ich vor Allem bemerken, dass die über Coniferen gemachten Mittheilungen SCHUMANN's in der Hauptsache durch Missverständnisse veranlasst sind. Ich habe auf S. 26 und 27 meiner »Blattstellungen« die Verschiebungen dargelegt, welche an den Laubknospen von *Abies Pinsapo* unter der Voraussetzung eintreten müssten, dass während der Entfaltung »der Querschnitt der Blätter genau kreisförmig sei und bleibe«. Diese Bedingung wird auf S. 41 ausdrücklich wiederholt, mit dem Hinzufügen, dass die berechneten Oscillationen in Wirklichkeit nicht vorkommen, und in der Erklärung von Taf. XVII, wo die fraglichen Verschiebungen graphisch dargestellt sind, wird auf die kreisförmige Querschnittsform der Organe nochmals hingewiesen. Wenn mein Opponent trotzdem seine Beobachtungen gegen meine Berechnungen in's Feld führt, so bin ich für dieses Missverständniss nicht verantwortlich.

Übrigens ergaben die SCHUMANN'schen Beobachtungen an Coniferenknospen sammt und sonders — die eben erwähnten an *Abies Pinsapo* nicht ausgenommen — immer dasselbe Resultat, nämlich eine vollkommene Übereinstimmung der Divergenzen in allen Stadien der Entwicklung. Seitliche Verschiebungen sollen gar nicht stattfinden. So bei *Pinus Pinaster*, *P. Laricio*, *Abies Webbiana*, *A. Veitchii* u. a.

Als Gegenstück zu diesen Messungen stelle ich im Folgenden einige meiner noch nicht veröffentlichten Beobachtungen über die Divergenzen der Knospe und die des ausgewachsenen Zweiges zusammen. Es er-

2. Für mich ist der »Kernpunkt der Frage, nämlich die Festsetzung der ursprünglichen Divergenz an der Axe« vollständig erledigt und zwar durch Beobachtung gelungener Querschnitte durch den Sprossscheitel. Es ist nicht richtig, dass an solchen Schnitten die Insertionen der inneren Blätter »beträchtlich« tiefer liegen als die Schnittebene. Sie liegen in Wirklichkeit zwischen der oberen und unteren Schnittfläche des Praeparats: es handelt sich also nur um eine Niveaudifferenz, welche im Maximum auf etwa 1^{mm} zu veranschlagen ist. Seitliche Verschiebungen der Blattspreiten sind unter solchen Umständen ausgeschlossen.

3. Warum die von mir angenommenen Kräfte nicht ausreichen sollen, die junge Stammaxe von *Pandanus* zu tordiren, vermag ich nicht einzusehen; es sind ja Wachsthumskräfte, von denen wir wissen, dass sie ansehnliche Widerstände zu überwinden im Stande sind. Übrigens genügt hier die Thatsache der Torsion und daneben der Hinweis auf zahlreiche ähnliche Drehungen, die allgemein bekannt und anerkannt sind. Ich erinnere nur an die Resupination und an die durch besondere Umstände veranlasseten Orientierungstorsionen der Blüthen, ferner an die antidrome Torsion windender Stengel, an die Torsionen der Blattstiele und Internodien bei schräg oder horizontal gestellten Pflanzen mit gekreuzten Blattpaaren, u. s. w. In all' diesen Fällen sind natürlich Widerstände vorhanden, welche von den drehenden Kräften überwunden werden müssen.

giebt sich daraus, dass die Annäherung an den Grenzwert in der Knospe immer einen merklich höheren Grad erreicht als am gestreckten Spross.

1. *Picea Engelmanni*. Junge Blattanlagen der Terminalknospe in linksläufiger Spirale mit der Divergenz $\frac{21}{55} = 137^\circ 27'$ (Fig. 1). Nadeln am diesjährigen Trieb unterhalb der Endknospe gleichfalls in linkswendiger Spirale, aber mit der Divergenz $\frac{8}{21} = 137^\circ 9'$.

Fig. 1.

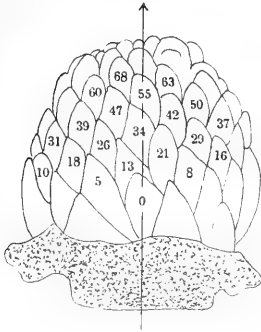


Fig. 2.

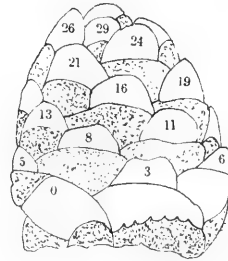


Fig. 3.

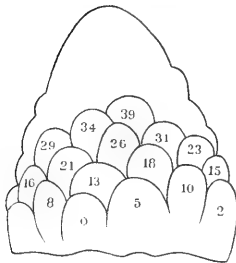
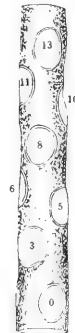


Fig. 4.



2. *Pinus Peuce*. Kurztriebknospen am Sprossspitze in rechtsläufiger Spirale mit einer zwischen $\frac{8}{21}$ und $\frac{13}{34}$ liegenden Divergenz, die sich hiernach auf etwa $137^\circ 24'$ berechnet, also nur um $6'$ vom Grenzwert abweicht. Kurztriebe am diesjährigen Langtrieb unterhalb der Terminalknospe gleichfalls in rechtsläufiger Spirale, aber mit der Divergenz $\frac{5}{13} = 138^\circ 28'$, welche nahezu um 1° über den Grenzwert hinausgeht.

3. *Pinus Peuce*. Schuppenblätter und Kurztriebanlagen am Sprossspitze (Fig. 2) in linksläufiger Spirale mit der Divergenz $\frac{8}{21} = 137^\circ 9'$. Kurztriebe am diesjährigen Langtrieb unterhalb der Terminalknospe gleichfalls in linksläufiger Spirale, aber mit der Divergenz $\frac{5}{13} = 138^\circ 28'$.

4. *Pinus sylvestris*. Schuppenblätter und Kurztriebanlagen in der Terminalknospe in rechtsläufiger Spirale mit der Divergenz $21/55 = 137^\circ 27'$. Kurztriebe am einjährigen Langtrieb unterhalb der Terminalknospe gleichfalls in rechtsläufiger Spirale, aber mit der Divergenz $5/13 = 138^\circ 28'$.

5. *Abies Pinsapo*. Blattanlagen am Sprossscheitel (September) in rechtsläufiger Spirale mit der Divergenz $13/34 = 137^\circ 39'$ (Fig. 3, übereinstimmend mit der Terminalknospe Taf. IV, Fig. 22 meiner »Blattstellungen«). Blattnarben am zugehörigen Trieb unterhalb der Spitze (Fig. 4) nach $5/13 = 138^\circ 28'$, gleichfalls in rechtsläufiger Spirale.

Soweit die vorstehenden Angaben das Knospenstadium betreffen, stützen sie sich auf Zeichnungen, welche mit der Camera aufgenommen wurden. Das ist nach meinen Erfahrungen das zuverlässigste Mittel, kleine Divergenzänderungen nachzuweisen. Von Täuschungen kann hier nicht wohl die Rede sein.

Die Messungen an Compositenköpfchen betreffend (S. 256), so habe ich nicht nöthig, näher darauf einzugehen, weil die meisten der von SCHUMANN ausgewählten Objecte in Bezug auf die gestellte Frage offenbar nicht vergleichbar sind. Hierüber lagen mir schon bei Abfassung der »Blattstellungen« ausreichende Beobachtungen vor, um alle Zweifel zu beseitigen. Ich sah ein, dass meine eigenen Bemühungen bei ähnlicher Auswahl der Köpfe zu keinem Ziele führen. Es war deshalb mein Bestreben, die in der Nichtvergleichbarkeit der Objecte liegende Fehlerquelle zu eliminiren. Dies geschah in folgender Weise.

Nachdem ich eine Reihe von Aufnahmen junger *Helianthus*-Köpfe, sowohl endständiger wie seitenständiger, gemacht und mich endlich überzeugt hatte, dass die untersuchten Jugendstadien in Bezug auf die Zahl der Contactlinien nicht übereinstimmen, liess ich im folgenden Jahre ein kleines, gut vorbereitetes Stück Land mit Sonnenrosen bepflanzen und prüfte dann die Terminalköpfe, sobald sie angelegt waren, auf ihre Vergleichbarkeit. Hierbei ergab sich, dass von fünf Köpfen mindestens vier für die Contactlinien randständiger Blüten dieselben Zahlenverhältnisse darbieten, und ebenso erwiesen sich die späteren Stadien mit ungefähr gleichem Procentsatz als vergleichbar.

Die Bedenken, welchen SCHUMANN auf S. 257 und 259 Ausdruck giebt, beruhen hiernach auf unzutreffenden Voraussetzungen. Demzufolge kann ich auch die Bemerkung meines Opponenten (S. 261), dass er »mit einem viel umfangreicheren und mit einem sorgfältiger gesichteten Beobachtungsmaterial« operirt habe als ich, namentlich in Betreff der sorgfältigeren Sichtung, nicht als begründet anerkennen.

Übrigens gedenke ich meine Beobachtungen an *Helianthus* mit Rücksicht auf das Interesse, welches die fraglichen Verschiebungen be-

ansprechen dürfen, im nächsten Jahre zu wiederholen, um volle Gewissheit darüber zu erlangen, ob trotz der Anwendung eines, wie ich glaube, vorsichtigen Verfahrens vielleicht doch noch eine Täuschung stattgefunden haben könnte. Einstweilen halte ich das für unwahrscheinlich.

Aber selbst angenommen, ich sei getäuscht worden, so könnte hieraus bloss gefolgert werden, dass die Sonnenblume zu den Organ-systemen gehört, bei denen während der Entfaltung keine oder nur sehr geringfügige Dachstuhlverschiebungen stattfinden, wo also bloss die relative Grössenabnahme der Organe die Annäherung der Divergenzen an den Grenzwert bedingt. Sie würde sich alsdann verhalten wie die Fichtenzapfen, die *Dipsacus*-Köpfe und viele andere Systeme. Es läge in diesem Falle ganz einfach ein Beobachtungsfehler vor. Allein für die Theorie der Dachstuhlverschiebungen, die in streng mathematischer Weise aufgebaut ist, fallen Beobachtungen überhaupt nicht in's Gewicht, da sie mit der Beweisführung in keinem Zusammenhang stehen, sondern nur Beispiele für bestimmte Fälle liefern können.

Die weiteren Mittheilungen SCHUMANN'S, welche sich auf die Contactverhältnisse der jugendlichen Organe beziehen und im Wesentlichen die Angaben RACIBORSKI'S bestätigen, übergehe ich hier, da eine Veranlassung, auf die wiederholt erörterte Contactfrage zurückzukommen, nicht vorliegt. Ich verweise in diesem Betreff auf meine Mittheilung in den Sitzungsberichten der Akademie vom Jahre 1895, S. 645.¹

3. Prüfung der Praemissen der SCHWENDENER'Schen Dachstuhltheorie.

Man erwarte nicht, dass der Inhalt des Folgenden vorstehender Überschrift entspreche. Diese ist im Gegentheil ganz unzutreffend. Mein Opponent äussert sich zwar in diesem Capitel über mancherlei Dinge, aber nicht über die Praemissen der Dachstuhltheorie. In meiner Erwiderung folge ich dessenungeachtet seinem Gedankengange.

SCHUMANN bezeichnet meinen ersten einleitenden Satz: »dass im Laufe der Entwicklung eines Stammorgans und seiner seitlichen Sprossungen Verschiebungen stattfinden müssen« als Praemisse, was gänzlich ungerechtfertigt ist. In diesem Satze habe ich einfach meine Ansicht ausgesprochen, die ich schon vor Beginn der einschlägigen Untersuchungen für begründet erachtete, und diese vorläufige Ansicht war bloss eines der Motive, die mir Veranlassung gaben, die fraglichen Verschiebungen näher zu erforschen. Dabei ging ich zunächst von der

¹ Gesammelte bot. Mitth. Bd. I, S. 184.

Voraussetzung aus, die Querschnittsform der Organe sei kreisförmig und ihre Anordnung auf der cylindrisch gedachten Stammoberfläche entspreche einem regelmässigen Spiralsystem. Das war meine erste Praemisse. Und damit war auch der Dachstuhl mit ungleich geneigten Sparren gegeben.

Die Untersuchung der Veränderungen, die ein solcher Dachstuhl erfährt, ergab sodann, dass der Giebel desselben bei Vergrösserung des Umfanges sich in schiefer Richtung senkt, dass im weiteren Verlaufe des Breitenwachstums immer höher bezifferte Contactzeilen als Dachstuhlsparren fungiren u. s. w. Die Organe beschreiben hierbei eine Zickzacklinie; ihre Divergenzen nähern sich mehr und mehr dem Grenzwert.

Von all' diesen Verschiebungen will nun aber SCHUMANN nichts wissen. Ob die Blätter sich in gewissen Richtungen berühren oder nicht berühren, ist ihm vollkommen gleichgültig (S. 272); das Dickenwachsthum bedingt ja doch bloss Dehnung in der Querrichtung, wobei z. B. kreisförmige Blattnarben eine quer-elliptische Form erhalten, aber ohne Divergenzänderung — das ist Alles.

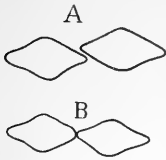
Es wird auch Niemand bezweifeln, dass solche Formänderungen häufig genug vorkommen, selbst bei Flechten, welche auf Baumrinden vegetiren und passiv mitwachsen. Wer kennt nicht einschlägige Beispiele? Aber mit dem Dachstuhlproblem stehen diese Vorkommnisse in keinem Zusammenhang.

Weiterhin bestreitet SCHUMANN die Richtigkeit meiner Angabe, »dass die Fruchtschuppen von *Pinus Pinaster* an einjährigen Zapfen unregelmässige Rhomben bilden, deren spitze Winkel quer orientirt sind«. Was ich als Fruchtschuppen bezeichne, seien ja nur die Apophysen derselben; die Fruchtschuppen stellen ganz andere Gestalten dar (S. 273). Nun sind aber die Apophysen bekanntlich die Enden der Fruchtschuppen, und gerade diese Enden, die ein geschlossenes Netz von Polygonen bilden, schienen mir sehr geeignete Vergleichsobjecte zu sein. Andere Male habe ich die Basalpartien seitlicher Organe zur Vergleichung ausgewählt, weil sich die Enden als ungeeignet erwiesen. Ich wüsste nicht, warum ein solches Verfahren fehlerhaft sein soll.

Auf die fernere Bemerkung (S. 273), »dass die Apophysenrhomben an den erwachsenen Zapfen auf der Dreier-Zeile niemals in Linien zusammenstossen, welche auf der Makrodiagonale senkrecht stehen, diese sind vielmehr stets schief«, woraus dann geschlossen wird, dass die Abstumpfungen nicht durch Druck entstanden sein können, habe ich bloss zu erwidern, dass sie in dieser allgemeinen Fassung unzutreffend ist. Wenn die scharfen Kanten der Rhomben auf einander stossen, geschieht dies meistens in der Art, dass die Kantenlinien

nicht genau zusammenfallen; vielmehr kommt die eine Kante in der Regel neben die andere zu liegen und schiebt sich an ihr vorbei (Fig. 5A). Dann steht die Abstumpfungsläche mehr oder weniger schief zur Verbindungslinie der Rhombencentren. Daneben ist aber die rechtwinkelige Schneidung (Fig. 5B) ebenfalls vertreten. Im

Fig. 5.



einen wie im anderen Falle ist natürlich die Abstumpfung eine Wirkung des gegenseitigen Druckes. Nur dadurch wird es erklärlich, dass die verschiedenen Polygone, Fünfecke, Sechsecke u. s. w. mit ungleichen Seiten und Winkeln sich stets lückenlos an einander anschliessen.

Als Belege zu Gunsten der angefochtenen Druckwirkungen hatte ich auch die Neigung der Staubgefässe in den Kätzchen von *Pinus*, *Abies* u. s. w. angeführt. »Dieselben stehen« — so heisst es an der betreffenden Stelle — »nur in der Mitte rechtwinkelig zur Längsaxe, nach der Spitze zu erscheinen sie mehr oder weniger aufgerichtet, zunächst der Basis zurückgeschlagen. In jugendlichem Zustande ist dieses Verhalten der Organe nicht einmal angedeutet, es kommt erst im Laufe der Entwicklung zu Stande.« Das soll nun nach SCHUMANN mit den Thatsachen in Widerspruch stehen; er behauptet (S. 274): »Das Arrangement der Staubgefässe in der männlichen *Pinus*-Blüthe bleibt von Anfang an das nämliche«.

So geht es fort. Meine Angaben, oft auch ganz nebensächliche, werden Schritt für Schritt angezweifelt oder geradezu für unrichtig erklärt. Die Divergenzänderungen, die ich nach wiederholter Untersuchung bei *Pandanus* und *Cyperus* — nach meiner Überzeugung mit absoluter Sicherheit — festgestellt habe, existiren für SCHUMANN nicht; ebenso wenig lassen sich Torsionen der Stammorgane constatiren, und was die von mir angenommenen Druckwirkungen betrifft, so würden sie wohl, wenn sie überhaupt vorhanden wären, eher eine Zerquetschung als eine Stellungsänderung der Organe herbeiführen. Verschiebungen nach rechts oder links hält SCHUMANN für ausgeschlossen.

Gegenüber dieser allgemeinen Negation der von mir erwähnten Beobachtungsthatfachen glaube ich darauf verzichten zu dürfen, bereits Gesagtes zu wiederholen oder näher zu begründen. Mein Opponent lässt sich offenbar nicht belehren, und ich selbst halte meine Angaben nach nochmaliger Durchsicht der bezüglichen Notizen und Abbildungen für wohlbegründet. Wer sich also für die eine oder andere Frage interessirt, muss sich unter diesen Umständen entschliessen, dieselbe nachzuuntersuchen. Dann wird es sich mit der Zeit zeigen, wer richtiger beobachtet hat.

Zur Vervollständigung meiner Gegenbemerkungen mögen hier nachträglich noch die Experimente berührt werden, durch welche SCHUMANN das Nichtvorhandensein eines Druckes nachzuweisen versuchte (S. 275). Er hat »zu diesem Zwecke alle Entwicklungsstadien der Sonnenrosenköpfchen genau unter dem einfachen und zusammengesetzten Mikroskop geprüft. In ihnen ist ein Indicator an die Hand gegeben, welcher auf die Frage eine Antwort geben muss: das Spreublättchen. Sind die Drucke wirklich da, so muss sich an wachsenden oder ausgewachsenen Köpfchen eine Bewegung in diesen zeigen, falls ich ein Blättchen oder mehrere, oder später ein Früchtchen oder mehrere aus dem Verbande heraushebe«. Eine solche Bewegung trat nun aber nicht ein, die Organe standen »fest wie die Mauern«.

SCHUMANN scheint sich hiernach vorzustellen, dass wachsende Organe einem vorhandenen Drucke bloss elastisch nachgeben und, sobald der Druck aufhört, nach Art eines Gummiballes zurückschnellen. Das ist aber von vorn herein nicht zu erwarten. Wachsende Organe lassen sich eher mit plastischem Thon als mit elastischem Gummi vergleichen. Irgend eine Beweiskraft kann deshalb dem SCHUMANN'schen Versuche nicht zugestanden werden.

Ebenso wenig finde ich die Bedenken begründet, welche SCHUMANN aus seinen Zerquetschungsversuchen herleitet (S. 277). Er meint, ich hätte mir doch die Frage vorlegen müssen, welche Drucke junge Organe überhaupt auszuhalten vermögen, »bis sie der Zerquetschung anheimfallen«. Nach seinen Beobachtungen wurde z. B. eine Blütenknospe von *Dicentra spectabilis*, welche $0^{\text{mm}}2$ lang war, durch ein Gewicht von 5^{gr} zerquetscht.

Ich gestehe, dass mir derartige Versuche in der vorliegenden Frage ganz überflüssig erscheinen. Wir haben es ja nur mit Druckwirkungen zu thun, die keine Zerquetschungen verursachen. Und dass solche in Pflanzengeweben vielfach vorkommen, kann doch nicht bezweifelt werden. Wir sehen z. B., dass die Chlorophyllkörner sich nicht selten gegenseitig drücken und in Folge dessen polygonale Formen annehmen, dabei aber unbeschädigt bleiben. Ebenso wird der Nucleus durch den Turgordruck des Inhaltes der Zellwand angepresst, und auch die Gewebe, sofern sie turgescient sind, stehen unter dem Einfluss dieses Druckes. Die Rinde drückt auf den Cambiumring, der Gefäßbündelkreis auf das jugendliche Mark u. s. w. Überall herrscht Druck, aber Quetschungen finden nicht statt. Es liegt also auch kein Grund vor, für die Organe der Blatt- und Blütenknospen andere Druckwirkungen anzunehmen.

SCHUMANN wendet sich endlich mit geometrischen Erwägungen gegen meine Darstellung der Verschiebungsvorgänge (S. 279). Er ist

der Meinung, es sei sowohl die Transformation des »Vegetationskegels« in einen Cylinder als auch die Betrachtung der Verschiebungen auf der abgerollten Cylinderfläche unzulässig, und sucht diese Ansicht durch Erörterungen über Kegelflächen, Spirallinien u. s. w. näher zu begründen. Diese Erörterungen in den Einzelheiten zu beleuchten, hätte indess keinen Zweck, weil die ganze Kritik von Vorstellungen ausgeht, welche beim Dachstuhlproblem nicht zutreffen, und ausserdem auf Dinge Gewicht legt, die gar nicht in Frage kommen.

Das Dachstuhlproblem ist ein mechanisches Problem von allgemeinerer Bedeutung, das sich keineswegs nur auf pflanzliche Organ-systeme bezieht und folglich auch nicht mit specieller Berücksichtigung der äusseren Gestalt solcher Systeme formulirt zu werden braucht. Mir kam es vor Allem darauf an, die Praemissen möglichst einfach zu wählen, um die geometrische und rechnerische Behandlung des Problems nicht unnöthigerweise zu erschweren. Demgemäss setzte ich ein cylindrisches System kreisförmiger Organe voraus, welche nach Divergenzen der Hauptreihe angeordnet waren und auf der Dreier- und Fünfer-Zeile sich berührten. Das waren meine Praemissen (vergl. Taf. I der »Blattstellungen«).

Es gehört nun gerade keine besondere mathematische Bildung dazu, um einzusehen, dass es für die Veranschaulichung der verschiedenen Stellungen, die bei kreisförmigen Organen möglich sind, vollkommen gleichgültig ist, ob man die Kreise auf wirkliche oder auf abgerollte Cylinderflächen zeichne oder allenfalls durch körperliche Gebilde veranschauliche. Das Resultat ist immer dasselbe: wenn das System allmählich an Umfang zunimmt, müssen die Organe sich senken; sie erfahren hierbei Divergenzänderungen und beschreiben eine Zickzacklinie, die sich für ein beliebiges Organ der dem Grenzwert entsprechenden Longitudinalen mehr und mehr nähert.

Denkt man sich die Kreise wachsend, so kann unter Umständen die Senkung in eine Hebung übergehen; die seitlichen Verschiebungen aber bleiben unverändert.

Von den starren Kreisen bin ich dann zur elliptischen Querschnittsform, zuletzt zu plastischen Organen übergegangen, welche letzteren stets nach drei Richtungen Contactlinien bilden. Hier war also ein Dachstuhl mit drei Sparren gegeben. Die Untersuchungen, die sich auf diesen besonderen Fall bezogen, ergaben aber bei vorwiegender Vergrösserung des Umfanges wiederum eine allmähliche Annäherung der Divergenzen an den Grenzwert, dabei aber allerdings kleinere, unbestimmbare Oscillationen nach rechts und links.

Das Dachstuhlproblem war damit in der Hauptsache gelöst. Es erübrigte jetzt bloss noch zu zeigen, dass auch die langsame Grössen-

abnahme der Organe zu übereinstimmenden Stellungsänderungen führen muss. Das war eine verhältnissmässig leichte Aufgabe, deren Lösung sich gegenwärtig aus Fig. 2 meiner »Ges. bot. Mittheilungen«, Bd. I, S. 202, ohne Weiteres ergibt. Mich hat seiner Zeit die Erwägung geleitet, dass mit dem Verhältniss des Organdurchmessers zum Umfang des Systems die Grösse der Divergenz für jede beliebige Reihe gegeben ist.

SCHUMANN verkennt die Bedeutung meiner Dachstuhltheorie und die Art der Begründung vollständig, wenn er meint, dieselbe durch die im Vorstehenden erwähnten Einwände widerlegt oder auch nur empfindlich getroffen zu haben. Er lässt die Kernpunkte der Theorie gänzlich unberührt und ist offenbar über die wirklichen Praemissen derselben vollkommen im Unklaren. Denn auch die Druckwirkungen, deren Vorhandensein ich allerdings annehme, gehören nicht zu den Praemissen. Die plastischen Organe mögen sich in dieser Beziehung activ oder passiv verhalten, gegeben bleibt doch immer ein Organsystem, dessen Glieder sich dauernd und lückenlos nach drei Richtungen berühren, also ein Dachstuhl mit drei Sparren. Ein solcher Dachstuhl erfährt auch ohne sichtbare Druckwirkungen die bekannten Veränderungen und Sparrenwechsel, sobald die Dickenzunahme des Systems vorwiegt.

Ebenso ist es, wie bereits oben betont wurde, eine durchaus irrthümliche Annahme, dass ich das Dachstuhlproblem durch Beobachtungen an *Helianthus*-Köpfen oder beliebigen anderen Organsystemen zu lösen gesucht habe. Solche Probleme können überhaupt nicht durch Beobachtungen, sondern nur durch geometrische und mechanische Erwägungen gelöst werden. Und so ist auch meine Lösung eine Gedankenarbeit, bei der wohl mancherlei Constructionen und Modelle, aber keine entwicklungsgeschichtlichen Beobachtungen als Hilfsmittel dienten.

Wenn ich gleichwohl nachträglich eine grössere Anzahl von Laubknospen und Blütenständen untersucht habe, so geschah es zunächst, um die Stellungsverhältnisse der Jugendzustände mit älteren Stadien vergleichen und die vorkommenden Unterschiede constatiren zu können. Es war ferner von Interesse, den Antheil zu bestimmen, der beim Vorrücken der Contactzeilen einerseits auf das Spiel des wirksamen Dachstuhls, andererseits auf das Kleinerwerden der Organe entfällt. Auch die besonderen Übergangsfiguren, die im letzteren Falle zu Stande kommen, konnten nur durch Beobachtung ermittelt werden.

Nebenbei stellte sich zugleich heraus, dass viele Organsysteme schon in der Jugend zunächst der Basis oder auch bis etwa zur Mitte ihrer Gesamtlänge sehr annähernd Cylinderform besitzen, so z. B. die Köpfe von *Dipsacus*, die Laubknospen von *Abies Pinsapo* (Taf. IV, Fig. 22

meiner »Blattstellungen«), die jungen Zapfen von *Picea excelsa* u. s. w. Die Übereinstimmung ist mehr als genügend, um alle Bedenken gegen die Übertragbarkeit der theoretischen Resultate auf diese Systeme zu zerstreuen.

Die Beobachtung lehrt ausserdem, dass auch bei der Sonnenrose die Dachstuhlverhältnisse trotz der abweichenden Form im Wesentlichen dieselben sind wie bei cylindrischen Systemen. Nur ist es bei scheibenförmigem Receptaculum nicht wohl möglich, die Stellungen bis zum Mittelpunkt zu verfolgen, weil die secundären Spiralen nach innen zu unregelmässig aufhören (avortement de spires secondaires). Es ist aber auch nicht nothwendig. Man wird sich immer auf eine nicht zu breite Randzone beschränken dürfen.

Wer auch nur flüchtig Umschau hält in der Fülle der Knospen- und Blütenstandsformen, kann sich der Wahrnehmung nicht verschliessen, dass auch gekrümmte Tannzapfen, excentrische Sonnenblumen und andere mehr oder weniger abnorm gebaute Systeme noch die nämlichen gesetzmässigen Stellungen und Anschlüsse zeigen wie reguläre. Daraus geht aber hervor, dass der Dachstuhl auf cylindrischen, tonnen- oder kegelförmigen und ebenso auf scheibenförmigen Flächen stets nach denselben Principien und mit derselben Regelmässigkeit fungirt. Für die Darstellung der Verschiebungsvorgänge in der Ebene dürfte indess die abgerollte Cylinderfläche besonders geeignet sein, weil sie allein die Bedingung gleicher Organgrösse zu erfüllen gestattet.

4. Prüfung der Begriffe Verschiebung und Contact.

In diesem Capitel schreibt mir SCHUMANN Anschauungen und Begriffsverschiebungen zu, die nur in seiner Vorstellung existiren. Er beginnt mit einer historischen Einleitung, in welcher es (S. 282) wörtlich heisst: »Der Begriff der Verschiebung in dem Sinne, dass die Organe über die Oberfläche ihrer tragenden Axen leicht und bequem die verschiedensten Wanderungen vollziehen können, war zu der Zeit, als SCHWENDENER's mechanische Theorie der Blattstellungen erschien, gang und gäbe. . . . Wir müssen uns nun die Frage vorlegen, ob SCHWENDENER dem Begriffe der Verschiebung ebenfalls diesen Sinn untergelegt hat. Ich bin der Überzeugung, dass dem in der That so ist«.

Darauf kann ich nur erwidern, dass mein Opponent sich mit dieser unerwarteten Interpretation im Irrthum befindet. Meine Ansicht war immer, dass die Organe, die ja mit der Tragaxe verwachsen sind, auf dieser festsitzen und keineswegs »leicht und bequem« gleiten können. Wenn sie seitlich verschoben werden, so erfährt die Tragaxe nach

meiner Darstellung eine entsprechende Torsion. Mir ist übrigens nicht bekannt, dass die Annahme einer Gleitbewegung der Organe, wie sie SCHUMANN beschreibt, in den siebziger Jahren »gang und gäbe« war; in meiner Umgebung war sie es jedenfalls nicht.

Was ferner die Einwände anbelangt, welche gegen das Auseinanderrücken von Organen gerichtet sind, die sich ursprünglich berührten (S. 286), so glaubte ich wirklich nicht, dass eine so bekannte Erscheinung noch bezweifelt werden könnte. Jedermann weiss, dass die Blätter im Knospenstadium Contactlinien bilden, während sie später durch mehr oder weniger gestreckte Internodien getrennt sind. Bei der Entfaltung der Knospe bleibt der Contact noch eine Zeit lang erhalten, an Laubknospen von *Abies Pinsapo* beispielsweise bis zu einer Axenlänge von 10 bis 15^{mm} und darüber.

Nach SCHUMANN soll sich nun aber die Sache ganz anders verhalten. Für die Knospen von *Abies Pinsapo* wird das Vorhandensein eines Contactes schon im Stadium, wo sie »noch von den Hüllschuppen vollkommen eingeschlossen« sind, bestritten. Daran schliesst sich die Folgerung: »Hält nun SCHWENDENER doch noch an einem Contact fest, so ist dies offenbar eine ganz vollkommen verschiedene Art von Berührung, nämlich diejenige, welche durch die Überschiebung der heranwachsenden Blätter gebildet wird«.

Diese Folgerung ist unzutreffend. Ich habe die Blätter der genannten Laubknospen stets nahe der Basis abgeschnitten und die Contactverhältnisse nach dem Bilde beurtheilt, welches die Basalstücke ergaben (vergl. Blattstellungen, Taf. IV, Fig. 23). Von wechselnden Contactbegriffen kann hierbei nicht die Rede sein. Und was die bestrittenen Beobachtungsthatsachen betrifft, so stehe ich natürlich zu meinen Angaben, die sich auf sorgfältige Prismazeichnungen stützen; aber ich verzichte darauf, mich über eine so einfache Frage weiter zu äussern. Andere mögen prüfen, wer von uns der zuverlässigere Beobachter ist.

Gewissermaassen im Gegensatz zur Verneinung des Contactes bei den in Streckung begriffenen Laubknospen von *Abies Pinsapo* steht die weitere Behauptung SCHUMANN's (S. 286), »dass der Anlage nach lückenlos sich berührende Organe niemals aus einander rücken«. Das soll z. B. an Compositenköpfchen zu beobachten sein, worüber schon auf S. 257 nähere Angaben mitgetheilt sind. Der einmal gegebene Contact soll hier ganz unverändert bestehen bleiben. Nach meinen Beobachtungen an *Helianthus* findet dagegen bei dieser in Blattstellungsfragen so oft genannten Pflanze während der Entwicklung der Köpfchen ein Vor-rücken der wirksamen Contactzeilen statt. Waren dies ursprünglich die Einundzwanziger und Vierunddreissiger, so wird der Contact zuerst

auf der Einundzwanziger-Zeile, dann auf der Vierunddreissiger-Zeile aufgehoben, bis die Endstellung erreicht ist.

Hier steht also wieder Beobachtung gegen Beobachtung. Es ist klar, dass der Eine von uns getäuscht worden ist. Und da einer richtigen Beantwortung dieser Frage viel grössere Schwierigkeiten entgegenstehen als bei der vorhin besprochenen, so erscheint es mir geboten, auf das meinerseits zur Vermeidung von Täuschungen eingeschlagene Verfahren nochmals hinzuweisen.

Es wurden auf einem kleinen Stück Land, wie bereits unter 2. erwähnt, etwa 100 Sonnenblumen herangezogen und deren Terminalknospen alsdann zur Untersuchung verwendet. In jedem Entwicklungsstadium wurden mehrere Köpfchen mit der Camera aufgenommen und verglichen. Dabei ergab sich, dass von 5 Köpfchen mindestens 4 in der Zahl der Contactlinien übereinstimmten; diese waren also vergleichbar.

Auf die Befunde an diesen Sonnenblumen stützen sich meine Angaben über das Vorrücken der Contactzeilen. Es ist kaum anzunehmen, dass ich trotz der getroffenen Vorsichtsmaassregel getäuscht worden sei. Jedenfalls können die SCHUMANN'schen Beobachtungen, welche in dieser Frage ebenso werthlos sind wie die meinigen vom vorhergehenden Jahr, meine Darlegung nicht entkräften.

Um indess für die Zukunft alle Zweifel zu zerstreuen, beabsichtige ich, die in Rede stehenden Untersuchungen noch einmal — womöglich schon im nächsten Jahre — in der nämlichen Weise vorzunehmen und mein Augenmerk insbesondere auf die Vergleichbarkeit der Köpfe zu richten.

SCHUMANN bespricht sodann in sehr ausführlicher Weise die Zapfen von *Pinus Pinaster*, um an diesem Beispiel zu zeigen, dass ich mit sehr verschiedenen Contactbegriffen operire. Das ist jedoch ein ganz unbegründeter Vorwurf. Ich habe an diesem Object, wie schon oben (S. 902) erwähnt, nur die Enden der Fruchtschuppen, die sogenannten Apophysen, am einjährigen und ausgewachsenen Zapfen verglichen, und diese Enden berühren sich in gewöhnlichem Sinne. Wie sie mit der Tragaxe verbunden sind und welche Formen die Verbindungskörper annehmen, fiel dabei ausser Betracht. Es sollten ja nicht die Fruchtschuppen als Ganzes, sondern correspondirende Querschnittsansichten derselben verglichen werden. Und dieser Vergleich führte zu dem Ergebniss, dass die kleinen Stellungsänderungen, welche der Zapfen in späteren Stadien erfährt, durch eine augenfällige Streckung und nicht, wie SCHUMANN meint, durch Breitenwachsthum der Schuppen bedingt sind. Der einjährige Zapfen ist eiförmig; sein Querdurchmesser beträgt etwa 75 Procent der Länge; am ausgewachsenen Zapfen

dagegen ist dieses Verhältniss auf etwa 40 Procent herabgesetzt.¹ Kleine Verschiebungen sind also unvermeidlich.

Übrigens ist mir nicht recht verständlich, warum mein Opponent bei den Tannzapfen, die in der Verschiebungsfrage zu den weniger instructiven Objecten gehören, so lange verweilt und sich auf Einzelheiten einlässt, die mit der Blattstellungsfrage in gar keinem Zusammenhang stehen.

5. Die mechanischen Bedingungen der häufigen Wiederkehr der Zeilen nach den Zahlen der Hauptreihe.

Hier behandelt SCHUMANN meine Darstellung der Divergenzänderungen in Folge allmählicher Grössenabnahme der Organe, was allerdings aus der wenig bezeichnenden Überschrift nicht ohne Weiteres zu entnehmen ist. Er gesteht gern ein, dass diese Lehre auch für seine Auffassung »von der grössten Bedeutung war«, und fügt dann hinzu (S. 304): »Wenn die Thatsache richtig ist, dass bei der allmählichen Verkleinerung der Organe die Contactzeilen nach den Zahlen der Hauptreihe fortschreiten müssen, so ist wirklich ein Fortschritt in der Erkenntniss über die Blattstellungen erreicht, der ohne Gleichen ist.«

Dann aber folgen sofort verschiedene Bedenken und Zweifel, die allerdings sämmtlich darin übereinstimmen, dass sie einem rein subjectiven, durch Missverständnisse und Unklarheiten getrübbten Vorstellungskreise entspringen. Ich führe einige Beispiele an.

Auf Taf. VIII, Fig. 2 der Sitzungsberichte der Akademie², Jahrgang 1883, habe ich den Übergang von der alternirend zweizeiligen Stellung in die Spiralstellungen der Hauptreihe unter Voraussetzung kreisförmiger Organe zu veranschaulichen gesucht. Die Ausgangsstellung nach $\frac{1}{2}$ ist so gewählt, dass die Organe rechts- und linksschiefe Contactlinien bilden, auf den Orthostichen (0, 2) sich aber nicht berühren. Das ist allerdings eine willkürliche Annahme, der jedoch dieselbe Berechtigung zukommt wie jeder anderen. Hiergegen erhebt nun SCHUMANN (S. 304) den Einwand, es sei dies ein Fall »mit besonderen Anfangsbedingungen; in der Stellung der ersten Blätter ist nämlich SCHWENDENER von den Bedingungen des lückenlosen Contactes abgewichen, ohne dass er angegeben hat, warum er diese Abweichung machte«. Hierzu ist zu bemerken, dass lückenloser Contact gar nicht zu den Praemissen der Construction gehört. Die Anfangsstellung kann im Gegentheil eine ganz beliebige sein, beispielsweise irgend eine

¹ Die Zapfen, auf welche sich diese Angaben beziehen, hatte mir seiner Zeit CARVEL in Florenz zur Verfügung gestellt.

² SCHWENDENER, Gesammelte bot. Mith. Bd. I, Taf. VII.

Spiralstellung der Hauptreihe, aber natürlich mit Contact nach mindestens zwei Richtungen. Die Stellungsänderungen, welche die allmähliche Grössenabnahme der Kreise bewirkt, ergeben sich alsdann bei gesetzmässigem Anschluss von selbst.

Von solchen Constructionen besitze ich eine grössere Anzahl; am sorgfältigsten ausgeführt ist die von CORRENS gezeichnete, welche in den Sitzungsberichten der Akademie, Jahrgang 1895, S. 660 verkleinert wiedergegeben ist.¹ Das Resultat ist übrigens immer dasselbe, nämlich ein gesetzmässiges Vorrücken der Contactzeilen in der gegebenen Reihe.

SCHUMANN vermisst sodann in dem Ausdruck »allmählich« in Bezug auf die Grössenabnahme der Organe die wünschenswerthe Precision. Er stellt die Frage: »Welche Grösse wird durch allmählich ausgedrückt?« Ich kann hieraus nur den Schluss ziehen, dass mein Opponent diese Frage nicht ordentlich studirt und einschlägige Constructionen wohl gar nicht ausgeführt hat; denn sonst müsste er wissen, dass es auf bestimmte, etwa in Procenten anzugebende Grössendifferenzen gar nicht ankommt; er würde dann auch die Behauptung, dass in der bemängelten Fig. 2 auf Taf. VIII der oben citirten Sitzungsberichte »die Grösse des Radius von f^3 streng limitirt ist«, nicht aufgestellt haben. Diese Grösse ist keineswegs limitirt; Blatt 3 könnte z. B. merklich grösser sein, nur würde dann der vollkommen entbehrliche Contact mit 1 aufgehoben.

Ähnlich verhält es sich mit dem Einwand, dass mehrere Organe in meiner Figur denselben Durchmesser haben. Das soll ein Fehler der Construction sein. Es steht jedoch zweifellos fest, dass das Resultat unverändert bleibt, wenn die Grössenabnahme von Organ zu Organ eine stetige ist. Durch Festhalten an dieser Bedingung, die durchaus unwesentlich ist, wird aber die Ausführung der Construction sehr erheblich erschwert. Wozu das?

Es wird dann weiter darauf hingewiesen, dass in meiner Figur die Contactzeilen Curven bilden. Hieran schliessen sich die Worte: »Wohl aber giebt uns die Thatsache zu Bedenken Anlass, dass, wenn die Contactzeilen überhaupt einmal Curven sind, die Zeilen nach der Verkleinerung der Organe in dem definitiv erlangten Systeme niemals zu geraden Linien werden können«. Eine solche »Thatsache« liegt nicht vor. Sobald die Organe nach stattgefundener Verkleinerung eine gewisse Grösse beibehalten, also wieder constant werden, gehen die Curven in gerade Linien über.

¹ SCHWENDENER, Gesammelte bot. Mitth. Bd. I, S. 202. Dieselbe Figur, noch mehr verkleinert, auch bei GOEBEL, Organographie I, S. 66.

SCHUMANN constatirt ferner (S. 307), dass in meiner Figur die Organe 42-44 und noch verschiedene andere »in derselben Höhe inserirt sind«. Das bestreite ich auch nicht; es sind dies Folgen der Ungenauigkeiten, welche der Construction anhaften, aber das schliessliche Resultat, das ich veranschaulichen wollte, wird dadurch nicht beeinflusst. Wenn SCHUMANN meint, die Zeichnung, wie sie gegeben ist, müsse als Unterlage für die Kritik dienen, so kann ich dem nur mit Einschränkungen zustimmen. Der Kritiker muss unterscheiden können zwischen dem, was für die Darstellung wichtig oder aber ganz und gar nebensächlich ist. Das trifft bei SCHUMANN nicht zu. Er verweilt mit unnöthiger Gründlichkeit bei Dingen, die für die zu lösende Aufgabe ohne alle Bedeutung sind. Die Ungenauigkeiten der Zeichnung flössen ihm Bedenken ein; aber statt zu untersuchen, ob eine correctere Zeichnung zu wesentlich anderen Resultaten führe, als ich sie erhalten, bleibt er bei den erwähnten Niveauverhältnissen und ähnlichen Constructionsmängeln stehen. Die Kernfrage bleibt unberührt. Ob er auch die oben erwähnte, von CORRENS entworfene Figur noch als ungenügend bezeichnen würde, entzieht sich meiner Beurtheilung, da in seiner Kritik von dieser Figur nicht die Rede ist.

Am Schlusse des Capitels kommt der Verfasser noch einmal auf meine Darstellung der Organsysteme auf der abgerollten Cylinderfläche zu sprechen. Es wurde schon oben erwähnt, dass er diese Darstellungsweise für unzulässig hält, aus Gründen, die mir freilich nicht einleuchten. Die Organsysteme mögen entstehen wie sie wollen, auf einer Kegelfläche, einem Paraboloid u. s. w., es muss unter allen Umständen gestattet sein, dieselben auf die Cylinderfläche zu projiciren. Für die Probleme, die ich zu lösen hatte, kann in diesem Verfahren unmöglich eine Fehlerquelle liegen. Darum erscheint mir jede weitere Discussion über diesen Punkt ganz überflüssig.

Was SCHUMANN auf S. 308 und 309 über die Tragaxen von Organsystemen, über Dachstuhldreiecke und über das eigentliche Problem der Blattstellung mittheilt, ist in meinen Augen nicht geeignet, die Sache nach der botanischen Seite irgendwie zu fördern, und zum Theil völlig verfehlt. Als ganz unhaltbar ist z. B. der Satz zu bezeichnen, dass »die Tragaxe der Pflanzen, welche stets in ihren Organsystemen die Zeilen nach den Zahlen der Hauptreihe angeordnet aufweisen, von einer Form sein muss, welche andere Anreihungen vollkommen ausschliesst«. Eine solche Form ist undenkbar. Die Blattstellung der Blütenköpfe, Tannzapfen u. s. w. hängt überhaupt nicht von der Form der Tragaxe, sondern nur von den Stellungenverhältnissen des zugehörigen Stiels und von den Anschlüssen ab.

An Köpfen von gleicher Form können demzufolge ausser der Hauptreihe die verschiedensten Nebenreihen vertreten sein.

Man begreift übrigens nicht recht, warum SCHUMANN es unterlassen hat, seine geometrischen Anschauungen irgendwie zu begründen. Kein Raisonement, keine Construction bezeichnet die Stufen seines Gedankenganges, von strengeren Beweisen gar nicht zu reden. Die einzelnen Sätze sind haltlos in die Luft gestellt. Ein weiteres Eingehen auf dieselben erscheint mir daher überflüssig.

Ich könnte hier meine Gegenbemerkungen, soweit das Kleinerwerden der Organe in Frage steht, abschliessen und das Weitere dem Urtheil der Fachcollegen überlassen. Allein es erscheint mir doch wichtig, noch auf einen Zusammenhang hinzuweisen, den SCHUMANN, wie es scheint, nicht erkannt, jedenfalls nicht berücksichtigt hat. Sowohl die Stellungsänderungen, welche mit den Dachstuhlverschiebungen verbunden sind, als diejenigen, welche die relative Grössenabnahme bewirkt, lassen sich auf denselben bestimmenden Factor zurückführen, nämlich auf das variable Verhältniss zwischen Organdurchmesser und Umfang des Systems. Sind die Organe constant, indess der Umfang durch vorwiegendes Dickenwachsthum allmählich

grösser wird, so nimmt der Bruch $\frac{\text{Organ}}{\text{Umfang}}$ immer kleinere Werthe an. Ganz dasselbe ist der Fall, wenn der Umfang constant bleibt, die Organe aber kleiner werden. Ist z. B. der Bruch $\frac{\text{Organ}}{\text{Umfang}}$ unter Voraussetzung einer Spiralstellung der Hauptreihe = $\frac{1}{\sqrt{89}}$, so kreuzen sich Fünfer- und Achter-Zeilen rechtwinkelig, und die Divergenz beträgt $34/\sqrt{89} = 137^{\circ} 31'$. Es ist also vollkommen gleichgültig, ob ein bestimmtes Verhältniss zwischen Organdurchmesser und Umfang durch Dachstuhlverschiebung oder durch Verkleinerung der Organe zu Stande kommt.

Wenn nun SCHUMANN meine Lehre vom Vorrücken der Contactzeilen durch allmähliche Grössenabnahme der Organe in der Hauptsache als richtig anerkennt, die völlig übereinstimmenden Divergenzänderungen nach dem Dachstuhlgesetz aber entschieden ablehnt, so liegt hierin ein logischer Widerspruch, der auf die kritische Methode des Autors ein eigenthümliches Licht wirft. Wie ist es möglich, von zwei Vorgängen, die nach demselben Princip, mit derselben mathematischen Nothwendigkeit eintreten müssen, den einen rundweg zu leugnen, den anderen aber als wohlbegründet zu bestätigen? Das allmähliche Kleinerwerden des Bruches $\frac{\text{Organ}}{\text{Umfang}}$, von dem allein die Divergenzwerte abhängen, soll in einen Fall gesetzmässige Ände-

rungen herbeiführen, im anderen aber vollkommen wirkungslos sein. Das ist eine Logik, die sich selbst verurtheilt.

SCHUMANN verkennt auch hier wieder den Zusammenhang der Dinge. Er ist offenbar der Meinung, ich habe das Vorrücken der Contactzeilen bei allmählicher Grössenabnahme der Organe unabhängig vom Dachstuhlgesetz, etwa auf Grund von Figuren, wie die von ihm bemängelte, festgestellt. Dem ist aber nicht so. Jenes Vorrücken wurde vielmehr aus den Dachstuhlverschiebungen erschlossen, und die Versuche, dasselbe durch Figuren zu veranschaulichen, kamen erst nachträglich hinzu. Diese Figuren sind daher nicht etwa als Beweise zu betrachten, sondern nur als Mittel, die vorkommenden Stellungsänderungen vor Augen zu führen.

6. Die mathematische Entwicklung des Dachstuhlgesetzes.

Mein Opponent wiederholt hier zunächst die Angabe, dass »seinen Messungen und Beobachtungen zufolge die von SCHWENDENER berechneten Verschiebungen an wachsenden Axen nicht stattfinden«. Ich erinnere meinerseits daran, dass die auf Beobachtungen basirten Einwände SCHUMANN's zum Theil auf Missverständnissen beruhen, indem sie gegen die Oscillationen gerichtet sind, welche nach meiner Darstellung nur bei starren kreisförmigen Organen, nicht aber bei den Laubknospen von *Abies Pinsapo* u. s. w. vorkommen.

Ein anderer Theil der Einwände bezieht sich aber allerdings auf meine eigenen Messungen und Beobachtungen und bestreitet deren Richtigkeit. Hier mögen meine Fachgenossen prüfen, auf welcher Seite der Irrthum liegt.

SCHUMANN wirft sodann (S. 310) »noch kurz einen Blick auf die mathematische Ableitung des Gesetzes, um zu sehen, ob auch hier noch eine Annahme vorliegt, welcher wir nicht zustimmen können«. Er findet denn auch, es sei in der That nicht statthaft, bei meinen Organsystemen »eine Discordanz des Wachsthums zwischen Organ und Tragaxe« zu statuiren, da eine solche niemals vorkommen könne. Das ist wieder eine der paradoxen Thesen, wie sie bei SCHUMANN hin und wieder zu finden sind. Hier kann ich nur widersprechen. Die fragliche Discordanz gehört in Wirklichkeit zu den gewöhnlichen Erscheinungen. Wie häufig geschieht es, dass Organe, die ursprünglich gedrängt standen, später aus einander rücken, bald in der Längsrichtung in Folge der Streckung, bald in der Querriichtung durch Wachsthum eines scheibenförmigen Receptaculum, wie z. B. bei den Staubgefässanlagen verschiedener Blüten.

Übrigens kommt bei denjenigen Systemen, deren Organe als Kreise oder Ellipsen von constanter Grösse gedacht sind, die Tragaxe

im Grunde gar nicht in Betracht. Es handelt sich hier um rein theoretische Dinge, bei denen die Frage, in welcher Weise die Organe zusammengehalten werden, vollkommen überflüssig ist. Man setzt eine bestimmte Anordnung der Kreise oder Ellipsen voraus, lässt alsdann eine allmähliche Vergrößerung des Umfanges eintreten und untersucht die Folgen dieses Vorganges.

Eine solche Untersuchung hat nun auch SCHUMANN vorgenommen. Allein er erlaubt sich hierbei, meinen »Dachstuhl« unter der Hand so zu verändern, dass »zwischen dem Zuwachs des Cylindermantels und dem der Organe auf demselben Concordanz« besteht, wodurch natürlich das ganze Problem total umgestaltet wird. Das ist am Ende seine Sache; ich bemerke bloss, dass ich mit einem solchen Dachstuhl nichts mehr zu thun habe; mit der Art und Weise jedoch, wie SCHUMANN meine Praemissen mit seinen ganz entgegengesetzten Annahmen vermengt, so dass der Leser geradezu irre geführt wird, bin ich nicht einverstanden. Wenn Jemand die von mir gestellten Probleme nebst den gegebenen Lösungen kritisiren will, so erwarte ich, dass er sich zunächst an meine Formulirung halte, und wenn sie ihm missfällt, so mag er an geeigneter Stelle darüber urtheilen; aber eine Verquickung meiner eigenen Gedanken mit beliebigen anderen im nämlichen Absatz, wie sie SCHUMANN (S. 310) mit seiner »Concordanz« darbietet, will mir nicht gefallen.

Sehen wir jetzt zu, welches Resultat SCHUMANN bei seinen Untersuchungen über das Dachstuhlgesetz erhielt. Er argumentirt folgendermaassen: »Liegt ein geschlossenes System vor, wie es durch SCHWENDENER'S Dachstuhlzeichnung dargestellt wird, so kann ein auf den Scheitel wirkender Druck keine Veränderung hervorbringen. Die Vertheilung der Kräfte wirkt, wie sie SCHWENDENER geschildert hat. Nur kann ich schliesslich die nach rechts wirkende Kraft in dem rechten Fusspunkte geradlinig so weit verlegen, bis sie an dem linken Fusspunkte angreift, da die Punkte identisch sind. Dann wirken auf einen Punkt zwei gleiche Kräfte in entgegengesetzter Richtung, und der Punkt befindet sich im Gleichgewicht«. Bei diesem ruhenden Punkt angekommen, findet SCHUMANN, es sei überhaupt Alles in Ruhe, Veränderungen können gar nicht stattfinden. Das ist nun freilich ein merkwürdiges Ergebniss.

Man vergegenwärtige sich doch die Sachlage. Es wird ein Organsystem vorausgesetzt, dessen Umfang sich allmählich vergrössern soll (sei es durch Druck in der Längs- oder durch Zug in der Quer-richtung), indess die kreisförmig gedachten Organe constant bleiben. Unter dieser Voraussetzung muss nothwendig auch ein gegebener Dachstuhl seine Basis verlängern, und wenn zufällig die beiden Fuss-

punkte so gewählt sind, dass sie in einem Punkte zusammenfallen (was übrigens nur bis zum nächsten Sparrenwechsel möglich ist), so rücken eben alle übrigen Punkte aus einander. Der Winkel, den die beiden Sparren unter sich bilden, öffnet sich also unabweislich mehr und mehr u. s. w. Wie kommt nun SCHUMANN dazu, diese Vorgänge, die mit den Bedingungen der Aufgabe so gut wie gegeben sind, einfach zu negiren? Ich möchte vermuthen, der oben erwähnte Punkt »im Gleichgewicht« habe bei meinem Kritiker eine verhängnissvolle Verwirrung hervorgerufen.

Es erübrigt jetzt noch, unser Augenmerk dem modifisirten »Dachstuhl« zuzuwenden, wie ihn SCHUMANN vorführt. Ich citire seine eigenen Worte (S. 310): »Hier will ich noch hinzufügen, dass wir uns die Wachstumsvorgänge am besten vorstellen können, wenn wir einen SCHWENDENER'schen Dachstuhl auf einer dehnbaren Fläche auftragen, welche von der Beschaffenheit sein muss, dass sie sich, nach einer Richtung ausgezogen, nicht in der darauf senkrechten verkürzt. Die Folge jedes Zuges ist die Veränderung der Formen bei Wahrung des lückenlosen Contactes«.

Es ist klar, dass der »Dachstuhl« unter solchen Voraussetzungen irgend eine functionelle Bedeutung nicht mehr besitzt; es ist überhaupt kein für Spiralstellungen möglicher Dachstuhl mehr. Maassgebend für die Verschiebungen ist jetzt ganz allein die dehnbare Fläche, auf deren Verhalten die darauf befindliche Zeichnung eines Dachstuhls selbstverständlich keinen Einfluss üben kann. Und da diese Fläche in ihrer Structur — ganz im Gegensatz zu einem beliebigen Spiralsystem — keinerlei Unterschiede zwischen rechts und links aufweist, so bedingt ein Zug in der Quer- oder Längsrichtung auch keine Divergenzänderungen. Das ist Alles sehr einleuchtend.

Allein mit der Voraussetzung, dass die spiralgigen Organsysteme der Pflanzen sich ebenso verhalten, wie seine dehnbare Fläche, setzt sich SCHUMANN in klaren Widerspruch mit der Natur. In solchen Organsystemen mit ungleich geneigten rechts- und linksschiefen Parastichen ist der wirksame Dachstuhl keine blosse Zeichnung, sondern ein körperliches Gebilde, mit Sparren von ungleicher Länge, im Allgemeinen auch mit ungleicher Widerstandsfähigkeit gegen Druck. Es herrscht also vollständige Asymmetrie in Bezug auf rechts und links. Wenn die Fusspunkte eines solchen Dachstuhls aus einander rücken, so senkt sich der Giebel in schiefer, nicht in lothrechter Richtung; Divergenzänderungen sind also unvermeidlich. Gegenüber diesem sicheren Ergebniss mechanischer Betrachtung können die von C. DE CANDOLLE und SCHUMANN geäusserten Bedenken nicht aufkommen.

Man kann sich übrigens auch auf experimentellem Wege leicht überzeugen, dass ein solches Spiralsystem durch einen in longitudi-

nalere Richtung wirkenden Druck nicht bloss verkürzt, sondern auch tordirt wird. Die Torsion betrug z. B. bei einer Ananas, welche mit ebener Schnittfläche auf einer festen Unterlage ruhte und nach Herstellung einer ähnlichen Schnittfläche am oberen Ende mit 4.5 Kilo belastet wurde, 36 Minuten. Zugleich ergab sich, dass die Torsionsgrösse bei allmählicher Steigerung der Belastung bis zu dem eben genannten Maximalgewicht zunahm.¹

Nachtrag.

Die vorstehende Erwiderung war bereits niedergeschrieben, als ich die Abhandlung von L. Jost² über »die Theorie der Verschiebung seitlicher Organe durch ihren gegenseitigen Druck« erhielt, in welcher ebenfalls, übereinstimmend mit SCHUMANN, die Behauptung aufgestellt wird, dass bei der Entfaltung der Coniferenknospen, der Entwicklung der Compositenköpfchen u. s. w. seitliche Verschiebungen nicht stattfinden. Auch die Vorstellung, dass ich ein Gleiten der Organe auf der Oberfläche der Tragaxe angenommen habe, findet sich merkwürdigerweise hier wieder, ebenso die damit zusammenhängende Folgerung, »dass die SCHWENDENER'sche Theorie nur auf das Verhalten der Walzen im Modell begründet ist« (S. 196).

Bezüglich dieser Punkte habe ich nun bereits SCHUMANN gegenüber die erforderliche Antikritik geübt; es hätte keinen Zweck, hier noch einmal darauf zurückzukommen. Dagegen halte ich es für geboten, in Betreff der Blattkissen bei *Picea* und *Abies*, mit denen Jost sich mehr als nöthig zu schaffen macht, nachdrücklich hervorzuheben, dass die morphologische Deutung dieser Gebilde und ihr Verhalten bei der Streckung der Internodien für die eigentlichenstellungsfragen gar nicht in Betracht kommt. Die allein maassgebenden Anhaltspunkte für die Divergenzbestimmungen am ausgewachsenen Zweig bilden naturgemäss die Blattnarben bez. die centralen Gefässbündel derselben. Und diese ergeben stets eine Divergenz, welche von dem Grenzwert mehr abweicht als in der Terminalknospe.

¹ Die Grundspirale der zum Versuche benutzten Ananas war rechtsläufig mit Divergenzen nach $\frac{21}{55}$. Durch die Torsion fand eine geringe Annäherung an den Grenzwert statt. Die Beobachtung geschah, wie seiner Zeit bei dem aus 3 Metallen bestehenden Hohlzylinder, mittels eines Fernrohrs, das auf eine 15^m entfernte Scala eingestellt war.

² Bot. Zeitung, 1899, S. 193.

Das geht übrigens auch aus den Jost'schen Abbildungen hervor, an denen ich überhaupt nichts Wesentliches auszusetzen habe. In der Endknospe von *Abies Pinsapo* (Fig. 20) kommt z. B. Blatt 55 (wenn man die Numerirung fortsetzt) ziemlich genau über Blatt 0 zu stehen; die Divergenz ist also $21/55 = 137^{\circ} 27'$. Am jungen Spross von 19^{mm} Länge (Fig. 21), ebenso am einjährigen Zweig (Fig. 18), fällt dagegen Blatt 13 über 0, die Divergenz ist also $5/13 = 138^{\circ} 28'$. Ebenso er giebt die Knospe von *Picea excelsa* (Fig. 6) eine Divergenz von $34/89 = 137^{\circ} 30' 33''$, der einjährige Zweig (Fig. 2) dagegen wiederum eine solche von $5/13 = 138^{\circ} 28'$. Ähnliche Unterschiede liefern ferner die zusammengehörigen Figuren 1 und 3, sowie die auf *Pinus Laricio* bezüglichen Figuren 19 und 22.

Die eben citirten Figuren stimmen demnach mit meinen eigenen Abbildungen und Beobachtungen in allen wesentlichen Punkten überein, stehen dagegen mit den Behauptungen des Autors, die Unveränderlichkeit der Divergenzen betreffend, in klarem Widerspruch.

Über die auf S. 220 erwähnten Beobachtungen an Compositenköpfchen kann ich mich kurz fassen: sie sind alle nicht vergleichbar und folglich mit demselben Fehler behaftet, wie die oben besprochenen SCHUMANN'schen Abzählungen. Wenn übrigens Jost auch die Beobachtungen von A. WEISSE¹ über »die Zahl der Randblüthen an Compositenköpfchen« für sehr geeignet hält, »einer Kritik der SCHWENDENER'schen Anschauung zur Unterlage zu dienen«, so befindet er sich vollständig im Irrthum. Diese Beobachtungen sind für die hier zu erörternde Frage nicht verwertbar, zu diesem Zwecke auch nicht angestellt worden.

Auf S. 199 seiner Abhandlung erhebt sodann Jost den Einwand, die Figuren 23 und 24 auf Taf. IV meiner »Blattstellungen« widersprechen meinen eigenen Angaben, denn die letztere Figur stelle eine 25^{mm} lange Axe dar, die Streckung sei also hier dreimal so gross als bei der 8 mm langen Knospe in Fig. 23, und doch zeigen die beiden Figuren ganz die gleichen Contacte.

In Wirklichkeit ist jedoch die Sachlage eine andere. Zwar bezieht sich Fig. 24 thatsächlich auf eine 25^{mm} lange Knospenaxe, sie giebt aber nur etwa den dritten Theil der Gesamtlänge wieder. Mein Opponent hätte doch leicht herausrechnen können, dass die betreffende Knospenaxe bei achtmaliger Vergrößerung eine Länge von 200^{mm} haben müsste, während das in Fig. 24 abgebildete Stück nur etwa 59^{mm} lang ist. Längen- und Breitendimension dieser Figur sind überdies annähernd in demselben Verhältniss (von 8:5) grösser als in Fig. 23. Daher die Übereinstimmung der Contactverhältnisse.

¹ Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 30. 1897.

Um die seitlichen Verschiebungen als unmöglich bezeichnen zu können, wird ferner auf S. 215 in gesperrter Schrift die These aufgestellt: »Wenn also die Blätter bei der Knospenentfaltung noch Verschiebungen erfahren sollten, so müssten die Blattspuren durchgerissen werden«. Das ist indessen eine gänzlich unmotivirte Schlussfolgerung. Ich habe oben (S. 898 Anmerk.) eine ganze Reihe von Torsionsvorkommnissen aufgeführt und kann hier hinzufügen, dass Durchreissungen von Gefässbündeln in keinem einzigen der bezeichneten Fälle nachweisbar sind. Beschädigungen dieser Art können demnach unbedenklich den Zerquetschungen SCHUMANN'S an die Seite gestellt werden; beides sind Phantasiegebilde.

Damit sind die Differenzpunkte, welche zwischen meiner Auffassung und derjenigen meines Opponenten bestehen, zwar noch keineswegs erschöpft; es erscheint mir aber überflüssig, auf alle Einzelheiten einzugehen. Ich will nur noch bemerken, dass ich nicht der Erste gewesen bin, der seitliche Verschiebungen angenommen und besprochen hat, wie JOST auf S. 214 behauptet; doch können derartige Fragen rein historischer Natur hier ausser Betracht bleiben. Ich trete bloss für die Thatsache der Verschiebung und für meine Beweisführung ein.

Zum Schlusse noch ein Wort über die Contactverhältnisse jugendlicher Organe. Solange die Blatt- und Blütenanlagen sich nur wenig vorwölben, schliessen sie sich zwar an die darunter befindlichen älteren Blatthöcker an und setzen die rechts- und linksschiefen Schrägzeilen nach oben fort; ich habe aber nie behauptet, dass sie schon in diesem Stadium Dachstuhlverschiebungen bewirken. Verschiebungen dieser Art unterbleiben ja überhaupt in manchen Fällen, wie ich wiederholt betont habe, fast vollständig; in anderen, wie z. B. bei *Helianthus*, wo sie nach meiner Darstellung nachweisbar sind, ist das Entwicklungsstadium der Organe, in welchem die Verschiebung beginnt, und somit auch die Art des Contactes zwischen den Organen nicht näher bekannt. Es ist indessen wahrscheinlich, dass die wirksame Contactfläche auf dieser Stufe schon erheblich grösser ist, als bei uhrglasähnlichen Vorwölbungen. Das sind übrigens ganz nebensächliche Fragen, denen irgend eine principielle Bedeutung nicht beizulegen ist.

Diese wenigen Bemerkungen dürften genügen um darzuthun, dass JOST die Tragweite seiner Untersuchungen sehr überschätzt, wenn er damit meine Verschiebungstheorie widerlegt zu haben glaubt.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

LI. LIJ.

14. DECEMBER 1899.

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung**. Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig ein Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordlnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe **allemaal gerade**, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe **ungerade Nummern**.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zu Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebene, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretär zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretär führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesamtkademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen, auf deren Notwendigkeit beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stücke der in den Text einzuschaltenden Holzschritte fertig sind und von beschriftet bezugsnehmenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeholt ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Aussendung des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch

nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesamtkademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besondere Verlangen versieckt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich **fünfzig Sonderabdrücke** mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretär Anzeige gemacht hat.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittlung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretär selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet schenenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretär ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte, jedoch nicht für die darin aufgenommenen kurzen Inhaltsangaben der gelesten Abhandlungen verantwortlich. Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.

*Die Akademie versendet die Sitzungsberichte an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, **sofern nicht zu besonderen Fille anderes vereinbart wird, jährlich bei Mil.** nämlich:*

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

May bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,

October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

14. December. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. VAHLEN.

*1. Hr. J. SCHMIDT las über die griechischen Praesentia auf *-ισκω*.

Praesentien auf *-ισκω* stehen so gut wie ausnahmslos ausserpraesentische Verbalstämme auf *η* oder *ω* zur Seite, *εὐρίσκω: εὐρήσω, ἀλίσκομαι: ἀλώσομαι*. Daraus folgt, dass den ältesten dieser Bildungen Verbalstämme auf *-εῖ, -οῖ* zu Grunde lagen, welche vor Consonanten ausser *s* ihr *i* verloren, in tieftöniger Silbe aber die Diphthongen zu *ē* schwächten. Das *ι* von *-ισκω* ist also lang wie in den lateinischen Verben auf *-iscō*. Die Verba wie *μυθήσκω* haben die hochtonige Gestalt des Verbalstammes (skr. *manāy-a-ti*) an Stelle der tieftönigen (lat. *minī-scor*) ins Praesens übertragen.

2. Hr. ERMAN überreichte im Auftrag des Verfassers 'Das Aegyptische Verbum. Im Altaegyptischen, Neuaegyptischen und Koptischen. Von KURT SETHE. Erster Band. Laut- und Stammeslehre. Zweiter Band. Formenlehre und Syntax der Verbalformen'. Leipzig 1899.

3. Hr. J. SCHMIDT legte im Auftrag des Verfassers vor 'Der indogermanische Ablaut. Von H. HIRT. Strassburg 1900'.

4. Hr. DIELS legte vor den von dem Oberbibliothekar Prof. Dr. C. DE BOOR in Breslau eingesendeten Bericht über seine Studienreise nach Italien, Spanien und England zum Zwecke handschriftlicher Studien über die Byzantinischen Chronisten.

* erscheint nicht in den akademischen Schriften.

Bericht über eine Studienreise nach Italien, Spanien und England zum Zwecke handschriftlicher Studien über byzantinische Chronisten.

Von Oberbibliothekar Prof. Dr. C. DE BOOR
in Breslau.

(Vorgelegt von Hrn. DIELS.)

Der Hauptzweck der Reise war, wie in meinem am 4. Juni 1897 an die Königliche Akademie gerichteten Gesuch um Gewährung eines Reisestipendiums ausgesprochen ist: das von mir für eine neue Ausgabe der Chronik des Georgios Monachos bis dahin gesammelte Material zu vervollständigen durch das Studium derjenigen in Italien, Spanien und England aufbewahrten Handschriften, welche für jene Ausgabe nothwendig, mir aber, weil nach den Bestimmungen jener Länder vom Versande nach auswärts ausgeschlossen, zum Theil gar nicht, zum Theil nur bruchstückweise bekannt geworden waren. Demgemäss lag der Schwerpunkt meiner Arbeit in der Untersuchung bez. Collation der Handschriften, welche jene Chronik ganz oder zum Theil enthalten. Vervollständigen und zu Ende führen konnte ich so die früher begonnenen Collationen des Laurentianus Plut. LXX cod. 11 und des Vaticanus 153, in vollem Umfange collationirt wurden der schöne alte Escorialensis Φ . I. I. saec. XI, der dem 12. Jahrhundert angehörige Codex 85 der Universitäts-Bibliothek zu Messina, früher im Kloster San Salvatore dei Greci, und der mir im British Museum zur Verfügung gestellte Codex 295 der Bibliothek des Earl of LEICESTER in Holkham, ebenfalls saec. XII. Eine andere Handschrift dieser Privatbibliothek, Nr. 296 saec. XV, erwies sich als eine Abschrift aus dem alten Vindobonensis Hist. Graec. 40, ist aber doch nicht ohne Werth, da der Vindobonensis heutzutage am Anfang und am Ende verstümmelt und von junger Hand ergänzt ist, der Holkhamensis aber abgeschrieben ist, als jener noch vollständig war. Für die verlorenen Partien erhalten wir damit eine sehr erwünschte Controle über den aus gleicher Quelle stammenden, vielfach flüchtig geschriebenen Vaticanus 153, und somit habe ich die betreffenden Stücke collationirt. Dagegen gehören der Ambrosianus C. 184 infer. und der Vaticanus Palatinus Graec. 394 zu einer jungen, stark interpolirten Gruppe, die neben

dem reichen Material an älteren Handschriften für die Ausgabe nur sehr gelegentlich in Frage kommt; da ich von den zahlreichen Handschriften dieser Gruppe bereits früher mehrere mir erreichbare vollständig collationirt hatte, so durfte ich bei diesen meine Untersuchung darauf beschränken, festzustellen, welchen Platz sie innerhalb der Gruppe einnehmen. Dasselbe gilt von den Parisini Regii 1707 und 1708, die einen noch stärker interpolirten, dem von MURALT publicirten Mosquensis ähnlichen, Text bieten, und den derselben Handschriftengattung entstammenden, zudem aber auch entsetzlich verderbten Excerpten aus der Chronik, die im Cod. Add. 34060 des British Museum stehen.

Ausser diesen Handschriften der Chronik habe ich die der Excerpte aus derselben in den Sammlungen des Konstantinos Porphyrogenetos zu Rathe gezogen, soweit sie auf meiner Reiseroute vorhanden waren, nämlich für die wenigen Excerpte des Titels *de legationibus Romanorum ad gentes* den Vaticanus graec. 1418 und den Escorialensis R. III. 14, für die umfangreicheren des Titels *de insidiis* den Escorialensis Ω. I. 11.

Eine Beschreibung und Charakterisirung dieser auf meiner Reise studirten Handschriften, eine eingehendere Darlegung ihrer Stellung innerhalb der Überlieferung lässt sich nur im Rahmen einer gründlichen Behandlung des gesammten Materials bieten, wie sie dieser Reisebericht nicht geben kann. Doch will ich wenigstens auf den einen glücklichen Umstand aufmerksam machen, dass gerade die drei im ganzen Umfange erst auf dieser Reise collationirten Handschriften des Georgios, der Escorialensis, der Messanensis und der Holkhamentensis 295 eine eng geschlossene Gruppe bilden, von der mir bisher kein Vertreter bekannt war, und die doch gewisse Eigenthümlichkeiten hat, die ihr einen nicht zu unterschätzenden Werth geben. Zur Begründung dieses Urtheils sei es mir gestattet, hier in wenigen Worten das Hauptresultat meiner Untersuchung über die Überlieferung der Chronik des Georgios zusammenzufassen.

Die sämmtlichen mir bekannt gewordenen Handschriften dieser Chronik lassen sich, so stark sie auch vielfach überarbeitet worden ist, leicht in letzter Linie auf einen Archetypus zurückführen, mit einziger Ausnahme des uralten Coislinianus 305. In diesem nehmen die zahlreichen durch umfangreiche Excerpte aus der patristischen Litteratur gestützten theologischen Digressionen einen noch grösseren Raum ein, die historischen und kirchenhistorischen Partien sind nicht nur vielfach dürftiger, sondern auch zum Theil aus anderen Quellen entnommen und in anderer Reihenfolge zusammengestellt. Wie dieser Text unter den Handschriften vereinzelt steht, so ist mir bisher auch in der späteren byzantinischen Litteratur nur ein einziger Fall von Rücksichtnahme auf denselben begegnet. Im Tractat des Konstantinos

Porphyrogenetos de administrando imperio ist das 14. Capitel über Muhamed der Georgios-Chronik entnommen, und zwar sicher aus einer Handschrift, die dem Coislin. 305 nahe stand, der auch in diesem Berichte stark von der Überlieferung der anderen Handschriften abweicht. Dagegen finden wir in allen späteren Chroniken, welche das Werk des Georgios plünderten, ja sogar in den auf Befehl desselben Konstantinos Porphyrogenetos hergestellten Excerptsammlungen, den Text, welcher allen übrigen Handschriften zu Grunde liegt. Die Bestimmung des Verhältnisses dieses textus receptus zum Coislinianus ist das wichtigste und schwierigste Problem der Handschriftenfrage. Auf der einen Seite scheint es zweifellos, dass der letztere Text der ältere ist, da er an so zahlreichen Stellen in den Excerpten aus den Kirchenvätern in auffälliger Weise mit den Originalen gegen die anderen Handschriften übereinstimmt, dass die Annahme, er sei aus jenem Vulgattexte herzuleiten, zu der ungeheuerlichen Folgerung führen würde, bei dieser Umarbeitung seien die sämmtlichen Citate patristischer Natur aus den Originalen durchcorrigirt worden. Auf der anderen Seite stösst man immer wieder auf Stellen, in denen das Gegentheil der Fall ist, wenn auch seltener und in minder auffälliger Weise; ganz besonders wird man aber dadurch stutzig gemacht, dass wiederholt Excerpte aus Kirchenvätern, die in den anderen Handschriften einfach fortlaufend ausgeschrieben sind, im Coislinianus 305 durch mehr oder minder umfangreiche Einschübe unterbrochen werden. In ganz ähnlicher Weise schwankt das Urtheil über das Verhältniss der beiden Bearbeitungen in den historischen Partien, wie dies schon bei meinen ersten mit ganz ungenügendem Material unternommenen Untersuchungen über die Chronik in den ARNOLD SCHÄFER gewidmeten »Historischen Untersuchungen« zum Ausdruck gekommen ist. Nach meiner jetzigen, an anderer Stelle näher zu begründenden Ansicht liegen die Verhältnisse so, dass die Vorlage des Coislinianus 305 ein erster Versuch des Autors war, mit vielen Correcturen und Nachträgen, die in der Abschrift zum Theil am Rande weitergeführt, zum Theil in den Text aufgenommen wurden. Auf Grundlage dieses vielleicht nicht einmal ganz zu Ende geführten Entwurfes — der Coislinianus schliesst mit der Regierung des Konstantinos Kopronymos — arbeitete Georgios selbst eine zweite Auflage aus. In dieser war er bemüht, das allzuarge Missverhältniss zwischen der historischen Erzählung und den theologischen Digressionen zu beseitigen; er verwarf deshalb einen bedeutenden Theil seines zusammengehäuften patristischen Materials, den Rest übernahm er in die neue Arbeit, aber durch Hast und Flüchtigkeit der Abschrift im Einzelnen Vieles verderbend; die historischen und kirchenhistorischen Abschnitte unterzog er einer gründlichen Um-

arbeitung, indem er theils das früher benutzte Material nochmals heranzog, theils neues aufsuchte und verwerthete.

Wenn es sich somit aus praktischen Rücksichten, weil sie eben in der Litteratur zu ausschliesslicher Geltung gelangt ist, empfohlen hätte, diese spätere Bearbeitung zum Kernpunkt der neuen Ausgabe zu machen, so erwächst dem Herausgeber durch die Erkenntniss, dass sie die Chronik in der Form bietet, die ihr der Autor selbst als letztes Resultat seiner Bemühungen gegeben hat, doppelt diese Pflicht. Die Erfüllung derselben ist nicht leicht, zum Theil gerade wegen der grossen Anzahl von Handschriften, in denen das Werk uns überliefert ist. Zunächst lassen sich zwei Hauptzweige der Überlieferung scheiden, deren einer durch zwei Handschriften vertreten ist, den Coislinianus 310 und den Parisinus 1705, der andere durch die übrigen Handschriften repräsentirt wird. Die Unterschiede zwischen ihnen sind nicht sehr tiefgreifend, um so mehr aber in den einzelnen Gruppen innerhalb dieser Zweige. Das Schicksal der Chronik, ihre vielen Abschriften, ihre häufige Plünderung für andere ähnliche Werke, zeigen, dass sie Jahrhunderte lang ein Volksbuch war, welches immer wieder einen Leserkreis fand. Aber der Geschmack und die Stimmung der Zeit, aus denen es geboren war, der Zeit der Bilderkämpfe, die das Interesse hervorragend auf religiöse Fragen überhaupt und auf gewisse dogmatische und kirchenpolitische Probleme insbesondere gelenkt hatte, wandelte sich, und wie man sich in anderen ähnlichen Werken der neuen Geschmacksrichtung anzupassen suchte, so modelte man auch das alte beliebte Buch mehr und mehr um. Fast alle Handschriften zeigen, dass das Verhältniss der patristischen Einlagen zum historischen Stoff, so sehr es auch vom Verfasser selbst in seiner definitiven Bearbeitung gemildert war, als ein Missverhältniss empfunden wurde, dem man durch in mehr oder minder starkem Maasse vorgenommene Einfügung historischen Stoffes abzuhelpen suchte, zum Theil, wie in der Gruppe des oben genannten Laurentianus, unter gleichzeitiger energischer Beschneidung der überwuchernden theologischen Ranken. Eine andere Maassregel, um das Buch modern zu erhalten, bestand darin, dass man es über sein ursprüngliches Ende hinaus fortführte; leider fand sich dafür kein selbständig arbeitender Geist, sondern man griff zu den Werken anderer Autoren, die man mechanisch anfügte. Hätten nun diese späteren Redactoren sich darauf beschränkt, das neue Material in den sonst unberührt gelassenen Text einzufügen, so wäre die Aufgabe des Herausgebers eine leichte. Aber es ist klar, dass derjenige, welcher in der angegebenen Weise einen Text im Grossen ummodelnd redigirt, sich auch im Einzelnen demselben gegenüber nicht in gleicher Weise gebunden fühlt, wie der

einfache Schreiber, dem die Herstellung einer getreuen Copie obliegt, und so finden wir in fast allen Handschriften und Handschriftengruppen in der Wiedergabe des Details die grössten Willkürlichkeiten. Zum Theil freilich ist auch in diesen eine gewisse Methode und auch hier der Einfluss des Zeitgeschmacks sichtbar. Der Autor selbst macht uns in der Vorrede das Geständniss, dass er sich bewusst sei, keine besondere schriftstellerische Ader zu besitzen, und sein ganzes Werk zeugt von grosser Unbildung und gänzlichem Mangel an der Fähigkeit, sich einigermaassen fliessend und correct auszudrücken. In den wenigen Partien, in denen er ohne Anhalt an fremde Vorlagen ganz aus sich selbst schreibt, ist sein »*ψελλιζειν*« so stark, dass man oft daran verzweifelt, ihn zu verstehen; aber auch, wo er fremdes Eigenthum umbildend wiedergibt, zeigt seine Sprache, vor allen Dingen sein unzusammenhängender Satzbau, wie wenig er berufen und geübt war, die Feder zu führen. In der Glättung dieser Unebenheiten haben sich die Redactoren, um das Buch lesbarer zu machen, fast Alle mehr oder minder flüchtig oder consequent versucht und daher eine ausserordentlich grosse *varia lectio* hervorgerufen, in der es oft um so schwerer ist, die originale Lesart herauszufinden, als diese meistens die ungeschickteste, ja oft geradezu scheinbar falsche ist. Da nimmt nun die von mir auf der Reise untersuchte Gruppe eine ganz besondere Stellung ein. Auch sie freilich ist von grösseren Veränderungen nicht frei geblieben. Im Escorialensis beschränkt sich die Erweiterung auf eine einzige Stelle, die von FRIEDRICH in den Sitzungsberichten der Münchener Akademie 1896, S. 67ff. und von mir in der Byz. Zeitschr. Bd. VII, S. 40ff. behandelte Interpolation des Berichts über die Secte der Paulikianer, der Messanensis und Holkamensis dagegen gehen auf einen stark umgearbeiteten Archetypus zurück, dessen erste Hälfte versetzt ist mit einer Chronik, die der des Theodosios Melitenos sehr nahe steht, während die zweite Hälfte stark verkürzt ist. Aber in dem, was in den beiden letzteren Handschriften an GEORG'schem Eigenthum vorhanden ist, und im ganzen Escorialensis finden sich in der Textgestaltung im Detail nur ganz vereinzelte Varianten, welche auf willkürliche Eingriffe des Schreibers zurückgeführt werden müssen. So gehören gerade diese Handschriften zu dem zuverlässigsten Material, welches uns zu Gebote steht, eine der sichersten Quellen für die Erkenntniss dessen, was GEORG thatsächlich geschrieben hat, oder der Corruptelen des Archetypus der Handschriften, die durch die verschiedenen Emendationsversuche der späteren Redactoren verschleiert worden sind.

Durch die Reise ist nunmehr mein Material für eine neue Ausgabe der Chronik vollständig geworden, und ich habe sofort nach der

Rückkehr mit der Ausarbeitung derselben beginnen können. Nur eine der bisher bekannt gewordenen Handschriften ist mir unerreichbar geblieben, ein codex Patmicus; doch darf ich mit Sicherheit aussprechen, dass seine Beiseitelassung keinen nachtheiligen Einfluss auf die Ausgabe haben wird. Freilich gehört er dem 11. Jahrhundert an, ist aber nicht nur stark verstümmelt, sondern gehört auch nach den von BIDEZ in Byz. Zeitschr. VII, S. 285 ff. gegebenen Mittheilungen zu einer Classe, von der mir auch ohne ihn hinreichend viele Handschriften zu Gebote stehen, um überall die Lesungen des Archetypus derselben festzustellen. In etwa Jahresfrist hoffe ich das Manuscript der Ausgabe des Originaltextes für den Druck fertig herstellen zu können, denen die Ausgabe der wichtigsten Stücke des Coislinianus 305 und der Einschübe der späteren Redactionen, sowie der Fortsetzungen alsbald folgen soll. Ich darf diese meine Ausgabe in gewissem Sinne in ihrem vollen Umfange als *Editio princeps* bezeichnen, da sowohl die in das *Corpus script. histor. Byzant.* aufgenommene Ausgabe des Schlusstücks, wie die von MURALT publicirte Chronik späte Erzeugnisse bieten, in denen das Werk des Georgios durch Überarbeitung und Erweiterung bis zur Unkenntlichkeit entstellt ist, und auch der von MURALT gebotene Apparat ist derartig unvollständig, unzuverlässig und in Verwirrung gerathen, dass sich nach ihm nicht einmal eine Scheidung der Handschriftenklassen, geschweige denn eine Einsicht in den echten Text erreichen liess.

Ausser diesem Erfolge, die von den Fachgenossen lange gewünschte Ausgabe der Georgios-Chronik gesichert zu haben, hoffe ich durch die Reise der byzantinischen Wissenschaft auch noch anderweitigen Ertrag gebracht zu haben, der sich theils in directem Anschluss an meine Arbeiten und aus diesen selbst ergab, theils aus anderen meinem Hauptzwecke fernliegenden Studien erwachsen kann. Wie oben bemerkt, sind mehreren Redactionen der Chronik des Georgios Fortsetzungen angehängt, die auf eine Chronik zurückgehen, die unter verschiedenen Namen auch selbständig erhalten ist. Die Collationen für diese Fortsetzungen kommen ohne Weiteres der sehr erwünschten zusammenfassenden Neuausgabe jener Chroniken zu Gute, wie sie TAFEL in seiner Ausgabe der Chronik des Theodosios Melitenos in sehr verständiger Weise, aber mit nicht genügendem Material schon einmal versucht hat. Am interessantesten unter den Fortsetzungen ist eine, welche sich stofflich ebenfalls fast ganz mit jenen Chroniken deckt, stilistisch aber einer vollständigen Umarbeitung auf weite Strecken unterzogen worden ist. Sie ist zum Theil im Vindobon. Graec. Hist. 40 erhalten, zum Theil, wo dieser fehlt, aus dem Vaticanus 153 und dem Holkhamensis 295 zu restituiren. Da diese

Überlieferung somit nur auf einer Handschrift beruht, so ist es ein erwünschter Zufall, dass dieselbe Überarbeitung jener Chronik auch noch in zwei anderen Fällen zu ähnlicher Verwendung gekommen ist, und zwar auch dort in so wörtlicher Abschrift, dass die Texte als 2 Parallelhandschriften für meine Ausgabe der Fortsetzungen des Georgios dienen können und demgemäss selbstverständlich von mir collationirt sind. Es sind dies der den fünf Büchern der Chronik des sogenannten Continuator Theophanis angefügte, als sechstes Buch der Chronik bezeichnete Anhang, und das Schlussstück einer im Vaticanus 163 enthaltenen Chronik, welche man früher als die des Polydeukes zu bezeichnen pflegte, da man nicht beachtet hatte, dass die ersten Blätter, die den Anfang der sogenannten *Historia physica* des Polydeukes enthalten, jünger sind, und bestimmt, den verlorenen Anfang des Werkes zu ersetzen. Die Beschäftigung mit diesen Stücken veranlasste weitere Studien. Bei der Collation des die Fortsetzung des Theophanes enthaltenden Vaticanus 167 ergab sich eine derartig starke Differenz zwischen der Handschrift und dem Text, dass ich zuerst annahm, die bisherige Ansicht, dass diese Handschrift die einzig erhaltene sei, sei irrig, und die Ausgabe sei nach einem anderen Codex gemacht. Da in der Vorrede angegeben ist, die directe Grundlage der Pariser editio princeps sei ein apographum Barberinum gewesen, so suchte ich nach diesem in der BARBERIN'schen Bibliothek, wo es sich auch noch unter der Signatur II, 53 (früher 152) vorfindet; ebenda existirt auch noch eine Abschrift, die das fünfte Buch allein enthält (II, 85, früher 402), aus der Allatius eine Sonderausgabe dieses Buches herstellte. Die aus beiden Handschriften genommenen Stichproben ergaben das überraschende Resultat, dass sie — von stärkeren und geringeren Schreibfehlern natürlich abgesehen — durchaus mit dem Vaticanus gegen den Text der Ausgabe zusammenstimmten. Es ist also festzustellen, dass die COMBES'sche Ausgabe, und somit überhaupt alle, da die späteren Ausgaben wenig mehr als Nachdrücke der princeps sind, einen ganz unsicheren, zum Theil sogar nicht bloss durch willkürliche Conjecturen, sondern auch durch sachliche Interpolationen aus anderen Chroniken entstellten Text bieten. Diese sachlichen Interpolationen treten allerdings in den ersten 5 Büchern zurück, da die grössere Ausführlichkeit der Darstellung und der Mangel an ergänzendem Stoff seltener die Anreizung und die Gelegenheit dazu boten (doch vergl. z. B. S. 279 ed. BONN, mit den Anmerkungen aus der Ausgabe des Allatius), aber im Einzelnen ist der Text vielfach willkürlich hergestellt und durch diese stillschweigenden Conjecturen zwar Manches gebessert, aber eben so Vieles in sehr zweifelhafter Weise verändert. Da zu dieser Willkür auf der einen Seite

eine grosse Nachlässigkeit auf der anderen kommt, in Folge deren viele Silben, Worte, ja ganze Sätze ausgefallen sind, so ist nicht nur, wie KRUMBACHER, *Byz. Litt.-Gesch.* 2 S. 349 fordert, die Textkritik durch ausgedehnte Vergleichung der späteren Ausschreiber zu fördern, sondern durch grundlegende Nachvergleichung der Handschrift das Fundament dazu zu legen. So habe ich auch eine neue Ausgabe dieser Chronik in mein Arbeitsprogramm aufgenommen und zunächst die Nachvergleichung, soweit es meine Zeit zulies, um ein gutes Stück gefördert.

Mit der Vergleichung des betreffenden Abschnitts des Vaticanus 163 habe ich ein Studium der ganzen in ihm erhaltenen Chronik verbunden und mich in Besitz des ganzen Textes gesetzt, indem ich die im Wesentlichen mit Theodosios Melitenos übereinstimmenden Partien collationirte, den übrigen ebenso umfangreichen Theil abschrieb. Die sachlich interessanteste völlig selbständige Schlusspartie ist allerdings schon von HASE in den Anmerkungen zur Ausgabe des Leon Diakonos publicirt, indessen haben die anderen Theile auch ihren Werth zur Kritik der darin benutzten Autoren, und ein Studium des Ganzen musste einmal gemacht werden zur näheren Fixirung der Stellung des Werkes in der Entwicklung der Chronistik, so dass es sich wohl der Mühe verlohnte, die Arbeit zu machen.

Eine andere Richtung erhielten meine Untersuchungen aus anderen mit den Georgios-Studien verknüpften Umständen. Schon einmal war ich durch die Chronik des Georgios auf die einstweilen noch räthselhafte Chronik des Symeon Logothetes geführt, weil in einer der Redactionen die Zusätze und die Fortsetzung als aus ihr genommen bezeichnet waren; die Analyse dieser Stücke in *Byz. Zeitschrift* 6 S. 233 ff. konnte ich mit der Beschreibung zweier Wiener Handschriften verbinden, welche Chroniken unter diesem Verfassernamen enthielten. Weitere Beiträge ergaben sich jetzt unmittelbar daraus, dass der Codex Holkham. 295 in der Überschrift ein Werk des Symeon und Georgios zu bieten behauptet, der Messanensis dasselbe Werk dem Symeon allein zuschreibt, obwohl der Inhalt, wie oben gesagt, wesentlich die Chronik des Georgios mit relativ geringer Beimischung aus anderer Quelle bietet. Das Interesse für die Frage veranlasste mich auch, den Escorial-Codex Y-I-4, von dem bisher nur die Überschrift bekannt war, zu untersuchen; es ergab sich, dass derselbe eine excerptirende Bearbeitung der berühmten Chroniken-Handschrift, des Paris. 1712, und der kürzlich von SATHAS herausgegebenen Synopsis ist, für die Symeon-Frage also nicht in Betracht kommt. So sind jetzt wenigstens alle griechischen Handschriften, die Chroniken unter dem Namen Symeon's enthalten, genau bekannt, mit Ausnahme eines verschollenen, früher dem Basilios-Kloster in Rom angehörigen Codex.

Freilich sind sie weit verschiedenen Inhalts, und ich sehe einstweilen keine Anhaltspunkte, nach denen sich entscheiden liesse, welches dieser Werke und ob überhaupt eins davon das Original bietet. Auch eine erhaltene slawische Übersetzung wird uns diese Aufklärung schwerlich bringen, da sie nach den bekannt gewordenen Nachrichten einer der griechischen Fassungen sehr nahe steht, wodurch natürlich nicht bewiesen wird, dass diese Fassung die echte sei. Auch nach meinen neuesten Untersuchungen scheint mir die an der angeführten Stelle geäußerte Ansicht, dass es eine Logotheten-Chronik gar nicht gegeben habe, sondern ein kleines Schriftchen des Symeon *εἰς τὴν κοσμοποιῶν* mit einer anonymen Chronik zusammengestellt, und diese Composition später mannigfach verändert und erweitert sei, die wahrscheinlichste.

Unter denjenigen Arbeiten, welche ich unabhängig von den Georgios-Studien betrieben habe, nenne ich zunächst kleinere Collationen der Fragmente des Johannes Antiochenos, die ich auf eine Anregung, die von aussen her mir gegeben wurde, unternommen habe. Das wichtige Resultat meiner Untersuchung der Handschriften der sogenannten Excerpta Salmasiana habe ich im Hermes XXXIV, S. 298 ff. veröffentlicht. Ausserdem habe ich mich mit den aus Johannes entnommenen Excerpten des Konstantin'schen Titels *περὶ ἐπιβουλῶν* beschäftigt. Von diesen war ein Theil aus einer unvollständigen Pariser Handschrift von CRAMER in den Anecdota Parisina Bd. II, S. 3 ff. veröffentlicht, der Rest aus dem vollständigen Escorial. Ω-I-11 von MOMMSEN im Hermes VI, S. 323 ff.; es stand noch aus, den ersten Theil der Escorial-Handschrift zu collationiren. Dies habe ich nachgeholt und nicht ohne Frucht, da die Handschrift den Parisinus an Güte bedeutend übertrifft. Nicht nur finden die von CRAMER und von MÜLLER in den Fragmenta historicorum graecorum theils stillschweigend, theils ausdrücklich gemachten Conjecturen oder mit Vergleichung paralleler Stellen anderer Autoren vorgenommenen Änderungen und Zusätze häufig hier ihre handschriftliche Bestätigung, sondern es werden auch eine Menge Stellen jetzt erst geheilt, darunter eine erhebliche Anzahl solcher, die durch Ausfall ganzer Sätze in der Pariser Handschrift verstümmelt waren. Die grössere Lücke bei CRAMER S. 50, 31 (Frg. 146 bei MÜLLER) wird allerdings auch durch den Escorialensis nicht ausgefüllt. Um das ganze Material zu haben, habe ich auch den Parisinus einer Nachvergleichung unterzogen, da derselbe sicher nicht aus der Escorial-Handschrift abgeschrieben ist, wie sich schon daraus ergibt, dass er an einer Stelle um einen ganzen Satz reicher ist. Diese Collation ergab keine sehr erhebliche Nachlese, wenn auch manches Detail berichtigt wird, wo CRAMER Fehler seiner Abschrift

in den Text gebracht oder in den Anmerkungen durch Conjectur richtig gestellt hatte, während doch das Richtige in der Handschrift selbst stand. Von wichtigeren Versehen erwähne ich eins des sachlichen Interesses wegen. S. 21 seiner Ausgabe (Frg. 74 bei MÜLLER S. 567) hat CRAMER wohl gesehen, dass am Ende des Excerptis ein ζῆται steht, und richtig dazu bemerkt: procul dubio ad alium titulum spectat, hat aber übersehen, dass gegenüber am äusseren Rande des Blattes, durch zu starkes Beschneiden nur leicht verstümmelt, der citirte Titel steht: [έν] τῷ περὶ [κ]αισάρων, was auch der Escorialensis bietet. Wir lernen somit einen neuen Titel einer Abtheilung der Konstantin'schen Sammlung kennen, deren Inhalt allerdings nicht so recht klar scheint. Zunächst denkt man natürlich an die Mitregenten der Augusti, die den Titel Caesar führten; aber für eine solche Abtheilung boten die Historiker nicht viel Stoff, und an der Stelle, wo citirt wird, ist von einem solchen Caesar nicht die Rede. Das Citat findet sich am Ende eines Berichts über Caesar's Ermordung, der abbricht mit der Aussendung der Consuln Hirtius und Pansa gegen Antonius, denen als Dritter der junge Octavian beigesellt wird. Da im Vorhergehenden eine fortlaufende Erzählung der Ereignisse gegeben wird, bei der die Ankunft Octavian's in Rom nicht erwähnt wird, so darf man annehmen, dass bei Gelegenheit dieser ersten Erwähnung seines Namens von ihm persönlich die Rede war, um den Leser mit ihm und seiner Stellung bekannt zu machen und Art und Veranlassung seiner Antheilnahme an den folgenden Ereignissen zu begründen. Als Caesar in jenem Sinne konnten ihn die Excerptoren jedoch weder damals noch in einem späteren Abschnitt seines Lebens bezeichnen. Es scheint somit, dass der Titel im weiteren Sinne das Vorleben der Kaiser bis zu der in der ersten Abtheilung der Sammlung behandelten ἀναγόρευσις βασιλείως behandelte, auch wenn dieselben nicht von der Würde des Caesar zu der der Augusti emporgestiegen waren. Auch bei anderen Abtheilungen kann man beobachten, dass sie Mancherlei in sich aufnehmen mussten, was genau genommen nicht dazu gehört, oder dass sie mit Titeln bedacht sind, die keineswegs dem Inhalt gerecht werden. So sind in die Excerpte de legationibus auch Berichte über Verträge u. dergl. aufgenommen, wengleich über die Gesandten, die sie verhandelt und abgeschlossen hatten, kein Wort im Text steht, ebenso über Verhandlungen und Botschaften, deren Träger keinerlei gesandtschaftlichen Charakter hatten. Der verlorene Titel περὶ στρατηγημάτων ist uns durch häufige Citate hinreichend bekannt, um sagen zu können, dass er nichts weniger als eine Sammlung von Kriegslisten enthielt, sondern sich mit allen dem στρατηγός obliegenden Verrichtungen ausserhalb des Gefechtsverlaufs, Märschen, Lagern,

Befestigungen, Rückzügen u. s. w. beschäftigte, auch wo keinerlei List dabei in Anwendung kam.

Endlich habe ich die Reise noch dazu ausgenutzt, um einen anderen grösseren Plan zu fördern und die Sammlung des Materials dafür nahezu fertig zu stellen. Seitdem die Münchener Akademie eine Arbeit über die Konstantin'schen Excerptsammlungen mit dem Preise der Zographos-Stiftung gekrönt, war es mein lebhafter Wunsch gewesen, diese möglichst gründlich zu vollenden und womöglich eine Ausgabe der Excerpte damit zu verknüpfen; aber dieselben Schwierigkeiten, die der Vollendung der Georgios-Ausgabe im Wege standen, hemmten auch hier meine Pläne. Vor allen Dingen fehlte mir die Kenntniss der im Escorial aufbewahrten Handschriften des Titels *de legationibus*, die bisher, soviel mir bekannt, von Niemand benutzt worden sind und die ich nun im ganzen Umfange collationirt habe. Allerdings konnte man an diese Arbeit keineswegs mit grossen Erwartungen herantreten. Durch den MILLER'schen Katalog der griechischen Escorial-Handschriften und GRAUX' Untersuchungen über die Entstehung dieser Sammlung war festgestellt, dass diese Codices Abschriften desselben verbrannten Archetypus seien, dem alle übrigen bekannten Handschriften entstammen. Epochemachende Entdeckungen, Reste der verlorenen Abschnitte, durfte man nicht erhoffen. Denn wenn MILLER den Umfang der Auszüge aus Theophylaktos Simokattes im Escor. R.—III—21 auf 224 Seiten angiebt, während sie in den anderen Handschriften nur etwa 22 einnehmen, so war von vornherein die Wahrscheinlichkeit gegeben, dass es sich nur um einen Druckfehler handle, wie es thatsächlich der Fall ist. Ganz ohne Ertrag ist die Collation doch nicht geblieben nach dieser Richtung; in der Abtheilung *de legationibus Romanorum ad gentes* ist in den Excerpten aus Menander Protektor ein Blatt erhalten, welches in den übrigen Handschriften fehlt, und durch welches die Lücke bald nach Anfang des 11. Fragments (p. 350 ed. NIEBUHR, *Fragmenta Hist. Graec.* T. IV p. 208 ed. MÜLLER, *Hist. graec. minorr.* T. II p. 13 ed. DINDORF) ausgefüllt wird. Das Interesse des kleinen Fundes wird allerdings wesentlich durch den Umstand vermindert, dass die Lücke in die Reden der Gesandten fällt, also neue historische Thatfachen nicht bringt. Wenn somit die Handschriften des Escorial nichts erheblich Neues bieten, so sind sie doch von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit. Das Ziel einer Ausgabe der für so viele Autoren in Betracht kommenden Sammlung *de legationibus* kann kein anderes sein, als aus allen erhaltenen Handschriften so getreu wie möglich die verbrannte Original-Handschrift herzustellen und damit die sichere Grundlage für die Emendation der schon in jenem Codex stark corrumpirten Texte zu schaffen. Dass

hierbei das Exemplar des Escorial von grösster Bedeutung ist, zeigte schon die erwähnte Erhaltung eines verlorenen Blattes, lässt sich aber auch durch Vergleich mit den anderen Handschriften leicht constatiren. Für die Abtheilung der *legationes Romanorum ad gentes* haben wir ausser dem Escorialensis zwei vollständige Handschriften im Monacensis 267 und Bruxellensis 11301-16; nur einen Theil enthält der Vaticanus 1418. Dass nun in jenen beiden die Excerpte aus Menander die erwähnte Lücke haben, brauchte man nicht notwendig auf einen näheren Zusammenhang derselben unter einander zurückzuführen; es könnte jeder selbständig aus dem Original entnommen sein, nachdem aus diesem ein Blatt ausgefallen. Aber eine Fülle sonstiger gemeinsamer grösserer und kleinerer Corruptelen zeigt, dass die Annahme dieser gegenseitigen Unabhängigkeit unmöglich ist, dass vielmehr entweder eine Handschrift aus der anderen abgeschrieben ist, oder beide auf eine bereits stark verderbte Mittelquelle zurückgehen, so dass für die im Vatic. 1418 nicht enthaltene Hälfte der Escorialensis die grundlegende Handschrift bildet. Und nicht nur für diese Hälfte, denn der Vaticanus ist einerseits durch die von seinem Schreiber verwendete ätzende Tinte vielfach so zerfressen, dass die Lesungen unsicher sind, andererseits von Ursinus, der aus ihm die Excerpte des Polybius u. a. herausgegeben hat, derartig durchcorrigirt, dass man oft nicht mit Sicherheit entscheiden kann, wie die ursprüngliche Lesart lautete, und ob die Correcturen vom Schreiber, der sich vielfach selbst corrigirte, oder von Ursinus herkommen. Nicht so maassgebend ist die Sammlung des Escorialensis für die Abtheilung *de legationibus gentium*, weil wir hier neben den durchaus in gleichem Verhältniss zu einander stehenden Monacensis (185) und Bruxellensis (11317-21) und dem Theilstück im Neapolitanus III B 15 den vollständigen Ambrosianus N 135 sup. haben, dessen Vortrefflichkeit mit Recht von MENDELSSOHN in der Ausgabe des Appian und von BOISSEVAIN in der Ausgabe des Dio Cassius hervorgehoben ist. Aber wichtig bleibt der Escorialensis auch hier, insofern der Neapeler Codex dieselben Schädigungen aufweist wie der Vaticanus 1418. Somit fällt der Escorial-Handschrift für den grössten Theil der Sammlung die Rolle des Schiedsrichters zwischen den Handschriften in München und Brüssel einerseits und dem auch nicht fehlerfreien Ambrosianus andererseits zu.

Noch aus einem anderen Grunde hat der eine der drei Codices, auf die im Escorial die ganze Sammlung vertheilt ist, eine gewisse Bedeutung. Die Handschriften R-III-14 und R-III-21 sind von Andreas Darmarios geschrieben, dem wir auch fast alle anderen Abschriften verdanken; wenn aber MILLER in seinem Katalog auch R-III-13 diesem Schreiber zuweist, so ist die Angabe irrig. In diesem ist nur

die Vorderseite des ersten Blattes und zwei Wörter der Rückseite, sowie das ganze Fol. 161 und das erste Wort von Fol. 162 von Darmarios' Hand, der Rest von einem anderen Abschreiber. Auf die Bedeutung dieser eigenthümlichen Erscheinung in Verbindung mit anderen Umständen für die Geschichte der Originalhandschrift kann ich hier nicht eingehen. Die Wichtigkeit der Thatsache, dass ein anderer Schreiber die Handschrift geschrieben, liegt nicht etwa darin, dass er sorgfältiger copirt habe als Darmarios — die bitteren Klagen über Darmarios' grosse Liederlichkeit wollen mir sogar etwas übertrieben erscheinen —, sondern darin, dass gewisse Eigenthümlichkeiten der Schriftzüge des Darmarios die sichere Unterscheidung mehrerer Buchstaben und Buchstabengruppen von anderen sehr erschweren und dadurch zu mannigfaltigen Fehlern in den Ausgaben verleitet haben. Diese Eigenthümlichkeiten theilt der andere Schreiber durchaus nicht und giebt uns somit ein weiteres erwünschtes Controlmittel für die anderen Codices. Um nur ein Beispiel anzuführen: in den Excerpten aus Menander Protektor wird häufig ein Türke erwähnt, dessen Name in den Ausgaben der Excerpte de legationibus $\Delta\iota\zeta\acute{\alpha}\beta\omicron\upsilon\lambda\omicron\varsigma$ geschrieben wird. Derselbe heisst in einem Excerpte de sententiis $\Sigma\iota\lambda\zeta\iota\beta\omicron\upsilon\lambda\omicron\varsigma$, in einem Citat bei Suidas (s. v. $\pi\rho\omicron\sigma\rho\acute{\eta}\sigma\epsilon\sigma\iota$ und $\Sigma\iota\lambda\zeta\iota\beta\omicron\upsilon\lambda\omicron\varsigma$), welches voraussichtlich aus dem Titel $\pi\epsilon\rho\acute{\iota}\ \sigma\tau\rho\alpha\tau\eta\gamma\eta\mu\acute{\alpha}\tau\omega\upsilon$ stammt, $\Sigma\iota\lambda\zeta\iota\beta\omicron\upsilon\lambda\omicron\varsigma$. In den von Darmarios geschriebenen Handschriften de legationibus bleibt man über die erste Silbe des Namens vollständig im Zweifel, da die Verbindung von ι mit σ und δ bei ihm so überaus ähnlich ist, dass man selten mit voller Sicherheit sagen kann, welche der beiden Verbindungen gemeint ist. Nach dem Escorialensis (und dem gleichfalls nicht von Darmarios geschriebenen Bruxelensis 11317-21) bleibt kein Zweifel, dass auch im Titel de legationibus die erste Silbe Σ war. Die Differenz in der zweiten Silbe bleibt allerdings bestehen.

Nachdem ich so das Material der drei die ganze Sammlung der Gesandtschafts-Excerpte enthaltenden Handschriften in München, Brüssel und im Escorial und einen erheblichen Theil des Materials der italienischen Handschriften vereinigt habe, wird es nicht schwer sein, den geringen fehlenden Rest hinzuzufügen und so eine Ausgabe dieser Excerpte auf Grundlage des gesammten Handschriftenbestandes zu versuchen.

14. December. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. WALDEYER.

1. Hr. MUNK las: Über die Ausdehnung der Sinnessphären in der Grosshirnrinde.

Es wird nachgewiesen, dass 1. die Sinnessphären nicht verschwommene, sondern scharfe Grenzen haben, nicht mit ihren Rändern über einander greifen, sondern an einander stossen; 2. vor der Sehsphäre, zwischen dieser und den Extremitätenregionen, die Augenregion der Fühlsphäre gelegen ist.

2. Hr. VAN'T HOFF überreichte eine Arbeit von Hrn. H. WILSON und las eine mit Hrn. N. KASSATRIN bearbeitete Mittheilung aus seinen Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers.

Der Bildung des Langbeinits $(\text{SO}_4)_3\text{Mg}_2\text{K}_2$ geht voran das Auftreten eines Magnesiumkaliumsulfatfünftelhydrats $(\text{SO}_4)_5\text{Mg}_4\text{K}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, das dem vor Entstehen von Kieserit sich bildenden Fünftelhydrat $(\text{SO}_4\text{Mg})_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ zur Seite steht.

3. Hr. WALDEYER demonstirt ein von Hrn. Dr. KARL ABEL (Berlin) entferntes menschliches Abortivei mit drei gesonderten Fruchtkapseln.

Das Abortivei hatte im Ganzen die Grösse eines Hühnereies (bei rundlicher Form) und zeigte in einer gemeinsamen decidualen Hülle drei helle Blasen von je Haselnussgrösse. In zweien derselben liess sich deutlich ein kleiner Embryo schon durch die Hülle hindurch erkennen. Es konnte noch nicht sicher festgestellt werden, ob nicht noch eine vierte Fruchtkapsel vorhanden war. Eine nähere Untersuchung bleibt vorbehalten.

Über die Ausdehnung der Sinnessphären in der Grosshirnrinde.

VON HERMANN MUNK.

Nach meinen Ermittlungen am Hunde und am Affen stellte ich vor zwei Jahrzehnten die Grosshirnrinde als ein Aggregat den verschiedenen Sinnen zugeordneter Rindenabschnitte dar, welche ich die Sinnessphären nannte: der Sehsphäre im Hinterhauptslappen, der Hörsphäre im Schläfenlappen, der Fühlsphäre im Stirn-Scheitellappen, der Riechsphäre im Gyrus hippocampi. In jeder dieser Sinnessphären liess ich die Sinnesnervenfasern eines Sinnes ihr Ende finden und die specifischen Empfindungen, Wahrnehmungen und Vorstellungen dieses Sinnes zustande kommen; und ich liess die Intelligenz als den Inbegriff und die Resultirende aller aus den Sinneswahrnehmungen stammenden Vorstellungen überall in der Grosshirnrinde ihren Sitz haben und nirgend im besonderen. Seitdem hat sich unsere Kenntniss von den Sinnessphären erweitert und vertieft und ist auch der Widerspruch so gut wie erloschen, der sich von verschiedenen Seiten gegen die Existenz der Sinnessphären und schliesslich insbesondere der Fühlsphäre erhoben hatte. Man kann jetzt bezüglich der Lage der Sinnessphären von einer allgemeinen Uebereinstimmung sprechen, nicht bloss bei den genannten Thieren, sondern nach den anatomischen und pathologischen Erfahrungen auch beim Menschen. Doch über die Ausdehnung der Sinnessphären gehen die Angaben noch sehr aus einander.

Während ich die verschiedenen Sinnessphären, eine jede über den bezeichneten Lappen der Grosshirnrinde verbreitet, aber auch auf ihn beschränkt, an einander grenzen liess, erstreckt sich nach den Einen jede Sinnessphäre von dem bezeichneten Lappen der Grosshirnrinde aus noch mehr oder weniger weit über die benachbarten Lappen, so dass intermediäre Zonen bestehen, in welchen die verschiedenen Sinnessphären durch einander gemischt sind, und nimmt nach den Anderen jede Sinnessphäre nur einen kleinen Theil des bezeichneten Lappens ein, so dass ansehnliche Abschnitte der Gross-

hirnrinde übrig bleiben, welche gar nicht Sinnessphären sind. Die beiden gerade entgegengesetzten Angaben haben, die erstere nach Versuchsergebnissen am Hunde und Affen in Hrn. LUCIANI, die andere nach anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Erfahrungen am Menschen in Hrn. FLECHSIG ihre extremen Vertreter. Die HH. LUCIANI und FLECHSIG treffen dann jedoch wieder darin zusammen, dass sie, Jener der intermediären Zone vor dem Hinterhauptslappen, Dieser den von den Sinnessphären freien Rindenabschnitten höhere Functionen zuschreiben, als den Sinnessphären, vornehmlich die Association der Wahrnehmungen und Vorstellungen, weshalb Hr. FLECHSIG neben den Sinnessphären noch Associations- oder Coagitationencentren (Denkorgane) an der Rinde unterscheidet. Man ist also zugleich wieder, im Widerspruche mit mir, auf einen besonderen Sitz der Intelligenz, abgrenzbar nach Art der Sinnessphären, zurückgekommen; und dafür sind auch Andere, ohne das Verhalten der Sinnessphären weiter in Betracht zu ziehen, auf grund der Untersuchung des Stirnlappens für sich allein eingetreten, indem sie die Stirnlappenrinde, entgegen meinen früheren Ausführungen, eigens mit den höheren psychischen Functionen betraut sein liessen.

Die FLECHSIG'sche Lehre hat von anatomischer Seite mehrfachen Widerspruch erfahren, des weiteren aber hat der Widerstreit der Angaben zu eingehenden Untersuchungen nicht Anlass gegeben. Und doch handelt es sich um Fragen, deren zuverlässige Beantwortung für die richtige Auffassung der Grosshirnrinde von grundsätzlicher Bedeutung ist. Ich bin ihnen deshalb durch eine Reihe von Jahren unausgesetzt mit Versuchen nachgegangen, und ich will in den folgenden Mittheilungen darlegen, was sich mir ergeben hat.

1.

Was ich zuerst im Jahre 1878 über die Ausdehnung der Sinnessphären bebrachte, fusste auf den Sectionsbefunden bei zahlreichen Versuchen mit kleinen Rindenexstirpationen, bei welchen Störungen ausschliesslich eines Sinnes zur Beobachtung gekommen waren. Je weiter die Zahl solcher Versuche anwuchs, desto besser liessen sich die Sinnessphären abgrenzen; und desto deutlicher trat es auch hervor, dass, wo in anderen Versuchen Störungen zweier Sinne zugleich sich dargeboten hatten, die Verletzung regelmässig zwei benachbarte Sinnessphären betroffen hatte. So stellte sich heraus, dass die Sinnessphären in der Grosshirnrinde an einander gereiht oder neben einander angeordnet sind, dass die Ausbreitung und Endigung jedes Sinnesnerven an der Grosshirnrinde in einem zusammenhängenden Rindenabschnitte

erfolgt, in welchen Fasern anderer Sinnesnerven nicht hineingelangen. Natürlich konnte der gefundene Verlauf der Sinnessphärengrenzen dem wirklichen immer nur ungefähr entsprechen; und ich brachte deshalb auch in den Abbildungen die Ausdehnung der Sinnessphären nicht mittels Grenzlinien, sondern mittels verschiedener Schraffirung der Rindenpartien zur Anschauung.

Aus dem langen Kampfe, welcher sich danach um die Existenz meiner Sinnessphären erhob, sollten diese schliesslich doch nicht ganz ungeschädigt hervorgehen. Man liess sie nicht scharfe, sondern verschwommene Grenzen haben, nicht an einander stossen, sondern mit den Rändern über einander greifen. Zuerst vereinzelt, dann immer allgemeiner trat die Aussage auf, ohne weitere Angabe, in welcher Breite die Ränder sich deckten, ohne nähere Begründung, ja ohne dass selbst nur Versuche in mehr als einer winzigen, hier durchaus unzureichenden Zahl angestellt waren. Sichtlich fand man Gefallen an dem, wenn auch noch so dürftigen Compromiss, welches das einheitliche Seelenorgan doch vor gar zu strengen Sonderungen bewahrte. Nur Hr. LUCIANI¹ hat ein weiter gehendes Compromiss nöthig gefunden und in breiter Ausführung auf grund von ca. 30 Versuchen neben vielem anderen nachzuweisen versucht, dass meine Sinnessphären allerdings zwar, so zu sagen, die Centralherde der betreffenden Sinne sind, dass aber jede Sinnessphäre noch vom Centralherde aus weit in die anderen Hirnlappen hinein schwächer ausstrahlt (irradiirt), so dass die Sehphäre mit ihren Ausläufern bis an die Spitze des Stirnlappens, Kopf- und Extremitätenregionen der Fühlphäre bis an den Hinterhauptslappen heran reichen und Hör- und Riechphäre bis zur Fissura longitudinalis sich erstrecken.

Hrn. LUCIANI's Ergebnisse haben nicht Beachtung weiter gefunden; und sie eingehend zu widerlegen, würde auch heutzutage ein unnützes Unternehmen sein, wo Jedermann mit ein paar grössten Rindenversuchen bei aseptischem Verfahren sich leicht von ihrer Unrichtigkeit überzeugen kann. Wenn nach Exstirpationen im Bereiche der Sehphäre Gefühls- oder Bewegungsstörungen am Kopfe oder an den Extremitäten, nach Exstirpationen in der Nähe der Fissura longitudinalis vor der Sehphäre Hör- und Riechstörungen, nach Exstirpationen in den Extremitätenregionen der Fühlphäre Gefühls- und Bewegungsstörungen am Kopfe oder sogar Sehestörungen sich finden, liegen nur unbrauchbare, für die Erkenntniss der örtlichen Functionen der Grosshirnrinde werthlose Versuche vor, bei welchen in Folge fehlerhaften

¹ Brain, Vol. VII. 1884. S. 145. — LUCIANI und SEPPILLI, Die Functions-Localisation auf der Grosshirnrinde. Leipzig 1886.

operativen Eingriffs oder schlechter Verheilung der Wunde weite Strecken der Rinde in der Umgebung der Exstirpationsstelle in Mitleidenschaft gezogen wurden. Und dass derart die Versuche waren, aus welchen Hr. LUCIANI seine Schlüsse zog, thut nicht bloss die Durchsicht seiner Versuchsprotocolle überreichlich dar, sondern würde sich auch schon aus dem entnehmen lassen, was man erfährt¹: dass Hr. LUCIANI zunächst einen Schnitt an den Grenzen des zu exstirpirenden Lappens durch seine ganze Dicke führte und die Blutung dadurch zum Stehen brachte, dass er die Wundflächen dicht an einander hielt und mit einem desinficirten Schwämmchen eine schwache Compression auf das Gehirn ausübte; dass er nach der dann folgenden Exstirpation die blutige Höhle mit carbolisirten Schwammstücken ausfüllte und wartete, bis die Blutung infolge der Bildung eines leichten Gerinnsels vollständig nachgelassen hatte; dass er danach die Schwämme entfernte, und die Wunde energisch mit einem feinen Strahl von Carbolwasser aus einem kleinen Zerstäuber auswusch; dass er an den folgenden Tagen häufig Carbolwasser in die Wunde einführte. Zum Überflusse werden wir in der Folge den Irrthum, welchem Hr. LUCIANI verfiel, gerade an der für ihn bedeutungsvollsten Rindenpartie noch unmittelbar durch die Versuche nachgewiesen sehen.

Aber auch dass die Sinnessphären mit ihren Rändern über einander greifen, ist nicht zuzugeben.

Schon als die Angabe sich zu verbreiten anfang, war ich zu neuen Erfahrungen gelangt, welche sich nicht mit ihr vereinigen liessen. Ich hatte beim Hunde Totalexstirpationen der Sehsphären oder der Hörsphären unternommen, indem ich für die Beseitigung der Rinde gerade die Grenzen einhielt, welche ich früher als die Grenzen jener Sinnessphären erkannt hatte: und ich hatte Hunde gewonnen, welche sich vollkommen rindenblind bez. rindentaub erwiesen, ohne dass sie im Bereiche der übrigen Sinne oder der Bewegungen eine Abnormität darboten. Die andauernde volle Blindheit oder Taubheit verbürgte da, dass die Rindenabschnitte, in welchen die Seh- bez. Hörnervenfasern ihre Endigung hatten, in ganzer Ausdehnung abgetragen worden waren; und da andere Sinnesstörungen, als Seh- oder Hörstörungen, nicht vorhanden waren, konnten Fasern anderer Sinnesnerven nicht in denselben Rindenabschnitten gewesen sein. Nebenbei lieferten ähnliche Versuche, bei welchen nur die Exstirpationen hier oder da am Rande nicht ganz so weit reichten, durch die Spuren oder Reste des Seh- bez. Hörvermögens, welche sich erhalten zeigten, für die Zuverlässigkeit der Grenzen der Sinnessphären, wie ich sie

¹ Functions-Localisation, S. 21—22.

ermittelt hatte, noch besondere Beweise. Ich habe über diese Reihen von Versuchen früher ausführliche Mittheilungen gemacht.

Doch bin ich dabei nicht stehen geblieben, sondern habe die Frage nach den Sinnessphären Grenzen immer wieder mit Versuchen verfolgt, insbesondere von der Zeit an, da das aseptische Verfahren eine unschätzbare Erleichterung und Verbesserung für die Untersuchungen brachte. Das anfängliche Operiren an der Grosshirnrinde ohne besondere Vorkehrungen gegen die septische Wundinfection und auch noch das antiseptische Operiren waren mit beträchtlichen Verlusten an Versuchen verbunden, weil die Rinde mehr oder weniger weit über die Exstirpationsstelle hinaus Veränderungen erfuhr und dadurch, wenn nicht gar die Thiere früh starben, die Versuche unrein und unbrauchbar wurden. Es war ein ebenso schwieriges wie wichtiges Erforderniss jeder Untersuchung, dass die unreinen Versuche durch die genaue Verfolgung der zu- und abnehmenden Krankheitssymptome und die sorgfältige Section ausfindig gemacht und für die Bestimmung der Functionen der exstirpirten Partie nicht verwerthet wurden; aber das Erforderniss wurde von vielen Seiten überhaupt nicht oder unzureichend beachtet, ja, seine strenge Erfüllung wurde nicht selten als unberechtigte Willkür verurtheilt, und daher entstanden tiefgehende Widersprüche, welche nur schwer zu beseitigen waren. Durch das aseptische Operiren sind jene Verluste zwar nicht gänzlich ausgeschlossen, aber in der Zahl äusserst beschränkt: und wenn schon einzelne unreine Versuche vorkommen, so treten sie doch aus den gesammten Versuchen gar zu leicht und zu deutlich in ihrem Unwerth hervor, als dass sie Schaden stiften könnten. Für Untersuchungen mit Rindenexstirpationen sollte man deshalb als ein oberstes Gebot das aseptische Operiren gelten lassen, und es ist bei meinen Versuchen fortan immer vorauszusetzen.

Ich hatte gerade die erste Mittheilung¹ meiner neuen Untersuchungen über die Fühlspähren veröffentlicht, als ich das aseptische Verfahren aufnahm, und unterwarf sogleich die dort angegebenen Grenzen der Kopf-, Hals- (Nacken-), Arm- und Beinregion des Hundes und des Affen durch neue systematische Versuchsreihen mit kleinen Exstirpationen einer nochmaligen Prüfung. Abgesehen von der Grenze zwischen Arm- und Beinregion des Hundes, welche in ihrem hinteren Stücke wegen der vielen Venen unklar blieb, erwiesen sich die Grenzen als richtig und scharf. Im Bereiche aller Regionen hatten die Exstirpationen regelmässig Gefühls- und Bewegungsstörungen, nie andere Sinnesstörungen zur Folge; und die Gefühls- und Bewegungsstörungen

¹ Diese Berichte 1892. S. 679.

betrafen, wo die Exstirpation innerhalb einer einzelnen Region sich hielt, immer ausschliesslich denjenigen Körpertheil, dessen Namen diese Region trug, und zeigten sich erst dann noch an einem zweiten Körpertheile, wenn die Exstirpation in dessen Rindenregion hineinreichte. Andererseits kamen nach Exstirpationen im Bereiche der Rindenpartien, welche an die Extremitätenregionen und die Kopfreion nach hinten oder an die Halsregion nach vorn sich anschliessen, solche Gefühls- und Bewegungsstörungen nicht zur Beobachtung, selbst wenn die Exstirpation dicht an die genannten Regionen stiess. Es boten sich dafür, wenn man hinter der Beinregion des Affen operirt hatte, Schstörungen dar; sonst waren auch andere Sinnesstörungen nicht aufzufinden. Rückte man mit den Exstirpationen hinter der Armregion des Affen allmählich nach vorn bis in die Armregion hinein, so war es geradezu überraschend, wie schon nach einem geringen Überschreiten der Grenze Gefühls- und Bewegungsstörungen des Armes sich einstellten.

Bestätigungen dieser Prüfungsergebnisse haben mir später in grosser Zahl die Versuche geliefert, welche meinen fortgesetzten Mittheilungen über die Fühl-sphären zugrunde lagen: die Totalexstirpationen beider Extremitätenregionen beim Hunde und beim Affen¹, die Total-exstirpationen der Armregion und die partiellen Exstirpationen der Extremitätenregionen, wie der Armregion beim Affen². Denn stets hielt ich mich beim Operiren streng an die Grenzen, wie sie meine Abbildungen zeigten, und nie mischten sich, wenn nicht einmal ein Versuch gröblich verunglückte, Gefühls- und Bewegungsstörungen eines Körpertheiles, der nicht hatte angegriffen werden sollen, geschweige denn andere Sinnesstörungen ein. Bei den partiellen Exstirpationen stellte sich dazu noch das Interessante heraus, das die enge Zusammenfassung der Nervenfasern an der Grosshirnrinde nach Körpertheilen als Princip in volles Licht setzte, dass sogar auch innerhalb der einzelnen Region die sensiblen und die motorischen Nervenfasern für jedes Glied der Extremität in einer Gruppe beisammen liegen und die Gruppen so einander folgen, wie die Glieder an einander gereiht sind.

Ich habe ferner die vordere Sehsphären-grenze ins Auge gefasst und zuvörderst beim Hunde die Rindenpartie, innerhalb welcher die Grenze nach meinen Ermittelungen verläuft, nochmals mit kleinen Exstirpationen abgetastet. Wo das hintere Ende der Exstirpation nach dem Sectionsbefunde vor die von mir angegebene Grenze fiel oder

¹ Diese Berichte 1893. S. 759; 1895. S. 595.

² Ebenda 1896. S. 1131.

etwa an die Grenze heranreichte, waren Störungen am Hunde gar nicht aufzufinden. Dagegen waren Sehstörungen des gegenseitigen Auges nachweisbar (der Hund sah einzelne Fleischstücke auf dem Boden nicht, verlor unter Umständen bewegtes Fleisch aus dem Auge u. dergl. m.), wenn die Exstirpation ein wenig weiter nach hinten sich erstreckte, und war die partielle Blindheit schon grob erkennbar, wenn die Grenze noch mehr überschritten war. Andere Sinnesstörungen waren neben den Sehstörungen nicht zu beobachten. Danach schiebt sich über die vordere Sehphäregrenze, bezüglich deren Lage meine Angabe abermals Bewährung fand, eine andere Sinnessphäre nicht in die Sehphäre hinein. Freilich aber hat sich auch nichts für die Existenz einer Sinnessphäre ergeben, welche vorn an die Sehphäre angrenzt, da nach den Exstirpationen vor der Sehphäre, auch wenn sie beiderseitig symmetrisch waren, der Hund das normale Verhalten darbot.

Beim Affen ist die entsprechende Prüfung dadurch erleichtert, dass man für die vordere Sehphäregrenze einen anatomischen Anhalt hat, da sie mit der Parieto-Occipitalfurche zusammenfällt. Ist der Hinterhauptsappen durch einen Verticalsechnitt, entlang dieser Furche unmittelbar hinter der dortigen Vene geführt, an beiden Hemisphären abgetragen, so besteht, wie die Untersucher übereinstimmend fanden und ich auch durch zwei neue Versuche wiederum mich überzeugte, andauernde¹ volle Rindenblindheit ohne anderweitige Sinnesstörungen. Ich habe nun in ansehnlicher Zahl kleine und etwas grössere Exstirpationen der Rinde des Gyrus angularis ausgeführt, welche entweder bis dicht an die Parieto-Occipitalfurche sich erstreckten oder etwas über die Furche hinaus in die Hinterhauptsappenrinde übergriffen. In den letzteren Fällen traten immer, mindestens für die ersten Tage nach der Operation, Sehstörungen auf, in den ersteren Fällen waren solche Störungen nicht nachzuweisen; und weder dort, noch hier kamen Gehörs-, Gefühls-, Geruchsstörungen zur Beobachtung. Des weiteren habe ich medialwärts vom Gyrus angularis wiederholt bei den einen Versuchen die vor der Parieto-Occipitalfurche gelegene Rinde des Gyrus centralis posterior, in den anderen Versuchen die Hinterhauptsappenrinde hinter der Furche abgetragen, jedesmal in ca. 5^{mm} Länge und bis dicht an die in der Furche gelegene Vene heran, die geschont werden muss. Ohne Ausnahme war der Erfolg, dass der

¹ VITZOU hat neuerdings bei einem Affen nach 3½ Monaten völliger Blindheit eine Wiederkehr des Sehvermögens beobachtet und als Ursache die Neubildung von Nervenfasern und Nervenzellen angegeben (Arch. de physiologie 1897, p. 29). Ich habe weder das eine noch das andere je gesehen, auch wenn ich die Hunde und Affen 1–2 Jahre am Leben erhielt.

Affe bei den ersteren Versuchen auffällige Gefühls- und Bewegungsstörungen am gegenseitigen Fusse ohne eine Spur von Sehstörungen, bei den letzteren Versuchen ausschliesslich hemiopische Störungen zeigte. Demgemäss verhält es sich beim Affen mit der Sehsphäre, wo sie an den Gyrus angularis grenzt, ebenso wie beim Hunde, und schieben sich auch dort, wo die Beinregion der Fühlsphäre und die Sehsphäre zusammenstossen, die Ränder dieser beiden Sinnessphären nicht über einander.

Mehr Grenzen habe ich bisher der erneuten Prüfung nicht unterzogen. Aber das Beigebrachte ist auch ausreichend, um bezüglich der Sinnessphären, wie der Fühlsphärenregionen das Reden von verschwommenen Grenzen oder über einander greifenden Rändern als unberechtigt darzuthun. Wie die neuen Ergebnisse mit den alten übereinstimmen, ist es ausser Zweifel, dass die verschiedenen Sinnessphären und innerhalb der Fühlsphäre die verschiedenen Regionen ganz verschiedene Rindenabschnitte mit scharfen Grenzen sind und wo sie als Nachbarn zusammentreffen, nicht im mindesten sich decken oder zusammenfallen, sondern lediglich an einander stossen.

2.

Anders kann es mit der Behauptung zu stehen scheinen, dass es an der Grosshirnrinde zwischen oder neben den Sinnessphären freie Abschnitte gibt, d. h. Abschnitte, welche nicht Sinnessphären sind; haben ja unter den oben behandelten Versuchen keinerlei Sinnesstörungen sich gezeigt, wenn gewisse Rindenpartien von den Exstirpationen betroffen waren: die Rinde vor der Halsregion beim Hunde und beim Affen, die Rinde hinter den Extremitätenregionen und vor der Sehsphäre beim Hunde und, soweit der Gyrus angularis reicht, auch beim Affen. Doch geben diese Erfahrungen nur eine unzuverlässige Stütze für jene Behauptung ab. Ich hatte dieselben Erfahrungen bereits 1878 bei meiner ersten Durchmusterung der Rinde mittels beschränkter Exstirpationen gemacht und darum auf den ersten Abbildungen, die ich für die Sinnessphären des Hundes an der Convexität der Hemisphäre gab, die vordere Stirnlappenrinde und die hintere Scheitellappenrinde, die ich nicht zu bewerthen wusste, allein ungeschrafft gelassen. Ausgezeichnet waren darnach die Rindenpartien ohne Frage. Aber sie konnten, musste man sich sagen, bloss dadurch ausgezeichnet sein, dass ihre Sinnesfunctionen schwerer, als die der übrigen Rinde, zu ermitteln waren, weil es dafür, sei es grösserer Exstirpationen, sei es einer feineren Beobachtung und Prüfung der Thiere bedurfte. Und so habe ich es wirklich bei neuen Unter-

suchungen zu finden geglaubt, welche mich noch im selben Jahre die Rindenpartien als Regionen der Fühlsphäre hinstellen liessen. Immerhin habe ich mir nicht verhehlt, dass es hier nicht so gut, wie an der übrigen Rinde, um den Nachweis der Function bestellt war, und ich habe deshalb diesen Rindenpartien immer weiter mit einer fast ununterbrochenen Folge von Versuchen meine Aufmerksamkeit zugewandt. Bessere Versuchsverfahren und genauere Prüfungen haben mir hier eine Berichtigung, dort eine Erweiterung meiner Angaben gebracht. Aber was sich insgesamt mir ergab, hat mich nur in der Auffassung bestärkt, zu welcher ich zuerst gelangt war.

Die Rindenpartie, mit deren Betrachtung wir beginnen wollen, ist die Rinde des Gyrus angularis beim Affen und die entsprechende, zwischen den Extremitätenregionen und der Kopfreion einerseits und der Sehphäre andererseits gelegene Rinde beim Hunde, die in meinen Abbildungen¹ mit *F* bezeichnet ist und diese Bezeichnung auch vielfach in der Litteratur weiter behalten hat. Wenn ich diese Rinde in ihrer ganzen oder fast ganzen Ausdehnung an einer Hemisphäre des Hundes oder des Affen exstirpirt hatte, bot das Thier in den meisten Fällen, auch bei sehr genauer Prüfung seiner Sinne, keine Abnormitäten dar. In den anderen Fällen war ein mässiges Thränen des gegenseitigen Auges bemerklich, entweder schon in den ersten Tagen nach der Operation oder erst später, immer aber nur für eine gewisse, nie einige Wochen übersteigende Zeit. Beim Hunde zeigte sich manchmal auch eine Verschiedenheit der Reaction, wenn man die Conjunctiva des einen und des anderen Auges ganz leicht mit der Nadel oder der (trockenen) Pinselspitze berührte: dem Angriff auf der Seite der Exstirpation folgten neben Blinzeln heftige Bewegungen an Kopf, Hals und gleichseitigem Vorderbein, der Angriff auf der anderen Seite zog auffällig schwächere derartige Bewegungen oder sogar lediglich Blinzeln nach sich. War die Rinde an beiden Hemisphären exstirpirt, so kam beim Hunde wie beim Affen jenes Thränen wiederum zuweilen zur Beobachtung, und zwar hin und wieder an beiden Augen zugleich, öfter ausschliesslich an einem Auge oder wenigstens an dem einen Auge deutlicher als an dem anderen. Anderweitige Störungen waren beim Hunde nicht zu constatiren. Und ebenso war es manchmal nach der beiderseitigen Exstirpation beim Affen. Anderemal jedoch kamen hier noch weitere Abnormitäten vor, indem der Affe die Augen nicht so weit, wie in der Norm, öffnen konnte, unter Umständen schielte und die gesehenen Objecte schlecht fasste.

--

¹ Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1878. S. 552. — H. MUNK, Über die Functionen der Grosshirnrinde. Gesammelte Mittheilungen. 2. Aufl. Berlin 1890. S. 50.

Dass diese Übersicht der Störungen gegenüber derjenigen, welche ich 1878 gab, bei sichtlicher Übereinstimmung im ganzen und grossen, doch im einzelnen mehrfache Abweichungen zeigt, hat in den natürlichen Mängeln der ersten Untersuchung seinen Grund. Trotz aller Sorgfalt war es mir nicht gelungen, die Versuche mit zu weit ausgedehnter Schädigung der Rinde alle als fehlerhaft auszuschneiden, und so schrieb ich unserer Rindenpartie einen Einfluss auf das Blinzeln zu, den sie in der Wirklichkeit nicht besitzt. Andererseits reichte die verhältnissmässig doch nur kleine Zahl der brauchbaren Versuche, die ich damals gewonnen hatte, nicht aus, um die Störungen richtig zu erkennen, deren Feststellung auf besondere Schwierigkeiten stösst, wie schon aus der Übersicht sich entnehmen lässt und ein näheres Eingehen auf die Störungen sogleich noch weiter zeigen wird.

Ich hatte 1878 nach der einseitigen Rindenexstirpation die Empfindlichkeit der *Conjunctiva* geprüft und auf der Gegenseite verringert gefunden. Beim Affen konnte ich darüber nicht mehr Erfahrungen sammeln, weil die Thiere die Prüfungen durch ihre Wildheit unmöglich machten oder, wenn sie sich schon in Ruhe halten liessen, durch ihre Apathie vereitelten. Beim Hunde aber, der fast immer die Prüfungen zulässt, habe ich noch häufig die geringere Empfindlichkeit der gegenseitigen *Conjunctiva* auf die angegebene Weise von neuem constatirt. Freilich gesellten sich zu den positiven Ergebnissen an demselben Hunde auch negative und trat bei einer ganzen Anzahl von Hunden die Verschiedenheit der beiden Augen überhaupt nicht hervor; aber diese Inconstanz der Prüfungserfolge konnte nicht irre machen, da sie ihre einfache Erklärung darin fand, dass es bei der groben Prüfungsweise in vielen Fällen nicht gelang, die Reizung in der erforderlichen Schwäche zu gestalten. Erwägt man dazu, dass die geringere Reaction immer bloss auf der der Exstirpation gegenüberliegenden Seite auftrat und an normalen Thiere nur selten eine so geringe Reaction sich zeigt, so darf man es als durch die Erfahrungen gesichert ansehen, dass unsere Rindenexstirpation die Empfindlichkeit des gegenseitigen Auges herabsetzt.

Dafür tritt dann auch noch eine andere unserer Störungen ein. Bei Hunden, die unversehrt oder andersartig am Hirn operirt lange im Stall gehalten wurden, habe ich wohl gelegentlich ein Thränen eines oder beider Augen gesehen, nie aber bei Affen, ausser wenn diese Thiere Krämpfen verfallen oder dem Tode nahe waren. Schon deshalb lässt sich das Thränen, das nach unseren Rindenexstirpationen sich einstellte, nicht lediglich dem Zufall zuschreiben, und erst recht geht es nicht an, weil, wo die Exstirpation einseitig war, bloss das gegenseitige Auge thränte. Aber auf der anderen Seite kann das

Thränen auch nicht eine unmittelbare Folge unseres Eingriffs sein, weil es nicht nur nicht immer, sondern eher verhältnissmässig selten und dabei ganz unregelmässig in der Zeit, bald früher bald später nach der Operation, zur Beobachtung kam, während doch ein häufiges Übersehen desselben durch die Einfachheit der Beobachtung und durch die Aufmerksamkeit, welche ich den Augen widmete, sicher ausgeschlossen war. Lässt sich daher das Thränen nur als eine mittelbare Folge unseres Eingriffs auffassen, so bietet es sich als das Nächstliegende dar, das Thränen davon abzuleiten, dass das Auge weniger empfindlich und infolge dessen der gelegentlichen traumatischen Reizung durch Fremdkörper mehr ausgesetzt war.

Die Störung im Öffnen der Augen machte sich bei vielen Affen gar nicht bemerklich oder so wenig, dass man über ihr Vorhandensein im Zweifel blieb; bei anderen Affen aber war es auffällig, wie die vorher grossen Augen nach der beiderseitigen Exstirpation unserer Rindenpartie kleiner erschienen. Die Lage des Augapfels war dabei nicht verändert, der Augapfel nicht etwa zurückgetreten, sondern die Lidspalte wurde nicht mehr so gross wie früher gesehen, weil das obere Lid nie mehr so hoch gehoben wurde. Die verschiedenen Affenarten schienen für die Beobachtung ungleich geeignet zu sein, am geeignetsten *Macacus Rhesus*. Dieser Affe gestattete zudem durch seine Eigenart noch eine besondere Constatirung. Glauben sich die Thiere bedroht oder werden sie zornig, so reissen sie nach Art des Menschen unter Vorbeugung des Oberkörpers und Streckung der Wirbelsäule, aber oft auch ohnedies, so weit als nur möglich die Augen auf, wie wenn sie den Gegner schrecken wollten. Nach der Rindenexstirpation war das vorherige so weite Aufsperrn der Augen nicht mehr zu sehen.

In den Bewegungen und Stellungen der Augen waren auch nach der beiderseitigen Exstirpation manchmal keine Abnormitäten zu finden. Doch zeigten sich solche in anderen Fällen, wenn die Aufmerksamkeit des Affen auf ein nahes Object gelenkt wurde. Brachte man gerade vor den Augen des Affen, der ruhig sass oder am Gitter des Käfigs hing, ein kleines Mohrrübenstück zwischen den Fingern heran, und hielt man es so fest, dass der Affe etwas daran hantiren musste, ehe er es nehmen konnte, so blieb die Convergenzbewegung der Augen, welche der normale Affe zeigt, aus, oder es trat für eine kurze Zeit ein deutlicher Strabismus convergens auf. Auch liess sich ein solches Schielen oft beobachten, wenn man das Mohrrübenstückchen zur Seite des Affen heranbrachte, so dass dieser den Blick nach rechts oder links und am besten zugleich nach oben richten musste. Da ein centrales Scotom erweislich nicht bestand, ist zu schliessen, dass die Fähigkeit zu fixiren durch den Eingriff geschädigt war.

Die letzte Störung sprang, wo sie vorhanden war, im Gegensatz zu den eben besprochenen Störungen in die Augen, da der beiderseitig operirte Affe die kleinen Nahrungsstücke am Boden des Käfigs, selbst ein Reis- oder Haferkorn, statt mit den Fingerspitzen, mit der ganzen Hand und sogar mit dem Munde aufnahm. Das Fassen mit dem Munde erfolgte in der ersten Zeit nach der Operation recht häufig und später seltener, doch hin und wieder auch noch nach Monaten; der Mund erreichte dabei schon, bevor er an das Nahrungsstück gekommen war, den Boden und wurde dann horizontal an das Stück herangeschoben. Die Hand fasste stets so, dass sie ganz flach, die Finger adducirt, auf das Nahrungsstück gelegt und darauf zur Faust geschlossen wurde. Die ersten Male, dass der Affe sich vom Boden des Käfigs auf die Stange schwingen wollte, fuchtelte er mit dem erhobenen Arm erst etwas in der Luft um die Stange herum, ehe er diese mit der Hand fasste; und ebenso fuchtelte er wieder, um zurück auf den Boden zu gelangen, mit der vorgestreckten Hand erst mehrmals nahe der Käfigwand hin und her, ehe er die Hand als Stütze anlegte. Dasselbe liess sich später abermals beobachten, wenn man den Affen in einen grösseren Käfig versetzte. Legte man ein Mohrrübenstückchen auf den Querbalken, welcher die Gitterstangen des Käfigs in halber Höhe verband, so schob der Affe, der dahinter auf der Stange sass, sofort den Arm mit flacher Hand vor; aber die Hand ging, die rechte rechterseits, die linke linkerseits am Stückchen vorbei ansehnlich über dasselbe hinaus nach vorn und unten und weiter die rechte Hand nach links, die linke nach rechts, bis sie rasch geradesweges oder mit einigem Hin und Her zurückgezogen wurde. Gerieth die Hand auf dem Rückwege an das Stück, so klappte sie sofort zu und führte das Stück gut zum Munde. In der Regel aber kehrte die Hand leer zurück, und dann wiederholte sich das Vorführen des Armes mehrmals in gleicher Weise. Schliesslich ging der Affe mit dem Kopfe nach vorn und unten, kam jedoch auch mit diesem nicht richtig, sondern etwas zu weit hinten und zu tief an und hob den Kopf und schob ihn vor, bis er das Stück mit dem Munde oder der herausgestreckten Zunge erreichte. Wurde die Prüfung oftmals und von Tag zu Tag am Querbalken wiederholt, so langten Hand und Mund mit der Zeit immer näher am Stück an, und endlich wurde das Stück zuerst vom Munde, dann von der flachen Hand unmittelbar gefasst. War die Prüfung am Querbalken einige Zeit ausgesetzt worden, so zeigte sich bei ihrer Wiederaufnahme wieder ein schlechteres Treffen des Stücks, ein desto schlechteres, je länger die Pause gedauert hatte. Legte man, wenn der Affe von der Stange aus das Mohrrübenstück auf dem Querbalken

schon gut traf, vor dem am Boden hinter dem Gitter sitzenden Affen ein Mohrrübenstück auf das vorspringende Bodenbrett ausserhalb des Gitters, so zeigte sich alles gerade so, wie bei der ersten Prüfung am Querbalken; und die ganze Reihe der weiteren Beobachtungen am Querbalken liess sich nunmehr nochmals am Bodenbrett machen. Ebenso wiederholte sich alles, wenn man zur Zeit, da der Affe auf Querbalken und Bodenbrett gut traf, die Mohrrübenstückchen auf der dem Affen zugewandten Spitze einer langen Nadel vor dem Gitter hielt. Nur fasste die Hand, über das Stück hinaus gegangen, die Nadel, auf die sie stiess; und dann verschob der Affe gewöhnlich diese Hand an der Nadel rückwärts bis zum Stück, manchmal führte er den Mund oder die andere Hand heran, die nach den anfänglichen Verfehlungen das Stück nahmen. Und so hatten auch andere derartige Prüfungen immer im wesentlichen gleiche Ergebnisse. Es verdient nur noch eine besondere Bemerkung, dass ich nie den Affen mit dem Munde so, wie mit der Hand, über das Mohrrübenstück hinausgehen oder mit der Hand so, wie mit dem Munde, zunächst hinter dem Stück zurückbleiben sah. Einen dieser Affen ausserhalb des Käfigs an der langen Kette zum Klettern oder Springen zu bewegen, ist mir nicht gelungen.

Natürlich ist es der erste Gedanke, wenn man den Affen zum Fassen des kleinen Objectes den Mund statt der Hand benutzen und beim Greifen mit der ganzen Hand fehlgehen sieht, dass die Rinde über den Gyrus angularis hinaus nach hinten in die Selsphäre, nach vorn in die Armregion hinein verletzt sei. Doch das war bei den gelungenen Versuchen, auf welchen die obige Schilderung beruht, nicht bloss nach Ausweis der Section, sondern auch nach allen Beobachtungen und Prüfungen nicht der Fall. Ein Defect im Gesichtsfelde eines oder beider Augen war ausgeschlossen, da der Affe jedes kleinste Nahrungsstück, wo es auch sich befand oder auftauchte, sofort sah und es nicht aus dem Auge verlor, wenn es rasch vorübergeführt oder geworfen wurde. Auch wandte der Affe nie suchend den Kopf hin und her, ehe er den Arm zum Greifen in Bewegung setzte, noch tappte er mit der Hand, die Finger gespreizt, herum, bis er schliesslich das Stück mit den Fingerspitzen fasste, wie man das eine und das andere bei partiell rindenblinden Affen sieht. Ebenso wenig war eine Schädigung der Berührungsempfindlichkeit und der Bewegungsfähigkeit von Hand und Fingern zu constatiren. Der Affe ging, kletterte und kratzte ohne jede Abnormität und vollführte alle Hand- und Fingerbewegungen, selbst die verwickeltesten und unter Umständen gerade diejenigen, welche ihm abzugehen schienen, nicht anders als in der Norm, ohne auch nur die kleinste Unbeholfenheit.

Hielt ich vor dem Affen ein Mohrrübenstückchen zwischen meinen Fingern eingeklemmt, so fasste seine Hand, über das Stück hinausgegangen, die meinige und schob sich an dieser rückwärts, bis sie das Stück umgab; dann wurden die Fingerspitzen an das Stück gelegt, es begann das prächtige Spielen von Hand und Fingern, durchaus wie in der Norm, bis es dem Affen gelungen war, das Stück mir zu entwinden oder einen Theil desselben mit den Nägeln abzukneifen, und die Beute wurde in der normalen Weise zwischen den Fingerspitzen zum Munde geführt. Hatte der Affe ein grösseres Mohrrüben- oder Reisstück in den Mund gebracht und drohte nach dem Abbeissen oder beim Kauen ein Theilstück herauszufallen, so führte der Affe die Hand an den Mund, fasste das Theilstück normal mit den Fingerspitzen und schob es entweder sogleich in den Mund hinein oder nahm es heraus und hielt es zwischen den Fingerspitzen, bis er es wieder in den Mund brachte. Nie kam es hierbei oder sonst je vor, dass die Hand nicht auf dem kürzesten Wege zum Munde ging und diesen genau traf. An dem Affen war also die Fähigkeit, mit den Fingerspitzen zu fassen, unversehrt; und wenn er nicht von ihr Gebrauch machte, wo es ein Object zu fassen galt, das er im Raume vor sich sah, so war der Grund nur darin zu suchen, dass das Greifen mit ganzer Hand oder Mund dort mehr zweckentsprechend war. Indem er auch so noch oft nicht traf, sondern zu weit oder zu kurz griff, kam die Störung zum Ausdruck, aus welcher alle anderen Erscheinungen abzuleiten waren, die Störung, dass er die Lage des Objectes in der Tiefe des Gesichtsfeldes nicht richtig erkannte. Natürlich war der Affe, indem er das Object in den Augen behielt, die Bewegungen zu controliren und zu corrigiren imstande; und so konnte er bei der langsamen Bewegung des Kopfes, da er, sobald der Kopf zu weit vorwärts ging, das Object aus den Augen verlor, mit dem Munde nur hinter dem Objecte anlangen. Bei dem raschen Vorstrecken der Hand aber kamen die Correctionen zu spät, als dass sie die abnorme Bewegungsintention und damit die Störung, die ihr zugrunde lag, nicht weniger verfälscht hervortreten liessen. Jedenfalls hatte der Affe das Gefühl vom Grade der Convergenz der Augen verloren, das ihm vor der Verstümmelung die Kenntniss des Abstandes des fixirten Objectes verschafft hatte; und in anbetracht der vorher behandelten Störung konnte es ja auch nicht anders sein, als dass ihm das Gefühl fehlte, weil die Convergenzbewegung sich nicht mehr wie in der Norm vollzog.

Aufzuklären bleibt, weshalb die Störung nur manchmal, nicht immer auftrat, obwohl doch eine Schwierigkeit der Beobachtung oder des Nachweises, wie bei den anderen Störungen, hier nicht bestand.

Es verlangt dafür Beachtung, dass die Rinde des Gyrus angularis wohl günstigstenfalls, wie ich sagte, in der ganzen Ausdehnung des Gyrus extirpirt war, aber von einer so vollkommenen Abtragung der Rinde, wie bei der Totalexstirpation der Sehsphäre oder der Extremitätenregionen, nicht die Rede sein konnte. Um die Gefahr abzuwenden, dass die unter der Rinde hinziehenden Radiärfasern des Hinterhauptslappens geschädigt wurden, durfte nicht tief extirpirt werden; und wenn auch in einer Anzahl von Versuchen die graue Substanz, die auf der Schnittfläche an der Parallelfurche sichtbar war, noch nachträglich herausgeschnitten wurde, so blieb doch im hinteren Theile des Gyrus stets graue Rinde, und zwar in wechselnder Menge zurück. Der Eingriff war mithin bloss im groben immer derselbe, im feineren bot er wesentliche Verschiedenheiten dar, und deshalb ist es nur zu gut begreiflich, dass manchmal die Störung ausblieb, die anderemal vorhanden war. Auch bei den vorher behandelten Störungen wird man es zum Theil auf die Schwankungen des Eingriffs zurückführen dürfen, dass sie nicht in jedem Falle sich einstellten; und man wird es der Unvollkommenheit der Exstirpation zuschreiben haben, dass die Störungen zuweilen nur für eine gewisse Zeit nach der Exstirpation zur Beobachtung kamen und später nicht mehr deutlich zu erkennen waren.

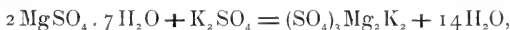
Nehmen wir alles zusammen, so hat sich, soweit überhaupt Abnormitäten bemerkbar waren, als Folge der einseitigen Exstirpation unserer Rindenpartie die Herabsetzung der Empfindlichkeit des gegenseitigen Auges ergeben und als Folge der beiderseitigen Exstirpation weiter noch die Unfähigkeit, die oberen Augenlider so hoch wie normal zu heben, ferner normal zu fixiren und die Lage der Objecte in der Tiefe des Gesichtsfeldes zu erkennen. Diese Störungen sind am Auge der Art nach durchaus entsprechend den Gefühls- und Bewegungsstörungen, welche nach der Exstirpation der Extremitätenregionen an Arm und Bein, nach der Exstirpation der Kopfregion am Kopfe, der Halsregion am Halse sich finden; und sie geben daher die Rinde des Gyrus angularis beim Affen und die Rindenpartie *F* beim Hunde gleichfalls als eine Region der Fühlsphäre zu erkennen, als die Augenregion.

Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers.

XVI. Das Magnesiumkaliumsulfatfünftelhydrat.

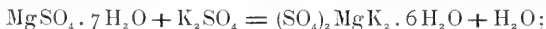
VON J. H. VAN'T HOFF und N. KASSATKIN.

Zur Beurtheilung der Bildungsverhältnisse des in den Salzlagern vorkommenden Minerals Langbeinit $(\text{SO}_4)_3\text{Mg}_2\text{K}_2$, das seiner Zusammensetzung entsprechend als Product der völligen Entwässerung von zwei Molekülen Magnesiumsulfat und einem Molekül Kaliumsulfat aufzufassen ist:

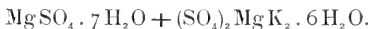


haben wir die stufenweise Entwässerung dieser Salzmischung verfolgt.

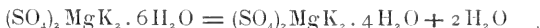
In dieser Hinsicht war schon bekannt, dass zunächst oberhalb -3° ein erstes Wassermolekül unter Bildung von Schönit¹ abgespalten wird:



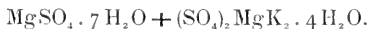
die ursprüngliche Mischung wird dadurch zu:



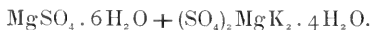
Es erfolgt dann bei 41° Verlust von zwei Wassermolekülen seitens des Schönits unter Bildung von Leonit²:



und die ursprüngliche Mischung wird zu:



Schliesslich verliert bei $47^\circ 2$ das Magnesiumsulfat ein Wassermolekül¹, und es entsteht:



Von dieser Entwässerungsstufe ausgehend, haben wir den weiteren Weg bis zum Langbeinit verfolgt und sind dabei auf ein bis jetzt

¹ VAN DER HEIDE, Zeitschr. f. physik. Chemie 12, 419.

² Dies. Sitzungsberichte 1898, 812.

unbekanntes Zwischenproduct gestossen, das wir also zunächst in Untersuchung nahmen. Es stellte sich als ein eigenthümliches Doppelsalz von der Zusammensetzung $(\text{SO}_4)_5\text{Mg}_4\text{K}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ heraus, das dem auf dem Wege zur Kieseritbildung¹ gefundenen Magnesiumsulfatfünftelhydrat $(\text{SO}_4\text{Mg})_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ zur Seite steht.

Die Bildung dieses neuen Doppelsalzes erfolgt beim Erwärmen einer Mischung von Magnesiumsulfathexahydrat und Leonit und zeigt sich im Dilatometer durch eine bedeutende Ausdehnung oberhalb $72^\circ 5$, welche unterhalb dieser Temperatur durch den umgekehrten Vorgang rückgängig wird. Die betreffende Umwandlung gehört, weil dieselbe ziemlich rasch vor sich geht, zu den leicht zu verfolgenden, und man bekommt sie auf einfacherem Wege beim Eintauchen eines Thermometers in die sich verwandelnde Salzmischung ebenfalls zu sehen. Dabei ist nicht einmal nothwendig, von den obengenannten Salzen auszugehen, sondern es genügt, die Mischung von feingepulvertem Kalium- und Magnesiumsulfat, am besten eins auf vier Moleküle, zu erwärmen, und zwar unter Öl zur Vorbeugung des Eintrocknens. Die obigen Umwandlungen vollziehen sich dann zunächst, und schliesslich wird gegen 80° unter Umrühren in Folge der in Rede stehenden Umwandlung das Ganze undurchsichtig weiss unter merkbarer Verflüssigung. Wird es dann in Baumwolle gestellt und mit eingetauchtem Thermometer gerührt, so zeigt sich ein allmähliches Sinken der Temperatur bis einige Grade unterhalb $72^\circ 5$: dieselbe steigt dann bei eintretender Rückverwandlung auf $72^\circ 5$ an und hält sich dort längere Zeit constant unter merkbarem Erstarren der theilweise flüssigen Masse.

So leicht die Feststellung der Bildungstemperatur, so schwierig war die Erkennung des gebildeten Productes. Dass dasselbe nicht einfach aus einem der in der Mischung vorhandenen Salze entsteht, zeigte sich, indem beim Erwärmen von Magnesiumsulfathexahydrat oder Leonit allein die betreffende Umwandlung nicht eintrat:

Das Magnesiumsulfathexahydrat zeigt nach Versuchen von Hrn. ESTREICHER-ROZBIERSKI erst bei höherem Erhitzen zwei kurz nach einander stattfindende Verwandlungen, deren Temperaturen sich nicht aus einander halten liessen und bei $77^\circ 5$ liegen; die erste derselben erfolgt unter Contraction, die zweite unter Ausdehnung; beide entsprechen wohl der Bildung des früher beschriebenen Penta- bez. Tetrahydrats², welche nach dem dort erwähnten dicht einander folgen, indem auch beim Einengen einer magnesiumchloridhaltigen Lösung das Tetrahydrat dem Pentahydrat schnell nachfolgt.

¹ Diese Sitzungsberichte 1899, 340.

² Diese Sitzungsberichte 1898, 487.

Der Leonit seinerseits, allein erhitzt, zeigt nach Versuchen von Hrn. MEYERHOFFER erst bei 88° eine Verwandlung unter Ausdehnung, ohne dabei Wasser abzuspalten.

Die an der Mischung von Magnesiumsulfat beobachtete Umwandlung beruht also auf einer gegenseitigen Wirkung, und darauf weist auch die Zusammensetzung des Products, das wir aus der Lösung von Kaliumsulfat und Magnesiumsulfat in Überschuss oberhalb 72° bei 80° erhielten. Sind in der Lösung auf ein Molekül Kalium vier Moleküle Magnesiumsulfat vorhanden, so bildet sich zunächst Leonit, dann der neue, in wohl ausgebildeten Nadeln krystallisirende Körper, worauf bei langsamem Einengen schliesslich das Ganze, unter Aufzehrung des Leonits, erstarrt. Möglichst sorgfältig bei 80° von der Mutterlauge befreit und getrocknet, gab die Analyse folgendes Resultat von zwei Praeparaten:

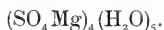
| | Gefunden | | Berechnet |
|------------------|----------|------|-----------|
| | I | II | |
| H ₂ O | 12.6 | 12.5 | 12.1 |
| Mg | 13.1 | 13.5 | 13.06 |
| SO ₄ | 64 | 64.9 | 64.37 |
| K | 10.8 | 10.7 | 10.47 |

welche Zahlen sehr annähernd auf die Zusammensetzung:

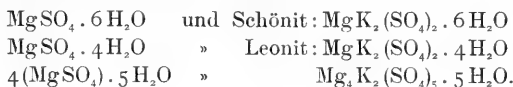


stimmen.

Die etwas auffällige Zusammensetzung legt die Vermuthung nahe, dass es uns nicht vollkommen gelungen ist, die Mutterlauge zu entfernen und also eine Mischung vorlag. Bei der schwierigen Abtrennung der sehr concentrirten Mutterlauge ist diese Möglichkeit nicht ganz ausgeschlossen, wiewohl die Beobachtung unter dem Mikroskop auf annähernde Einheitlichkeit hinwies. Andererseits wird die erwähnte Zusammensetzung weniger befremdend bei Berücksichtigung derjenigen von dem früher isolirten Magnesiumsulfatfünfviertelhydrat:



Dasselbe steht dem obigen Körper zur Seite, wie auch andere nunmehr bekannte Magnesium- und Kaliummagnesiumsulfate, die nur um ein Molekül Kaliumsulfat differiren:



Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers.

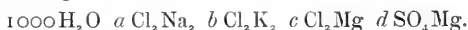
XVII. Eine Beziehung in der Zusammensetzung der bei 25° an
Chlornatrium und Chlorkalium gesättigten Lösungen.

VON HAROLD A. WILSON.

(Vorgelegt von Hrn. VAN'T HOFF.)

Im Diagramm¹ für die Löslichkeitsverhältnisse bei Sättigung an Chlornatrium und Anwesenheit von den Chloriden und Sulfaten von Kalium und Magnesium bei 25° ist nur für bestimmte Lösungen die Zusammensetzung festgestellt und durch Punkte eingetragen. Die dieselben verbindenden Linien und die hierdurch umgrenzten Flächen sind der Form nach zunächst unbekannt. Bei Beurtheilung der diesbezüglichen Möglichkeiten zeigte sich, dass in der Fläche, welche Sättigung an Chlornatrium und Chlorkalium darstellt, eine sehr einfache Beziehung die verschiedenen Daten verknüpft, welche auf eine verhältnissmässig einfache Form dieser Fläche hinweist. In der Litteratur fanden sich noch ein paar andere zur Prüfung der gefundenen Beziehung verwendbare Daten vor, die im erwähnten Diagramm nicht enthalten sind und demnach hier mit angeführt werden.

Die Beziehung zeigt sich, falls, wie bei Zugrundelegung des betreffenden Diagramms gethan, die Zusammensetzung ausgedrückt wird in Molekülen Chlornatrium, Chlorkalium, Chlormagnesium und Magnesiumsulfat auf 1000 Moleküle Wasser, dabei die ersten beiden Salze doppelmolekular genommen, also allgemein:



Es liegt dann folgendes Verhältniss vor:

$$b + \frac{c}{5} = \text{const.},$$

¹ Diese Sitzungsberichte 1898, S. 820.

d. h. dass jedes eintretende Doppelmolekül Chlorkalium ein Fünftel Molekül Magnesiumchlorid verdrängt, und so erinnert diese Beziehung an diejenige von ENGEL, allerdings in viel einfacheren Fällen gefundene, wobei bei Sättigung, z. B. an Chlorkalium, Anwesenheit eines anderen Chlorids Verdrängung veranlasst in einfachen molekularen Verhältnissen.

Es seien nunmehr die Daten mitgetheilt:

| Sättigungen an: | Cl_2K_2 | Cl_2Mg | $\text{Cl}_2\text{K}_2 + \frac{\text{Cl}_2\text{Mg}}{5}$ |
|---|-------------------------|------------------------|--|
| ClNa und ClK^1 | 19.5 | 0 | 19.5 |
| ClNa , ClK und Glaserit ² | 20 | 0 | 20 |
| " " und Carnallit ² | 5.5 | 70.5 | 19.6 |
| " " Glaserit und Schönit ³ | 16 | 18.5 | 19.7 |
| " " Schönit und Leonit ³ | 14.5 | 25.5 | 19.6 |
| " " Leonit und $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}^3$ | 13 | 30.5 | 19.1 |
| " " $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ und $\text{MgSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}^3$ | 6.5 | 63 | 19.1 |
| " " $\text{MgSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ und Carnallit ³ | 6 | 68 | 19.6 |
| " " und $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}^4$ | 7.8 | 55.8 | 19 |
| " " Schönit und $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}^4$ | 9.5 | 42.5 | (18) |
| " " in 20 Procent MgCl_2^1 | 9.5 | 47.5 | 19 |

Bei sehr auseinandergehenden Werthen für Chlorkalium, zwischen 5.5 und 20, sowie für Chlormagnesium, zwischen 0 und 70.5, hält sich also die Beziehung aufrecht für Bestimmungen, die von verschiedenen Beobachtern und zu verschiedenen Zeiten gemacht wurden, während der etwas kleinere eingeklammerte Werth 18 einer Bestimmung entlehnt ist, die auch schon dort als weniger sorgfältig durchgeführt in einer Fussnote erwähnt wird.

Sehr wahrscheinlich wird also, dass bei sämtlichen obigen Bestimmungen die Sättigung an Chlornatrium und Chlorkalium erreicht war und dass die Fläche, welche diese Sättigung im Diagramm darstellt, in der Richtung parallel *BE* (Fig. 2 in diesen Sitzungsberichten 1898, 820) gerade ist, was den Einblick in den Krystallisationsgang wesentlich vereinfacht, da derselbe sich hauptsächlich in der Krystallisationsbahn vollzieht, welche zum grössten Theil in dieser Fläche liegt.

¹ PRECHT und WITTGEN, Berl. Ber. 14, 1667.

² Diese Sitzungsberichte 1898, 595.

³ Diese Sitzungsberichte 1898, 819.

⁴ Diese Sitzungsberichte 1899, 381.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

7

LIII.

432156

21. DECEMBER 1899.

MIT DEM DRUCKSCHRIFTEN-VERZEICHNISS, TITELN, INHALTS-VERZEICHNISS
UND REGISTERN

BERLIN 1899.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung. Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungszahl, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41. 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesamtkademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen nur durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stücke der in den Text einzuschaltenden Holzschritte fertig sind und von besonders beizugehender, Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch

nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesamtkademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschiekt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41. 2. - Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte, jedoch nicht für die darin aufgenommenen kurzen Inhaltsangaben der gelesten Abbildungen verantwortlich. Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, sofern nicht im besonderen Falle anderes vereinbart wird, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

„ „ „ Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,

„ „ „ October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

SITZUNGSBERICHTE

1899.

DER

LIII.

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

 21. December. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. WALDEYER.

*1. Hr. LENZ las in Vertretung des Hrn. KOSER eine Untersuchung des Letzteren »über die Kosten der preussischen Kriegsführung im Siebenjährigen Kriege«.

Die Untersuchung wird erschwert durch die verwickelte Gliederung der Finanzeinrichtungen FRIEDRICH'S des Grossen und durch die Brüchigkeit des uns erhaltenen archivalischen Materials. Nach einer Übersicht über die mit der Hebung und Verwaltung der Kriegsgefälle befassten Behörden bez. Cassen wird versucht, die Erträge der einzelnen Einnahmequellen des Kriegsbudgets (ordentliche Einnahmen der Generalkriegscasse, Zuschüsse der Generaldomänenkasse, die einschlägigen Positionen des schlesischen Etats, Zahlungen aus dem Staatsschatz, Staatsanleihen, Besteuerung des Kurfürstenthums Sachsen und sonstige Contributionen aus Feindesland, englische Subsidien, Erträge aus den Münzen) wenigstens annähernd zu bestimmen.

2. Hr. SACHAU überreichte die zweite Auflage der Grammatik der aethiopischen Sprache von AUGUST DILLMANN, Leipzig 1899, und das von ihm selbst bearbeitete Verzeichniss der syrischen Handschriften der Königlichen Bibliothek zu Berlin in 2 Abtheilungen, Berlin 1899.

Seine Majestät der Kaiser und König haben unter dem 18. December die Wahl des ordentlichen Professors der Geologie an der Kgl. Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin Hrn. WILHELM BRANCO

* erscheint nicht in den akademischen Schriften.

zum ordentlichen Mitgliede der physikalisch-mathematischen Classe der Akademie zu bestätigen geruht.

Die Akademie hat das ordentliche Mitglied ihrer physikalisch-mathematischen Classe Hrn. KARL FRIEDRICH RAMMELSBERG am 28. December durch den Tod verloren.

Über die Vertheilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei höheren Temperaturen.

Von Prof. F. PASCHEN
in Hannover.

(Vorgelegt von Hrn. PLANCK am 7. December [s. oben S. 893].)

In einer früheren Mittheilung¹ konnte ich zeigen, dass das von Hrn. W. WIEN aufgestellte Strahlungsgesetz des schwarzen Körpers durch Beobachtungen in dem Temperaturgebiete 100° C. bis 450° C. um so besser bestätigt wurde, je mehr die Versuchsanordnung den theoretischen Voraussetzungen gerecht wurde. Zugleich hat dieses Gesetz durch die theoretischen Untersuchungen des Hrn. M. PLANCK² eine bedeutsame Stütze erhalten. Hr. PLANCK leitet das Gesetz aus seiner elektromagnetischen Theorie der Strahlung ab und führt dabei nur noch eine Hypothese zur Definition der Entropie ein, welche er zwar noch nicht für völlig befriedigend begründet hält, welche aber doch wohl sicherer ist als die Annahmen, welche Hrn. WIEN auf dem Boden der kinetischen Gastheorie zu dem gleichen Resultate führten. Das Gesetz erscheint auch nach PLANCK's Darstellung als ein streng gültiges Naturgesetz und seine Constanten haben eine allgemeine Bedeutung.

Der experimentellen Forschung bleibt die Aufgabe, erstens zu untersuchen, innerhalb welcher Grenzen das Gesetz und damit die Annahme PLANCK's als gültig gefunden werden kann, und zweitens, die Constanten des Gesetzes möglichst genau zu bestimmen.

Nach den Resultaten der Untersuchung des Gebietes niederer Temperaturen erwartete ich, bei höheren Temperaturen das Gesetz innerhalb sehr kleiner Fehler gültig zu finden. Meine Versuche zeigten aber, dass hier mancherlei experimentelle Schwierigkeiten vorhanden sind.

¹ Diese Berichte 1899 S.405 (Sitzung vom 27. April).

² M. PLANCK, Über irreversible Strahlungsvorgänge. Diese Berichte S. 440 (Sitzung vom 18. Mai 1899).

Während bei niederen Temperaturen die Herstellung der Strahlung des schwarzen Körpers ziemlich einfach erscheint und nur einige besondere Anordnungen des Bolometers nothwendig sind, damit die Strahlung grösserer Wellenlängen genügend absorhirt wird, ward es mir bei höheren Temperaturen verhältnissmässig schwer, die Strahlung des schwarzen Körpers so vollkommen zu verwirklichen, dass seine Energiecurven innerhalb der Versuchsfehler das Gesetz befolgten.

Ich habe versucht, diese Strahlung erstens durch Hohlräume mit erhitzten Wänden und zweitens dadurch herzustellen, dass die gesammte, von einer kleinen glühenden Fläche ausgehende Strahlung mittels Spiegelung immer wieder auf die Fläche reflectirt wurde. Bei der ersten Anordnung, welche die bessere zu sein scheint, ist es ausserordentlich schwierig, die Wände eines mit einer Öffnung versehenen Hohlraumes genügend gleichmässig zu erhitzen. Je grösser der Hohlraum und seine Öffnung und je höher die Temperatur ist, um so grössere Temperaturdifferenzen kommen an verschiedenen Stellen der Wände vor. Erst wenn diese auf ein geringes Maass herabgedrückt sind, zeigt die austretende Strahlung mit genügender Annäherung die Energiecurve des WIEN'schen Gesetzes.

Bei der zweiten Anordnung, die Strahlung des schwarzen Körpers durch Spiegelung herzustellen, ist es zwar möglich, eine kleine undurchsichtige Fläche gleichmässig zu erhitzen; es bleibt aber die Schwierigkeit, die Spiegelung einigermaassen vollkommen zu gestalten. Wenn durch diese auch nur die Abweichung¹ corrigirt werden soll, welche die Strahlung der Fläche von derjenigen des schwarzen Körpers gleicher Temperatur hat, eine Differenz, die sich durch eine geeignete Oberfläche der glühenden Schicht gering machen lässt, so habe ich dazu doch schon eine kostspielige spiegelnde Halbkugel anwenden müssen. Die Art der Abbildung ausserhalb des Centrums einer spiegelnden Kugel führt ferner im Glühen einer nicht sehr kleinen Fläche eine mit der Temperatur veränderliche Ungleichmässigkeit herbei. Schliesslich erweist sich bei dieser Anordnung die genaue Messung einer hohen Temperatur als sehr schwierig.

Ich habe nun nach beiden Methoden die Versuchsanordnung allmählich immer mehr verbessert und dabei gefunden, dass jede Verbesserung im Sinne der theoretischen Forderungen gewisse Abweichungen der Beobachtungsergebnisse vom Gesetze herabmindert, so dass schliesslich bei beiden Anordnungen Resultate erhalten wurden, welche unter einander völlig übereinstimmen und welche auch mit den bei niederen Temperaturen gefundenen Ergebnissen genügend im Ein-

¹ WIED. ANN. 1897 Bd. 60 S. 719.

klänge scheinen. Wenn in den mitzutheilenden Resultaten noch vereinzelt kleine Abweichungen von dem Gesetze vorkommen, so sind dies meistens die Reste grösserer Abweichungen, welche nur beweisen können, dass gewisse Mängel in der Anordnung noch nicht genügend beseitigt sind. Sobald man aber die Genauigkeit der Messungen weiter treiben würde, würden gewiss die bisher noch soeben genügenden Anordnungen erheblich zu verbessern sein, um die Gültigkeit der Gesetze innerhalb kleinerer Fehlergrenzen zu ergeben.

Da es zu weit führen würde, alle die Untersuchungen auseinanderzusetzen, welche ich zur Überwindung der rein praktischen Schwierigkeiten angestellt habe, beschränke ich mich auf die Mittheilung der bei einigen möglichst zweckentsprechenden Anordnungen gefundenen Resultate.

Die allgemeine Anordnung des Spectralapparates blieb dieselbe, wie bei der Untersuchung niederer Temperaturen. Der bestrahlte Bolometerzweig bestand bei allen Messungen über höhere Temperaturen aus einem 4^{mm} langen, $0^{\text{mm}}3$ breiten und $1/2000^{\text{mm}}$ dicken Platinstreifen, welcher mit einer dicken Schicht Platinschwarz bedeckt war und sich im Mittelpunkte der früher beschriebenen spiegelnden Hohlkugel befand. Der Bolometerstrom wurde stets in gleicher Stärke gehalten und die Strahlungsempfindlichkeit des Apparates dadurch verändert, dass man in den Kreis des Galvanometers Widerstände aufnahm.

Die Messung der Temperaturen geschah stets mit einem Thermoelemente aus $0^{\text{mm}}15$ starken Drähten von Platin und Platin-Rhodium, welches Hr. HOLBORN freundlicherweise im Jahre 1898 geeicht hatte. Die Temperaturangaben oberhalb 450°C . entsprechen sämtlich dieser Eichung. Niedere Temperaturen dagegen entsprechen der Scala zweier Quecksilberthermometer, welche die Physikalisch-Technische Reichsanstalt beglaubigt hat. Die thermoelektrischen Kräfte wurden durch Compensation gemessen.

Zur Durchmessung eines Energiespectrums ging ich an diejenigen Spectralstellen, an welchen sich die Energie stark änderte (bei kleinen Wellenlängen), schrittweise um die scheinbare Breite des Bolometerstreifens (3 Minuten) im Spectrum vor, um hier die Correction wegen der durch die Breite des Bolometerstreifens und des gleich breiten Spaltes herbeigeführten Unreinheit des Spectrums genau anbringen zu können. In dem übrigen Theile des Spectrums wurden einige gleichmässig vertheilte und möglichst absorptionsfreie Stellen ausgewählt. Neben solchen vollständigeren beobachteten Energiecurven stellte ich bei den gleichen Temperaturen Übersichtsmessungen an. Bei diesen wurden die Galvanometerausschläge nur an 8 bis 10 gleichmässig im Spectrum vertheilten Stellen gemessen. Sie dienten zur Controle der

vollständigeren Energiecurven und sind in den Tabellen meistens nicht mit angeführt.

Die Vergleichung der Beobachtungen mit der Theorie sei zunächst in derselben Weise vorgenommen, wie in dem Aufsätze über niedere Temperaturen. Dazu werden in Tabellen die beobachteten Werthe der Wellenlänge λ_m und der Intensität J_m des Maximums der Energiecurve angegeben und die für diese Grössen geforderten Beziehungen¹

$$\text{I.} \quad \lambda_m \cdot T = \text{const.}$$

$$\text{II.} \quad J_m/T^5 = \text{const.}$$

geprüft. Falls die beobachtete Energiecurve von der theoretisch geforderten Form

$$\text{III.} \quad J/J_m = \left\{ \frac{\lambda_m}{\lambda} e^{\frac{\lambda - \lambda_m}{\lambda}} \right\}^5$$

merklich abwich, wird dies in einer Bemerkung angegeben. Um zu zeigen, wie weit die beobachtete Energiecurve diesem Gesetze folgte, sind in einer Figur die Beobachtungspunkte verschiedener Energiecurven zugleich mit der theoretischen Curve III dargestellt. Sind die 3 Bedingungen I, II und III erfüllt, so gilt WIEN's allgemeine Formel

$$\text{IV.} \quad J = c_1 \lambda^{-5} e^{-\frac{c_2}{\lambda T}}$$

Eine strengere Art der Untersuchung des Gesetzes wird ausserdem am Schlusse gegeben.

I. Messungen an Hohlräumen mit erhitzten Wänden.

Ein Hohlraum aus unglasirtem Porcellan wurde in ähnlicher Weise hergerichtet, wie von den HH. O. LUMMER und F. KURLBAUM² beschrieben ist. Ein Porcellancyylinder von 5^{cm} Durchmesser und 10^{cm} Länge hatte sechs Querwände und war mit diesen aus einem Stück geformt. Die Länge des mittleren strahlenden Hohlraumes betrug 5^{cm}. Je zwei Kammern waren vor und hinter demselben. Die Öffnungen

¹ Bei der Bestimmung der Werthe λ_m und J_m aus einer Energiecurve sind stets sämtliche Beobachtungspunkte der Curve verwerthet, so dass $\lambda_m \cdot T = \text{const.}$ zugleich ein Ausdruck dafür ist, dass jede Wellenlänge λ so verschoben wird, dass auch $\lambda \cdot T = \text{const.}$ erfüllt ist. Ferner sind die Intensitäten der hiernach einander entsprechenden Wellenlängen proportional mit T^5 (WIEN's allgemein abgeleitete Gesetze), falls Beziehung II gilt. Die in logarithmischen Maassen ($\log J$ als Ordinate, $\log \lambda$ als Abscisse) dargestellten Energiecurven verschiedener Temperatur sind nämlich congruent, oder J/J_m ist für alle Temperaturen die gleiche Function von λ/λ_m . Diese Beziehung zusammen mit den beiden I und II ist identisch mit den eben nach WIEN formulirten Beziehungen.

² O. LUMMER u. F. KURLBAUM, Ber. d. Phys. Gesellsch. zu Berlin, 17, S. 106, 1898.

in den drei vorderen Querwänden hatten eine Grösse von 0.6 cm². Ein Cylinder von Platinfolie umgab den Porcellancylinder und wurde durch einen elektrischen Strom geheizt. Ein Luftraum und eine Asbestbedeckung umhüllten den Strahlungskörper. Die besonders in Folge der Öffnungen vorhandenen Wärmeableitungen bewirken, dass die Wände des Hohlraumes nicht überall die gleiche Temperatur haben. Die Cylinderwand ist heisser als die hintere und diese ist wieder heisser als die vordere Wand, welche in der nächsten Umgebung der Öffnung besonders stark abgekühlt ist. Ohne Schutzhülle ist in Folge der aufsteigenden heissen Luft die obere Hälfte des Strahlungskörpers heisser als die untere, und es unterscheiden sich diejenigen Stellen der Platinfolie, welche mit dem Porzellan in Berührung sind, von denen, welche es nicht berühren. Die beschriebenen Ungleichmässigkeiten nehmen mit steigender Temperatur zu und hängen noch von der äusseren Umhüllung des Strahlungskörpers und den vor der Öffnung angebrachten Blenden ab.

Das Thermolement war durch die hinteren Querwände hindurchgeführt und maass die Temperatur des strahlenden Theils der Hinterwand des Hohlraumes. Sobald ein stationärer Zustand des glühenden Körpers eingetreten ist, verschwindet das Thermolement fast völlig auf dem Hintergrunde, wenn auch erhebliche Temperaturdifferenzen an den Wänden bestehen, was wohl so erklärt werden kann, dass die Reflexionsfähigkeit der Metalldrähte und des Porzellans für sichtbare Strahlen nahe gleich ist.

Bei den folgenden drei Messungsreihen war die Umhüllung des Hohlraumes und die Abblendung des aus der Öffnung kommenden Lichtes verschieden. Innerhalb einer Reihe blieb die Anordnung möglichst gleich.

Grosser Porcellan-Hohlraum.

Tabelle I.

| Temperatur | | $\lambda_m (\mu)$ | $\lambda_m \cdot T$ | J_m | $J_m/T^5 \times 10^{15}$ | |
|------------|--------|-------------------|---------------------|--------|--------------------------|-------------------|
| °C | abs. T | | | | | |
| 413.7 | 686.5 | 4.222 | 2899 | 0.5420 | 3.553 | |
| 443.2 | 716.2 | 4.057 | 2905 | 0.6740 | 3.578 | |
| 643.8 | 916.8 | 3.199 | 2933 | 2.320 | 3.582 | |
| 693.0 | 966.0 | 3.044 | 2941 | 3.041 | 3.612 | |
| 907.3 | 1180.3 | 2.492 | 2941 | 8.464 | 3.695 | Übs. ¹ |
| 933.0 | 1206.0 | 2.437 | 2940 | 8.560 | 3.764 | |
| 1048.1 | 1321.1 | 2.233 | 2950 | 15.03 | 3.737 | Übs. |
| 1053.4 | 1326.4 | 2.219 | 2945 | 15.65 | 3.807 | |

Mittel 2932 m. F. = 5

¹ Übs. bedeutet eine Übersichtsmessung zum Unterschied von vollständigeren Messungen (vergl. S. 961).

Tabelle II.

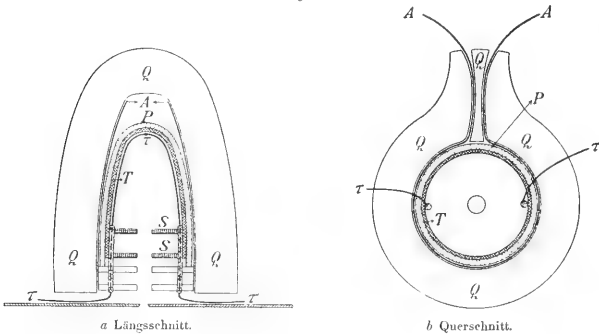
| Temperatur | | $\lambda_m (\mu)$ | $\lambda_m \cdot T$ | J_m | $J_m/T^5 \times 10^{15}$ | |
|------------|----------|-------------------|---------------------|-----------|--------------------------|---|
| °C. | abs. T | | | | | |
| 411.6 | 684.6 | 4.235 | 2899 | 0.5114 | 3.398 | |
| 692.8 | 965.8 | 3.033 | 2928 | 2.855 | 3.397 | |
| 865.5 | 1138.5 | 2.556 | 2911 | 6.483 | 3.383 | } bei den grössten Wellenlängen höher als die theoretische Curve |
| 871.2 | 1144.2 | 2.575 | 2946 | 6.635 | 3.389 | |
| 958.2 | 1231.2 | 2.381 | 2931 | 9.528 | 3.370 | } Übs. schlechter Anschluss an die theoretische Curve |
| | | Mittel 2923 | | m. F. = 8 | | |

Tabelle III.

| Temperatur | | λ_m | $\lambda_m \cdot T$ | J_m | $J_m/T^5 \times 10^{15}$ | |
|------------|----------|-------------|---------------------|-----------|--------------------------|--|
| °C. | abs. T | | | | | |
| 374.1 | 647.2 | 4.508 | 2917 | 0.5419 | 4.774 | Übs. |
| 377.3 | 650.3 | 4.446 | 2889 | 0.5543 | 4.767 | |
| 654.0 | 927.0 | 3.155 | 2925 | 3.265 | 4.768 | Übs. |
| 664.6 | 937.6 | 3.113 | 2919 | 3.513 | 4.850 | |
| 845.2 | 1118.2 | 2.610 | 2918 | 8.534 | 4.888 | |
| 1043.4 | 1316.4 | 2.218 | 2921 | 18.79 | 4.741 | } ungenau wegen inconstanter Tem- peratur |
| | | Mittel 2915 | | m. F. = 5 | | |

Von diesen Reihen dürfte die dritte nach der Anordnung die beste sein. Bei der Reihe I sind die Differenzen in den Werthen von $\lambda_m T$ und J_m/T^5 grösser, als man nach den Fehlern erwarten dürfte.

Fig. 1.



Um eine gleichmässige Temperirung des Hohlraumes zu erzielen, wählte ich die in Fig. 1a und b skizzirte Anordnung: ein dickwandiger Tiegel T aus Metall (Kupfer oder Platin) war durch 2 runde Scheidewände aus dem gleichen Metalle S mit kleinen runden Öffnungen in zwei Kammern getheilt. Die hintere war der strahlende Hohlraum. Den Metalltiegel umgab ein sehr dünnwandiger Porcellantiegel P . Um diesen faltete ich, wie aus der Zeichnung ersichtlich ist, die vorn und

hinten überragende Platinfolie A zur elektrischen Heizung des Raumes. Q bedeutet eine Asbesthülle. Auch waren vorn noch zwei (bis drei) Asbestquerwände angebracht. Die Länge des Hohlraumes betrug etwa 3^{cm} bei einer grössten Breite von 3^{cm} . Die runden Öffnungen in S hatten einen Durchmesser von ungefähr 5^{mm} . In Folge der guten Wärmeleitung in der Metallwand und der kleinen Dimensionen des Hohlraumes war eine ziemlich gleichmässige Temperatur im Innern des Hohlraumes zu erreichen. Das Thermoelement τ war durch dünne Porcellanröhrchen von vorn hindurchgeführt. Bestand die innere Oberfläche der Wand aus Metalloxyden (Kupfer- oder Eisen-Oxyd), so verschwand das Thermoelement nur dann auf dem Hintergrunde, wenn die Temperatur des Hohlraumes überall merklich gleich war, da die Reflexion sichtbarer Strahlen an den Platindrähten und dem Metalloxyde sehr verschieden ist. Es erschien dunkel auf hellem Grunde, wenn die Metallwände S kühler waren als der hintere Theil des Tiegels, und hell auf dunklem Grunde, wenn sie heisser waren. Die Temperaturvertheilung im Hohlraume lässt sich aber durch die Art der äusseren Umhüllung mit Asbest verändern, und es war möglich, diese so zu reguliren, dass das Thermoelement fast völlig¹ verschwand. Wurde aber die innere Metallwand mit Porcellan ausgekleidet, so hörte die Beurtheilung der Temperaturungleichheiten im Hohlraume mittels dieser Erscheinung auf, empfindlich zu sein.

Erste Anordnung: Der Metalltiegel bestand aus Kupfer, welches beim Glühen an der Luft oxydirte und nach Beendigung der Versuche fast ganz in Oxyd verwandelt war.

Tabelle IV.

| Temperatur | | λ_m | $\lambda_m \cdot T$ | J_m | $J_m/T^5 \times 10^{15}$ |
|---------------------|----------|-------------|---------------------|--------|--------------------------|
| $^{\circ}\text{C.}$ | abs. T | | | | |
| 560.0 | 833.0 | 3.482 | 2900 | 1.583 | 3.946 |
| 885.3 | 1158.3 | 2.525 | 2925 | 8.410 | 4.035 |
| 501.2 | 774.2 | 3.748 | 2901 | 0.8532 | 3.069 |
| 685.2 | 958.2 | 3.067 | 2939 | 2.464 | 3.050 |
| 878.7 | 1171.7 | 2.502 | 2931 | 6.669 | 3.021 |

Mittel 2919 m. F. = 8

Zweite Anordnung: Der Metalltiegel bestand aus Platin. Die innere Oberfläche des Hohlraumes war mit dünnwandigem Porcellan ausgekleidet. (Ein zweiter Porcellantiegel war in den Platintiegel hineingepasst. Die vordere Querwand des Hohlraumes bestand innen aus Porcellan, aussen aus Platin.)

¹ Wer den Ort der Drähte nicht wusste, konnte sie nicht mehr sehen.

Tabelle V.

| Temperatur | | λ_m | $\lambda_m \cdot T$ | J_m | $J_m/T^5 \times 10^{15}$ | |
|------------|--------|-------------|---------------------|--------|--------------------------|------|
| °C. | abs. T | | | | | |
| 411.1 | 684.1 | 4.212 | 2882 | 0.2015 | 1.344 | Übs. |
| 731.6 | 1004.6 | 2.896 | 2910 | 1.380 | 1.349 | |
| 732.0 | 1005.0 | 2.891 | 2904 | 1.394 | 1.360 | Übs. |
| 733.7 | 1006.7 | 2.884 | 2903 | 1.401 | 1.355 | Übs. |
| 1029.1 | 1302.1 | 2.233 | 2908 | 5.286 | 1.413 | Übs. |
| 1035.7 | 1308.7 | 2.223 | 2910 | 5.237 | 1.363 | |
| 1044.3 | 1317.3 | 2.217 | 2920 | 5.534 | 1.396 | Übs. |
| 1283.9 | 1556.9 | 1.887 | 2939 | 12.80 | 1.399 | |

Mittel 2910 m. F. = 6

Dritte Anordnung: Der Platintiegel der vorigen Anordnung wurde nach Entfernung der Porcellanbelegung mit Eisenoxyd bedeckt.

Tabelle VIa.

| Temperatur | | λ_m | $\lambda_m \cdot T$ | J_m | $J_m/T^5 \times 10^{15}$ | |
|------------|--------|-------------|---------------------|--------|--------------------------|--|
| °C. | abs. T | | | | | |
| 743.0 | 1016.0 | 2.858 | 2899 | 1.514 | 1.398 | |
| 1060.5 | 1333.5 | 2.188 | 2917 | 5.984 | 1.419 | |
| 467.6 | 740.6 | 3.864 | 2862 | 0.3221 | 1.446 | |
| 500.6 | 773.6 | 3.713 | 2873 | 0.4042 | 1.458 | Übs. |
| 687.4 | 960.4 | 3.010 | 2891 | 1.208 | 1.478 | |
| 731.4 | 1004.4 | 2.865 | 2878 | 1.507 | 1.474 | Übs. |
| 951.4 | 1224.4 | 2.367 | 2898 | 4.134 | 1.503 | |
| 961.2 | 1234.2 | 2.357 | 2908 | 4.331 | 1.508 | Übs. |
| 979.5 | 1252.5 | 2.310 | 2893 | 4.578 | 1.484 | |
| 982.0 | 1255.0 | 2.312 | 2902 | 4.639 | 1.489 | Übs. |
| 1294.3 | 1567.3 | 1.849 | 2898 | 14.39 | 1.523 | { bei langen Wellenlängen Abweichungen von der theoretischen Curve |
| 423.2 | 696.2 | 4.153 | 2891 | 0.4088 | 2.501 | |
| 737.5 | 1010.5 | 2.861 | 2891 | 2.795 | 2.655 | |
| 762.5 | 1035.5 | 2.791 | 2890 | 3.235 | 2.719 | |
| 791.6 | 1064.6 | 2.721 | 2897 | 3.632 | 2.655 | { die Beobachtungspunkte liegen an beiden Enden der Curve höher als die theoretische Curve |
| 1008.4 | 1281.4 | 2.271 | 2909 | 9.438 | 2.734 | |
| 1221 | 1494 | 1.967 | 2941 | 20.08 | 2.690 | { die Curve liegt bei grösseren Wellenlängen zu hoch |

Mittel 2896 m. F. = 4

Der Platintiegel ist frisch mit Eisenoxyd bedeckt; sehr kleine Öffnung und sehr gleichmässiges Glühen.

Tabelle VIb.

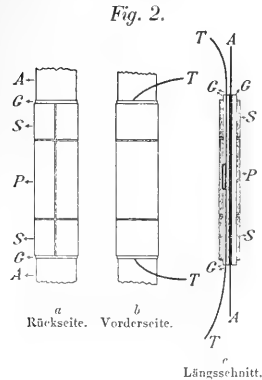
| Temperatur | | λ_m | $\lambda_m \cdot T$ | J_m | $J_m/T^5 \times 10^{15}$ | |
|------------|--------|-------------|---------------------|-------|--------------------------|------|
| °C. | abs. T | | | | | |
| 701.4 | 974.4 | 2.960 | 2886 | 1.726 | 1.963 | Übs. |
| 706.3 | 979.3 | 2.951 | 2890 | 1.767 | 1.961 | |
| 992.7 | 1265.7 | 2.286 | 2893 | 6.557 | 2.011 | |
| 995.6 | 1268.6 | 2.282 | 2895 | 6.647 | 2.023 | Übs. |
| 1019.7 | 1292.7 | 2.246 | 2905 | 6.920 | 1.915 | Übs. |
| 1259.4 | 1532.4 | 1.907 | 2921 | 16.62 | 1.966 | Übs. |
| 1260.3 | 1533.3 | 1.906 | 2921 | 16.79 | 1.981 | |

Mittel 2901 m. F. = 5

II. Messungen an der durch Spiegelung hergestellten Strahlung des schwarzen Körpers.

Als Anordnung des glühenden Körpers wurde bei den hier mitzutheilenden Versuchen die folgende gewählt (Fig. 2, *a*, *b* und *c*). Das strahlende Platinblech *P* von 0^{mm}.05 Dicke, etwa 30^{mm} Länge und 16^{mm} Breite und zwei kürzere Platinbleche *S* sind, durch Glimmer *G* isolirt, um einen Streifen Platin- oder Platiniridium-Folie *A* herumgefaltet,

welcher, durch einen elektrischen Strom erhitzt, *P* und *S* heizt. *T*, das Thermoelement, durch Glimmer von den Blechen *S* und den von der Mitte entfernten Theilen von *P* isolirt, berührt *P* mit der Lötstelle von innen, bez. ist mit der Lötstelle in die Mitte von *P* eingienietet.¹ Das Stück *P* glüht gleichmässig, nachdem einmal plötzlich eine hohe Temperatur erzeugt ist, bei welcher das im Glimmer vorhandene Wasser schnell verdampft und dabei den Platinstreifen *P* gleichmässig aufbläht. Die Vorderfläche *P* wurde so in der Mittelpunktsebene einer halben spiegelnden Hohlkugel justirt, dass sie mit ihrem Spiegelbilde möglichst gut bedeckt



wurde. Die spiegelnde Fläche hatte einen Durchmesser von 15^{cm}, bestand aus Neusilber und war gut sphaerisch geschliffen und vorzüglich polirt. Gegenüber der glühenden Fläche *P* hatte sie eine schmale Öffnung, durch welche die Strahlung auf den Spalt fiel. Die Dimensionen der glühenden Fläche *P* sind wegen der Abbildungsfehler grösser, als nöthig wäre, um die Blende vor dem Prisma des Spectralapparates zu füllen. Zum Bolometer gelangt nämlich nur die Strahlung eines etwa 10^{mm} breiten und 20^{mm} langen Stückes von *P*. Soweit die Strahlung dieser kleineren Fläche in Folge der Abbildungsfehler nicht auf diese Fläche, sondern auf benachbarte Theile von *P* reflectirt wird, gelangt doch die Strahlung dieser benachbarten Theile zurück auf das mittlere Stück. Bei gleichmässigem Glühzustande von *P* ist diese Anordnung demnach gleichwerthig mit einer solchen, bei welcher nur

¹ Die Lötstelle befand sich auch bei einigen Versuchen in der äusseren Oberfläche derart, dass die Zuleitungsdrähte, durch einen Überzug von Eisenoxyd isolirt, durch *P* hindurchtraten. Oder man liess die nicht an einander geschmolzenen Enden des Thermoelements *P* von innen berühren. Die Temperaturangaben bis 800° C. waren bei allen diesen Anordnungen nahe gleich.

die kleine Fläche vorhanden ist, und diese ihre eigene Strahlung vollständig zurück erhält.

Erste Anordnung (für niedere Temperaturen): Das strahlende Blech ist mit Platinschwarz bedeckt. Als Bolometerstreifen dient ein 6 Minuten breiter in der spiegelnden Halbkugel (Abhandlung über niedere Temperaturen S. 4).

Tabelle VII.

| Temperatur | | λ_m | $\lambda_m \cdot T$ | J_m | $J_m/T^5 \times 10^{24}$ | |
|------------|--------|-------------|---------------------|-----------|--------------------------|--|
| °C. | abs. T | | | | | |
| 99.9 | 372.9 | 7.730 | 2883 | 0.2737 | 3.797 | |
| 186.9 | 459.9 | 6.251 | 2875 | 0.7805 | 3.793 | |
| 190.7 | 463.7 | 6.211 | 2880 | 0.8136 | 3.797 | |
| 192.1 | 465.1 | 6.194 | 2883 | 0.8248 | 3.788 | grössere Abweichungen ¹ |
| 313.2 | 586.2 | 4.926 | 2887 | 2.620 | 3.787 | |
| 316.7 | 589.7 | 4.899 | 2890 | 2.683 | 3.761 | |
| 318.8 | 591.8 | 4.881 | 2889 | 2.730 | 3.760 | |
| 453.6 | 726.6 | 3.985 | 2896 | 7.642 | 3.773 | |
| 599.4 | 872.4 | 3.327 | 2902 | 18.93 | 3.747 | |
| 603.2 | 876.2 | 3.312 | 2901 | 19.56 | 3.787 | { an den Enden höher als die theoretische Curve ¹ |
| 618.3 | 891.3 | 3.252 | 2899 | 21.30 | 3.760 | |
| 624.1 | 897.1 | 3.232 | 2900 | 21.93 | 3.773 | die Enden etwas zu hoch ¹ |
| | | Mittel 2890 | | m. F. = 3 | | |

Zweite Anordnung: Der 6 Minuten breite Bolometerstreifen wird durch einen 3 Minuten breiten ersetzt. Die Anordnung des Strahlungskörpers ist wie bei der ersten Anordnung.

Tabelle VIIIa.

| Temperatur | | λ_m | $\lambda_m \cdot T$ | J_m | $J_m/T^5 \times 10^{15}$ |
|------------|--------|-------------|---------------------|--------|--------------------------|
| °C. | abs. T | | | | |
| 387.0 | 660.0 | 4.380 | 2891 | 0.5923 | 4.742 |
| 400.8 | 673.8 | 4.290 | 2891 | 0.6591 | 4.742 |
| 418.7 | 691.7 | 4.178 | 2890 | 0.7498 | 4.756 |
| 419.1 | 692.1 | 4.176 | 2891 | 0.7647 | 4.780 |
| 549.1 | 822.1 | 3.531 | 2904 | 1.783 | 4.743 |
| 557.3 | 830.3 | 3.495 | 2912 | 1.875 | 4.753 |
| 574.9 | 847.9 | 3.424 | 2903 | 2.095 | 4.779 |
| 633.5 | 906.5 | 3.214 | 2913 | 2.926 | 4.781 |

Mittel 2899 m. F. = 3.5

Dritte Anordnung: Der Platinstreifen ist mit Kupferoxyd überzogen.

Tabelle VIIIb.

| Temperatur | | λ_m | $\lambda_m \cdot T$ | J_m | $J_m/T^5 \times 10^{15}$ |
|------------|--------|-------------|---------------------|-------|--------------------------|
| °C. | abs. T | | | | |
| 560.5 | 833.5 | 3.488 | 2907 | 1.907 | 4.737 |
| 643.1 | 916.1 | 3.174 | 2908 | 3.095 | 4.797 |
| 656.9 | 929.9 | 3.126 | 2907 | 3.331 | 4.792 |
| 737.8 | 1010.8 | 2.877 | 2908 | 5.089 | 4.827 |
| 848 | 1121 | 2.596 | 2908 | 8.494 | 4.799 |
| 861 | 1134 | 2.559 | 2901 | 8.874 | 4.732 |

Mittel 2906 m. F. = 1

¹ Das Blech glühte bei höherer Temperatur etwas ungleichmässig.

Bei einer etwas anderen Justirung des Strahlungskörpers und Bolometers und mit einem Platinblech P , welches in der spiegelnden Kugel ziemlich ungleichmässig glühte, sind die folgenden Messungsergebnisse erhalten:

| Temperatur | | λ_m | $\lambda_m \cdot T$ | J_m | $J_m/T^5 \times 10^{15}$ | |
|------------|----------|-------------|---------------------|--------|--------------------------|--|
| °C. | abs. T | | | | | |
| 387.2 | 660.2 | 4.367 | 2883 | 0.6084 | 4.856 | } die beobachtete Curve an den Euden zu hoch |
| 646.6 | 919.6 | 3.159 | 2905 | 3.196 | 4.859 | |
| 868.2 | 1141.2 | 2.565 | 2926 | 9.454 | 4.882 | |

Ein gleichmässiger glühender Streifen mit Eisenoxyd bedeckt:

| | | | | | |
|-------|--------|-------|------|-------|-------|
| 756.5 | 1029.5 | 2.817 | 2900 | 5.655 | 4.891 |
|-------|--------|-------|------|-------|-------|

Bei höheren Temperaturen ist es mit der beschriebenen Anordnung sehr schwer, ein gleichmässiges Glühen einer grösseren Fläche zu erreichen, wenn diese durch die spiegelnde Halbkugel in sich selber abgebildet wird. Die mittleren Theile der Fläche erhalten eine grössere reflectirte Strahlung zurück und sind besser gegen Wärmeverlust geschützt als die Randtheile. Ich habe mit einer 10^{mm} breiten Fläche, welche aus Platin von 0.1^{mm} Dicke bestand, noch ein einigermaassen gleichmässiges Glühen in der spiegelnden Hülle erreicht, wenn die Rückseite des Streifens durch eine Glimmer- oder Asbest-Bedeckung vor Wärmeverlusten geschützt ward. Ausserhalb der Mitte der spiegelnden Kugel glüht der Streifen dann in der Mitte dunkler als am Rande, und wenn er durch die Spiegelung auf sich selber abgebildet ist, glüht er bei einer bestimmten Temperatur gleichmässig, bei anderen aber nicht mehr. Der Streifen, auf den sich die folgenden Angaben beziehen, glühte ungefähr bei 1000°C. am gleichmässigsten. Eine einwandfreie Temperaturmessung mit dem Thermolemente gelang mir bei dieser Anordnung nicht mehr, da die Glimmer-Isolirung der Drähte bei 1000° ungenügend ist. Für einen Satz Energiecurven habe ich diejenigen Temperaturen ermittelt, mit welchen die Gesetze I und II S. 962 zugleich möglichst gut erfüllt scheinen. Die Curven hatten noch ziemlich gut die theoretisch geforderte Gestalt.

Anordnung 4: Fläche $10 \times 25 \text{ mm}^2$, mit Eisenoxyd geschwärzt, die Blende vor dem Prisma ist verkleinert.

Tabelle IX.

| abs. T angenommen | λ_m beob. | $\lambda_m \cdot T$ | J_m beob. | $J_m/T^5 \times 10^{25}$ | |
|------------------------|-------------------|---------------------|-------------|--------------------------|---|
| 834.9 | 3.468 | 2895 | 1.134 | 2.796 | } das letzte Ende der Curve bei langen Wellenlängen liegt etwas zu hoch |
| 1014 | 2.862 | 2900 | 3.015 | 2.821 | |
| 1021.5 | 2.835 | 2896 | 3.129 | 2.815 | |
| 1273 | 2.280 | 2903 | 9.478 | 2.833 | |
| 1496 | 1.945 | 2910 | 21.47 | 2.866 | |

Es ist noch zu erwähnen, dass mit einer spiegelnden Hohlkugel aus Rothguss und mit einer anderen Anordnung des glühenden Platinstreifens Messungen gemacht sind, welche eine leidliche Übereinstimmung mit den beschriebenen Versuchen und dem Gesetze ergeben. Da aber die Anordnung in vieler Beziehung mangelhaft war, kommen sie gegenüber den beschriebenen nicht in Betracht.

Aus dem Vorstehenden geht hervor, dass die Beziehungen I und II bei den meisten Anordnungen mit ziemlich grosser Annäherung gültig gefunden sind. Bei einigen Reihen finden sich allerdings etwas stärkere Abweichungen.

In Fig. 3 sind die Beobachtungspunkte einer Reihe von Energiecurven dargestellt ($\log J$ als Ordinate, $\log \lambda$ als Abscisse), welche in folgender Zusammenstellung verzeichnet sind. Der Übersichtlichkeit halber ist $\log J_m$ bei allen Curven gleich gemacht.

Verzeichniss der in Fig. 3 dargestellten Energiecurven.

| Temp. °C. | λ_m | $\log \lambda_m$ | Tabelle | Zeichen |
|-----------|-------------|------------------|-------------------|---------|
| 99.9 | 7.730 | 0.8882 | VII | ⊙ ⊙ ⊙ |
| 190.7 | 6.211 | 0.7932 | VII | × × × |
| 318.8 | 4.881 | 0.6885 | VII | • • • |
| 453.6 | 3.985 | 0.6004 | VII | ◊ ◊ ◊ |
| 574.9 | 3.424 | 0.5345 | VIII ^a | ◻ ◻ ◻ |
| 706.3 | 2.951 | 0.4700 | VI | ⊖ ⊖ ⊖ |
| 933.0 | 2.437 | 0.3869 | I | ⊗ ⊗ ⊗ |
| 1283.9 | 1.887 | 0.2758 | V | ⊕ ⊕ ⊕ |

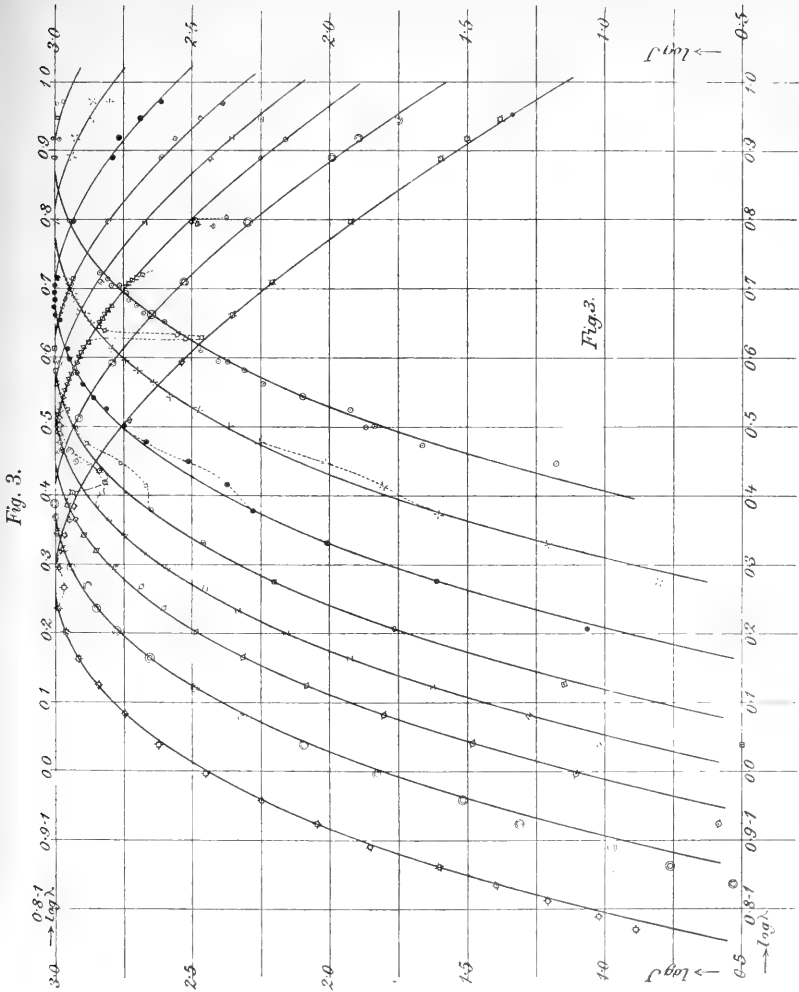
Diese Curven lehren erstens die Gültigkeit des Satzes, dass alle Energiecurven in logarithmischer Darstellung congruent sind, zweitens, dass das Gesetz III S. 962 gilt, dessen Curve durch den ausgezogenen Strich wiedergegeben ist, denn die Beobachtungspunkte folgen dieser Linie mit grosser Treue. Hiernach erscheint das Gesetz IV in allen seinen Theilen durch die Beobachtungen bestätigt.

Eine strengere Beurtheilung der Gültigkeit des Gesetzes wird in folgender Weise möglich:

Schreibt man Formel IV in der Form

$$\text{IV} a. \quad \log (J\lambda^5) = \log c_1 - c_2 \log e^{\frac{1}{\lambda T}},$$

so erscheint die Prüfung des Gesetzes IV auf diejenige einer geraden Linie zurückgeführt, wenn man nach den Beobachtungen $\log (J \cdot \lambda^5)$ bildet und als Function von $1/\lambda \cdot T$ betrachtet. Die Form einer Energiecurve ($1/T = \text{const.}$) ist hierdurch ebenso auf die einer geraden Linie gebracht, wie die einer isochromatischen Linie $\left(\frac{1}{\lambda} = \text{const.}\right)$, für welche ich diese Darstellung früher schon gewählt hatte.



In der Tabelle X gebe ich für eine Reihe von Übersichtsmessungen¹, welche gemacht sind 1. mit der Anordnung der spiegelnden Hohlkugel (Kupferoxyd, Tabelle VIIIb, oder Platinschwarz, Tabelle VIIIc,

¹ Diese Übersichtsmessungen sind meistens im Anschluss an die Messung vollständiger Energiecurven gemacht, deren Resultate in den betreffenden Tabellen angegeben sind. Alle Messungen waren bei genau den gleichen Wellenlängen gemacht.

Tabelle X.

| | abs. T | $\lambda(\mu)$ $\frac{1}{T}$ 0.00 $1/\lambda$ | 0.9104 1.0983 | 1.208 0.8278 | 1.589 0.6294 | 1.971 0.5073 | 2.316 0.4318 | 3.247 ¹ 0.3080 |
|-----|----------|---|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------------|
| H | 1532.4 | 06526 | 0.618 -25 | 1.742 -14 | 2.562 -11 | 3.060 -15 | 3.373 -12 | 3.891 -3 |
| H | 1292.7 | 07735 | 0.814 -1 +11 | 1.098 -26 | 2.078 -14 | 2.669 -18 | 3.035 -21 | 3.641 -20 |
| H | 1268.6 | 07883 | 0.718 -1 +17 | 1.064 +18 | 2.050 +17 | 2.649 +7 | 3.025 +8 | 3.642 +10 |
| CuO | 1134 | 08818 | 0.062 -1 +10 | 0.561 +4 | 1.646 -16 | 2.330 -11 | 2.756 -5 | 3.449 -3 |
| CuO | 1121 | 08921 | 0.042 -1 +60 | 0.499 -15 | 1.614 -8 | 2.304 -4 | 2.729 -4 | 3.431 0 |
| CuO | 1010.8 | 09893 | | 0.986 -1 -11 | 1.232 -3 | 1.992 -6 | 2.472 +4 | 3.250 +9 |
| H | 974.4 | 10263 | | 0.835 -1 +34 | 1.101 +16 | 1.876 -2 | 2.362 -6 | 3.158 -11 |
| CuO | 929.9 | 10754 | | 0.546 -1 -1 | 0.894 0 | 1.718 -4 | 2.236 +2 | 3.078 +4 |
| CuO | 916.1 | 10916 | | 0.469 -1 +7 | 0.842 +13 | 1.664 -5 | 2.190 0 | 3.043 0 |
| Pt | 906.5 | 11031 | | 0.407 -1 +4 | 0.783 -1 | 1.626 -6 | 2.156 -2 | 3.023 +3 |
| Pt | 847.9 | 11794 | | 0.011 -1 +8 | 0.482 +2 | 1.386 -2 | 1.947 -4 | 2.874 +2 |
| CuO | 833.5 | 11997 | | 0.872 -2 -24 | 0.395 -3 | 1.307 -16 | 1.890 -5 | 2.830 -2 |
| Pt | 830.3 | 12044 | | 0.892 -2 +19 | 0.373 -8 | 1.294 -14 | 1.873 -9 | 2.824 0 |
| Pt | 822.1 | 12164 | | 0.849 -2 +38 | 0.336 +3 | 1.265 -5 | 1.845 -5 | 2.799 0 |
| Pt | 692.1 | 14449 | | | 0.453 -1 +26 | 0.558 +19 | 1.231 +4 | 2.363 +6 |
| Pt | 673.8 | 14841 | | | 0.283 -1 +14 | 0.414 +1 | 1.118 -1 | 2.282 +2 |
| Pt | 660.0 | 15152 | | | | 0.334 +21 | 1.046 +11 | 2.223 +3 |

| | | | | | | | |
|------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Isochrom. Curven | C_1 | 103200 | 138100 | 141100 | 141200 | 141500 | 144700 |
| | C_2 | 14100 | 14460 | 14470 | 14480 | 14500 | 14500 |

Mittelwerthe

| | | | |
|-------|---------|---------------|----------------|
| | Fl. IVa | Energiecurven | Isochr. Curven |
| C_1 | 146030 | 145870 | 145300 |
| C_2 | 14531 | 14514 | 14520 |

in der Tabelle X mit CuO oder Pt bezeichnet), 2. mit dem Platin-tiegel-Hohlraum, der mit Eisenoxyd bedeckt war² (Tabelle VI, in

¹ Bei dieser Wellenlänge ist eine Absorption vom mittleren Betrage von 2 Procent corrigirt durch den constanten Factor 1.020.

² Sämmtliche beobachteten Intensitäten J bei dieser Anordnung sind mit dem Factor 2.421 multiplicirt, damit sie mit den Intensitäten bei der anderen Anordnung vergleichbar sind. Der Factor ist das Verhältniss der Werthe J_m/T^5 in Tabelle VI und VIII.

Tabelle X.

| 3.910 0.25574 | 4.588 0.21797 | 5.124 ¹ 0.19517 | 6.263 0.15967 | 7.736 0.12927 | 8.244 0.12131 | Energiecurven | |
|------------------|------------------|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | C ₁ | C ₂ |
| 4.115 | 4.280 | 4.374 | 4.524 | 4.663 | | 150300 | 14600 |
| +4 | +15 | +14 | +17 | +31 | | | |
| 3.898 | 4.089 | 4.203 | 4.379 | 4.542 | | 142200 | 14520 |
| -18 | -12 | -8 | -6 | +8 | | | |
| 3.904 | 4.098 | 4.214 | 4.377 | 4.542 | | 147900 | 14480 |
| +11 | +17 | +20 | +6 | +20 | | | |
| 3.742 | 3.960 | 4.088 | 4.267 | 4.473 | 4.456 | 140900 | 14420 |
| +1 | +8 | +15 | -9 | +28 | +27 | | |
| 3.727 | 4.944 | 4.072 | 4.276 | 4.470 | 4.511 | 144400 | 14510 |
| +2 | +7 | +6 | +10 | +33 | +29 | | |
| 3.580 | 3.820 | 3.960 | 4.186 | 4.373 | 4.417 | 148100 | 14540 |
| +12 | +16 | +13 | +18 | +15 | +10 | | |
| 3.493 | 3.740 | 3.884 | 4.119 | 4.326 | | 148900 | 14540 |
| -15 | -14 | -16 | -11 | -2 | | | |
| 3.434 | 3.695 | 3.847 | 4.093 | 4.302 | 4.352 | 147600 | 14530 |
| +5 | +9 | +7 | +12 | +14 | +11 | | |
| 3.409 | 3.671 | 3.825 | 4.074 | 4.278 | 4.323 | 148000 | 14540 |
| +6 | +9 | +5 | +10 | +4 | -5 | | |
| 3.390 | 3.655 | 3.810 | 4.063 | 4.280 | 4.347 | 148900 | 14570 |
| +6 | +8 | +4 | +10 | +15 | +27 | | |
| 3.264 | 3.545 | 3.712 | 3.977 | 4.199 | 4.255 | 146100 | 14510 |
| +3 | +3 | 0 | 0 | -3 | -6 | | |
| 3.227 | 3.514 | 3.683 | 3.955 | 4.179 | 4.239 | 145900 | 14530 |
| -1 | 0 | -4 | -1 | -6 | -7 | | |
| 3.223 | 3.510 | 3.681 | 3.950 | 4.186 | 4.234 | 147700 | 14560 |
| +2 | +2 | 0 | -1 | +4 | -9 | | |
| 3.204 | 3.497 | 3.664 | 3.936 | 4.174 | 4.220 | 145400 | 14520 |
| +3 | +6 | -2 | -2 | +2 | -12 | | |
| 2.836 | 3.176 | 3.383 | 3.708 | 3.971 | 4.050 | 143200 | 14450 |
| +3 | -1 | -2 | 0 | -14 | -8 | | |
| 2.771 | 3.116 | 3.332 | 3.647 | 3.943 | 4.009 | 142200 | 14460 |
| +2 | -7 | -5 | -22 | -10 | +15 | | |
| 2.717 | 3.073 | 3.287 | 3.629 | 3.908 | 3.991 | 142200 | 14450 |
| -1 | -7 | -11 | -8 | -20 | -14 | | |
| 148500 | 147700 | 148900 | 145600 | 154800 | 146300 | | |
| 14580 | 14550 | 145800 | 14510 | 14860 | 14660 | | |

Tabelle X mit H bezeichnet), die beobachteten Werthe von $\log(J \cdot \lambda^5)$ an. Die Zahlen darunter geben in Einheiten der dritten Decimalen die Differenz der beobachteten und der nach Formel IV α berechneten Werthe an (beob. — ber.). Die Berechnung ist mit den folgenden Werthen der Constanten geführt:

$$c_1 = 146030$$

$$c_2 = 14531$$

Die Zahlen einer horizontalen Reihe stellen eine Energiecurve dar, welche als solche berechnet die rechts daneben notirten Constanten-

¹ Bei dieser Wellenlänge ist eine Absorption vom mittleren Betrage von 1 Procent corrigirt durch den constanten Factor 1.010.

werthe ergibt. Die Zahlen einer verticalen Spalte stellen eine isochromatische Curve dar, welche als solche berechnet die darunter notirten Constantenwerthe ergibt. Man kann natürlich jede einzelne Reihe innerhalb kleinerer Fehlergrenzen der betreffenden geraden Linie anschliessen als sämtliche Zahlen aller Reihen zugleich der zusammenfassenden Formel. Aber selbst die Differenzen, welche in diesem Falle bleiben, entsprechen meistens nur wenigen Procenten im Werthe von $J \cdot \lambda^2$. Einer Abweichung von

4, 9, 13, 17, 21, 25 u. s. w. Einh. d. 3. Dec.

entsprechen 1, 2, 3, 4, 5, 6 u. s. w. Proc. i. Werthe von $J \cdot \lambda^2$.

Innerhalb dieser Fehlergrenzen jedenfalls ist das Gesetz durch diese Rechnung erwiesen.

Zum Vergleiche mit den Resultaten bei niederen Temperaturen habe ich den früher mitgetheilten Satz beobachteter Zahlen¹ in derselben Weise berechnet und in der Tabelle XI wiedergegeben. Wie man sieht, ergeben diese Beobachtungen eine noch genauere Gültigkeit des Gesetzes, wie es nach der theoretisch besseren Anordnung dieser Versuche zu erwarten ist.

Tabelle XI.

| abs. T | λ (μ) | | 7.738 | 6.263 | 4.663 | 3.354 | 2.279 | 1.887 | Energiecurven | |
|-------------------------------|---------------------|-------------|-------------|---------------|----------------|-------------|-------------|---------------------|---------------|-------|
| | $1/T$ 0.00 | $1/\lambda$ | 0.12924 | 0.15967 | 0.21444 | 0.2982 | 0.4389 | 0.5300 | C_1 | C_2 |
| 723.0 ² | 1383 | | 4.684 +4 | 4.422 +6 | 3.939 -1 | 3.207 -7 | 1.993 -1 | 1.206 0 | 634600 | 14450 |
| 577.1 | 1733 | | 4.394 -2 | 4.066 +1 | 3.468 -2 | 2.559 0 | 1.021 -7 | 0.047 +9 | 636700 | 14465 |
| 462.4 | 2162 | | 4.042 -5 | 3.631 -3 | 2.892 +1 | 1.758 +4 | 0.847 +4 | | 634100 | 14445 |
| 373.0 | 2681 | | 3.627 0 | 3.116 +1 | 2.190 -3 | 0.783 -1 | | | 633100 | 14445 |
| Isochrom. Curven ³ | | | C_1 | C_2 | C_1 | C_2 | C_1 | C_2 | C_1 | C_2 |
| | | | 629600 | 642900 | 630300 | 623000 | 633700 | 600000 ⁴ | | |
| | | | 14440 | 14490 | 14450 | 14430 | 14460 | 14370 | | |
| Mittelwerthe | | | | | | | | | | |
| | | | Fl. IV a | Energiecurven | Isochr. Curven | | | | | |
| | | | C_1 | 633000 | 634600 | 631900 | | | | |
| | | | C_2 | 14450 | 14450 | 14450 | | | | |

¹ Abhandlung über niedere Temperaturen S. 12.

² Die zu dieser Temperatur gehörenden Wellenlängen waren 7.740, 6.264, 4.664, 3.356, 2.281, 1.889 μ und sind mit diesen Werthen in Rechnung gesetzt.

³ Die isochromatischen Curven sind hier so berechnet, dass allen Beobachtungen gleiches Gewicht beigelegt wurde (wie bei der Berechnung der Fl. IV a). Bei der früheren Berechnung waren verschiedene Gewichte angenommen.

⁴ An dieser Stelle war früher versehentlich der Werth 738800 gegeben.

Hiernach dürfte das WIEN'sche Gesetz innerhalb des Wellenlängenbereiches 9.2μ bis 0.7μ (nach der gemeinsam mit Hrn. WANNER¹ ausgeführten Untersuchung bis $0,5 \mu$) und innerhalb des Temperaturbereiches 1300°C. bis 100°C. ² so gut erwiesen sein, wie es bei den Schwierigkeiten der Versuche möglich scheint.

Als letztes Ziel meiner Arbeiten betrachte ich die Bestimmung der Constante c_2 des Gesetzes. Für niedere Temperaturen hatte ich aus Versuchen an Hohlräumen ihren Werth bestimmt³ zu:

$$14455 \mu \times \text{Grad der absoluten oder Celsius-Scala.}$$

Mit der durch Spiegelung hergestellten Strahlung niederer Temperaturen ergibt sich nach Tabelle VII:

$$c_2 = 5 \times \lambda_m \cdot T = 5 \times 2890 = 14450 \text{ m. F.} = 15.$$

Aus den mitgetheilten Beobachtungen über höhere Temperaturen würde sich folgender Werth ergeben.

Als mittlere Werthe von $\lambda_m \cdot T$ sind gefunden:

| in Tabelle | Hohlräume | | | | | | Spiegelung | | |
|----------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------------|-------|-------|
| | I | II | III | IV | V | VIa | VIb | VIIIa | VIIIb |
| Werthe $\lambda_m \cdot T$ | 2932 | 2923 | 2915 | 2919 | 2910 | 2896 | 2901 | 2899 | 2907 |
| m. F. | 4 | 8 | 5 | 8 | 6 | 4 | 5 | 3.5 | 1 |

Das Mittel ist:

| | | |
|--|---------------------|------------------------------------|
| | $\lambda_m \cdot T$ | $c_2 = 5 \times \lambda_m \cdot T$ |
| bei gleichmässiger Berücksichtigung aller Werthe | 2911 | 14555 |
| bei Nichtberücksichtigung der Werthe aus Tabelle I und II, welche weniger zuverlässig scheinen | 2907 | 14535 |

Der letztere Werth ist im Einklange mit demjenigen $c_2 = 14531$, welcher der Rechnung in Tabelle X zu Grunde liegt. Die am meisten von den Mittelwerthen abweichenden Resultate einzelner Beobachtungsreihen sind bei Nichtberücksichtigung von Tabelle I und II:

| | | | |
|---------|-----------|---------------------|------------------------------------|
| Tabelle | Temp. °C. | $\lambda_m \cdot T$ | $c_2 = 5 \times \lambda_m \cdot T$ |
| VIa | 467.6 | 2862 | 14310 |
| VIa | 1221 | 2941 | 14705 |

Den höchstens möglichen Fehler des Mittelwerthes von $\lambda_m \cdot T$ schätze ich auf 16 und folglich denjenigen von c_2 auf 80.

¹ Diese Berichte vom 12. Januar 1899.

² Da bei den Beobachtungen über niedere Temperaturen die Strahlung des Raumes vor dem Spalte bei herabgelassenem Schieber einen wesentlichen Betrag liefert, der zu der beobachteten Intensität addirt ist, ist die untere Temperaturgenze richtiger die Zimmertemperatur.

³ Abhandlung über niedere Temperaturen S. 419.

Es folgt also aus den Versuchen bei höheren Temperaturen ein etwas grösserer Werth als bei niederen. Bedenkt man aber die grossen Schwierigkeiten der Versuche bei hohen Temperaturen, vor Allem die nicht sehr vollkommene Anordnung der Strahlung und ferner auch die nach den Versuchen von HOLBORN und WIEN und Anderen doch ziemlich erheblichen Ungenauigkeiten, welche bei der Bestimmung einer höheren Temperatur möglich scheinen, so wird man geneigt sein, den bei höheren Temperaturen gefundenen Werthen der Constanten c_2 kein allzu grosses Gewicht zu geben. Wie man die Messung einer Gesamtstrahlung zur Ermittlung der Constanten des Gesetzes der Gesamtstrahlung mit einer exacten Anordnung bei niederer Temperatur vornimmt, wird man meiner Meinung nach auch den bei niederen Temperaturen mit verhältnissmässig vollkommenen Anordnungen gefundenen Werth $c_2 = 14455$ als den sichereren anzusehen haben.¹

¹ Eine Vergleichung meiner Resultate mit den von den HH. O. LUMMER und E. PRINGSHEIM veröffentlichten Messungen (Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, I. Jahrg. Nr. 1) unterlasse ich, da aus einem Vortrage des Hrn. E. PRINGSHEIM auf der diesjährigen Naturforscherversammlung hervorgeht, dass die Messungen noch fortgesetzt worden sind.

VERZEICHNISS DER EINGEGANGENEN DRUCKSCHRIFTEN.

(Die Schriften, bei denen kein Format angegeben ist, sind in Octav. — Die mit * bezeichneten Schriften sind mit Unterstützung der Akademie erschienen, die mit † bezeichneten durch Ankauf erworben.)

Deutsches Reich.

- Mittheilungen aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zu Charlottenburg.* 1899. 12 Sep.-Abdr.
- Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte.* Hrsg. von der Direktion der Seewarte. Jahrg. 21. Hamburg 1898. 4.
- Deutsche überseeische meteorologische Beobachtungen.* Gesammelt und hrsg. von der Deutschen Seewarte. Heft 8. Hamburg 1899. 4.
- Deutsches Meteorologisches Jahrbuch für 1897. Beobachtungs-System der Deutschen Seewarte. Ergebnisse der Meteorologischen Beobachtungen an 10 Stationen II. Ordnung und an 48 Signalstellen.* Jahrg. 20. Hrsg. von der Direktion der Seewarte. Hamburg 1898. 4.
- Resultate Meteorologischer Beobachtungen von Deutschen und Holländischen Schiffen für Eingradfelder des Nordatlantischen Ozeans.* N. 17. Hamburg 1899. 4.
- Tabellarischer Wetterbericht.* Hrsg. von der Deutschen Seewarte. Jahrg. 23. 1898. N. 274–365. Jahrg. 24. 1899. N. 1–273. 2.
- Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel.* Bd. 13. Heft 4. Berlin 1899.
- Jahrbuch des Kaiserlich Deutschen Archaeologischen Instituts.* Bd. 13. 1898. Heft 4. Bd. 14. 1899. Heft 1. 2. Berlin 1899.
- Mittheilungen des Kaiserlich Deutschen Archaeologischen Instituts.* Athenische Abtheilung. Bd. 23. Heft 2–4. Bd. 24. Heft 1, 2. Athen 1898. 99. Römische Abtheilung. Bd. 13. Heft 3. 4. Bd. 14. Heft 1. Rom 1898. 99.
- Ephemeris epigraphica.* Corporis inscriptionum latinarum supplementum edita iussu Institutii archaeologici Romani. Vol. 8. Fasc. 3. Berolini 1898.
- IWANOFF, SERGIUS ANDREJEWITSCH. *Architektonische Studien.* Heft 3. Mit Erläuterungen von Christian Hülsen. Hrsg. vom Kaiserlich Deutschen Archaeologischen Institut. Text und Tafeln. Berlin 1898. 4. und 2.
- Der obergermanisch-raetische Limes des Römerreiches.* Im Auftrage der Reichs-Limeskommission hrsg. von den Dirigenten Oscar von Sarwey, Ernst Fabricius, Felix Hettner. Lief. 10. Heidelberg 1898. 4.
- Limesblatt. Mittheilungen der Streckenkommissare bei der Reichslimeskommission.* N. 31. 32. Trier 1899.
- Neues Archiv der Gesellschaft für ältere deutsche Geschichtskunde.* Bd. 24. Heft 2. Bd. 25. Heft 1. Hannover und Leipzig 1899.
- Monumenta Germaniae historica inde ab anno Christi 500 usque ad annum 1500 ed. Societas aperiendis fontibus rerum Germanicarum medi aevi. Epistolae.* Tom. 2. Pars 3. Berolini 1899. Tom. 5. Pars 1. Berolini 1898. — *Poetae latini medi aevi.* Tom. 4. Pars 1. Berolini 1899. 4.

- Scriptores rerum Germanicarum in usum scholarum ex Monumentis Germaniae historicis separatim editi. Monumenta Erphesfurtensia saec. XII. XIII. XIV.* ed. Oswaldus Holder-Egger. Hannoverae et Lipsiae 1899.
- Nova Acta Academiae Caesareae Leopoldinae-Carolinae Germanicae naturae curiosorum.* Tom. 70. 71. 72. 74. Halle 1898. 99. 4.
- Leopoldina. Amtliches Organ der Kaiserlichen Leopoldino-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher.* Heft 34. N. 11, 12. Heft 35. N. 1–10. Halle a. S. 1898. 99. 4.
- GRULICH, OSCAR. *Katalog der Bibliothek der Kaisertlichen Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher.* Lief. 9. Halle 1899.
- Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft.* Jahrg. 31. N. 16–19. Jahrg. 32. N. 1–15. Berlin 1898. 99.
- Catalog der Astronomischen Gesellschaft.* Abth. 1. Stück 1. Zone $+75^{\circ}$ bis $+80^{\circ}$ beobachtet auf der Sternwarte Kasan. Leipzig 1898. 4.
- Mittheilungen des Deutschen Seefischerei-Vereins.* Bd. 14. N. 12. Bd. 15. N. 1–11. Berlin 1898. 99.
- Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft.* Bd. 50. Heft 3. 4. Bd. 51. Heft 1. 2. Berlin 1898. 99.
- Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft.* Bd. 52. Heft 4. Bd. 53. Heft 1. 2. Leipzig 1898. 99.
- Chronik der Königlich Technischen Hochschule zu Berlin 1799–1899.* Berlin 1899. 4.
- Jahresbericht des Direktors des Königlich Geodätischen Instituts für die Zeit von April 1898 bis April 1899.* Potsdam 1899. 12 Ex.
- Veröffentlichungen des Königlich Geodätischen Instituts.* L. Haasemann, Bestimmung der Intensität der Schwerkraft auf 55 Stationen von Hadersleben bis Koburg und in der Umgebung von Göttingen. Berlin 1899. — Centralbureau der Internationalen Erdmessung. Th. Albrecht, Bericht über den Stand der Erforschung der Breitenvariation am Schlusse des Jahres 1898. Berlin 1899. — H. Battermann, Resultate aus den Polhöhenbestimmungen in Berlin ausgeführt in den Jahren 1891 und 1892 am Universal-Transit der Königl. Sternwarte. Berlin 1899. — Verhandlungen der vom 3. bis 12. October 1898 in Stuttgart abgehaltenen 12. allgemeinen Conferenz der Internationalen Erdmessung, 2 Bände. Berlin 1899. 4.
- Bericht über die Thätigkeit des Königlich Preussischen Meteorologischen Instituts im Jahre 1898.* Berlin 1899.
- Königlich Preussisches Meteorologisches Institut. *Bericht über die Internationale Meteorologische Conferenz zu Paris 1896.* Berlin 1899. 4.
- Veröffentlichungen des Königlich Preussischen Meteorologischen Instituts.* Ergebnisse der Beobachtungen an den Stationen II. und III. Ordnung im Jahre 1894. Berlin 1898. — Ergebnisse der Meteorologischen Beobachtungen in Potsdam im Jahre 1897. Berlin 1899. 4.
- Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen* hrsg. von der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und der Biologischen Anstalt auf Helgoland. Neue Folge. Bd. 3. Abt. Helgoland. Heft 1. Bd. 4. Abt. Kiel. Kiel und Leipzig 1899. 4.
- Abhandlungen der Königlich Preussischen geologischen Landesanstalt.* Neue Folge. Heft 25 mit Atlas. Heft 29. Berlin 1898. 99. 8. und 4.
- Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preussischen Staate.* Hrsg. im Ministerium für Handel und Gewerbe. Bd. 46. Heft 4 nebst Atlas (Taf. 14–17). Statistische Lief. 2. 3. Bd. 47. Heft 1–4 nebst Atlas (Taf. 1–13). Statistische Lief. 1. Berlin 1898. 99. 4. und 2.

- Landwirtschaftliche Jahrbücher.* Bd. 27. Heft 6 und Ergänzungsbd. 4–6. Bd. 28 und Ergänzungsbd. 1–4. Berlin 1898. 99.
- Uebersicht über die Geschäftsthätigkeit der Aichungsbehörden* während des Jahres 1897. Hrsg. von der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission. Berlin 1898. 4.
- Tafel zur Vergleichung der Angaben des aichfähigen Getreideprobers mit anderen bei Getreidehandel üblichen Qualitätsbestimmungen.* Hrsg. von der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission. 2. Aufl. Berlin 1899.
- Publicationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam.* Bd. 13. — Photographische Himmelskarte. Bd. 1. Potsdam 1899. 4.
- Berliner Astronomisches Jahrbuch* für 1901. Hrsg. von dem Königlichen Astronomischen Rechen-Institut unter Leitung von J. Bauschinger. Berlin 1899.
- Beobachtungs-Ergebnisse der Königlichen Sternwarte zu Berlin.* Heft 8. Berlin 1899. 4.
- Mittheilungen aus der Zoologischen Sammlung des Museums für Naturkunde in Berlin.* Bd. 1. Heft 1–3. Berlin 1898. 99.
- Preussische Statistik.* Hrsg. vom Königlichen statistischen Bureau in Berlin. Heft 150. 155. 157–159. Berlin 1898. 99. 4.
- Zeitschrift des Königlich Preussischen statistischen Bureaus.* Jahrg. 38. Heft 4. Jahrg. 39. Heft 1. 2. Berlin 1898. 99. 4.
- Statistik der preussischen Landesuniversitäten* für das Studienjahr Ostern 1895/96. Bearb. vom Königlichen statistischen Bureau. Berlin 1899. 4.
- Quellen und Forschungen aus Italienischen Archiven und Bibliotheken.* Hrsg. vom Königl. Preussischen Historischen Institut in Rom. Bd. 2. Rom 1899.
- Nuntiaturberichte aus Deutschland nebst ergänzenden Aktenstücken.* Abth. 1. 1533–1559. Bd. 9. Nuntiatur des Verallio 1546–1547 bearb. von Walter Friedensburg. Gotha 1899.
- Mittheilungen des Seminars für Orientalische Sprachen an der Königlichen Friedrich Wilhelms-Universität zu Berlin.* Jahrg. 2. Abth. 1–3. Berlin und Stuttgart 1899.
- **Commentaria in Aristotelem graeca* edita consilio et auctoritate Academiae litterarum Regiae Borussicae. Vol. 3. Pars 2. Alexandri in Aristotelis meteorologicorum libros commentarium ed. Michael Hayduck. — Vol. 4. Pars 6. Ammonii in Aristotelis analyticorum priorum librum I commentarium ed. Maximilianus Wallies. — Vol. 5. Pars 3. Themistii librorum de anima paraphrasis ed. Ricardus Heinze. — Vol. 13. Pars 1. Philoponi (olim Ammonii) in Aristotelis categorias commentarium ed. Adolfus Busse. Berolini 1898. 99.
- **Corpus inscriptionum latinarum* consilio et auctoritate Academiae litterarum Regiae Borussicae editum. Vol. 13. Pars 1. Fasc. 1. (Inscriptiones trium Galliarum et Germaniarum latinae ed. Otto Hirschfeld et Carolus Zangemeister. Pars 1. Fasc. 1. Inscriptiones Aquitaniae et Lugdunensis ed. Otto Hirschfeld.) — Vol. 15. Pars 2. Fasc. 1. (Inscriptiones urbis Romae latinae. Instrumentum domesticum ed. Henricus Dressel. Pars 2. Fasc. 1.) Berolini 1899. 2.
- **Inscriptiones graecae insularum maris Aegaei* consilio et auctoritate Academiae litterarum Regiae Borussicae editae. Fasc. 2. ed. Guilelmus R. Paton. Berolini 1899. 2.
- **Die antiken Münzen Nord-Griechenlands* unter Leitung von F. Imhoof-Blumer hrsg. von der Kgl. Akademie der Wissenschaften. Bd. 1. Dacien und Moesien bearb. von Behrendt Pick. Halbbd. 1. Berlin 1899.
- **Politische Correspondenz Friedrich's des Grossen.* Bd. 25. Berlin 1899. 2 Ex.
- **Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung.* Bd. II. G. d. Hansen, H. J. Die Cladoceren und Cirripeden der Plankton-Expedition. Kiel und Leipzig 1899. 4. 2 Ex.
- **KNOD, GUSTAV C. Deutsche Studenten in Bologna (1289–1562). Biographischer Index zu den Acta nationis Germanicae universitatis Bononiensis.* Berlin 1899.

- *Die griechischen christlichen Schriftsteller der ersten drei Jahrhunderte. Hrsg. von der Kirchenväter-Commission der Königl. Preussischen Akademie der Wissenschaften. Origenes. Bd. 1. Die Schrift vom Martyrium. Buch I-IV gegen Celsus. Bd. 2. Buch V-VIII gegen Celsus. Die Schrift vom Gebet. Hrsg. von Paul Koetschau. Leipzig 1899.
- *Anarithi in decem libros priores elementorum Euclidis commentarii. Ex interpretatione Gherardi Cremonensis in codice Cracoviensi 569 servata ed. MAXIMILIANUS CURTZE. Lipsiae 1899. 2 Ex.
- *BETHE, ALBRECHT. Die Locomotion des Haijtsches (Scyllium) und ihre Beziehungen zu den einzelnen Gehirntheilen und zum Labyrinth. Bonn 1899. Sep.-Abdr.
- *DENKER, ALFRED. Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das Gehörorgan der Säugethiere nach Corrosionspräparaten und Knochenschnitten. Leipzig 1899. 4. 2 Ex.
- *FRANZ, JULIUS. Die Figur des Mondes. Königsberg in Pr. 1899. 2. Sep.-Abdr.
- *GEBHARDT, BRUNO. Wilhelm von Humboldt als Staatsmann. Bd. 2. Stuttgart 1899.
- *GINZEL, F. K. Spezieller Kanon der Sonnen- und Mondfinsternisse für das Ländergebiet der klassischen Altertumswissenschaften und den Zeitraum von 900 vor Chr. bis 600 nach Chr. Berlin 1899. 4. 2 Ex.
- *HAGEN, B. Anthropologischer Atlas ostasiatischer und melanesischer Völker. Wiesbaden 1898. 4. 2 Ex.
- *Heronis Alexandrini opera quae supersunt omnia. Vol. I und Supplementum. Herons von Alexandria Druckwerke und Automatentheater griechisch und deutsch hrsg. von WILHELM SCHMIDT. Leipzig 1899. (Bibliotheca script. Graec. et Roman. Teubneriana.)
- *HESSE, RICHARD. Untersuchungen über die Organe der Lichtempfindung bei niederen Thieren. IV. Die Sehorgane des Amphioxus. V. Die Augen der polychäten Anneliden. Leipzig 1898. 99. Sep.-Abdr.
- *Der Briefwechsel von Gottfried Wilhelm Leibniz mit Mathematikern. Hrsg. von C. J. GERHARDT. Bd. 1. Berlin 1899. 2 Ex.
- *Monographien afrikanischer Pflanzen-Familien und-Gattungen hrsg. von A. ENGLER. III. Combretaceae-Combretum. Bearb. von A. Engler und L. Diels. Leipzig 1899. 4. 2 Ex.
- *Philonis Alexandrini opera quae supersunt ed. LEOPOLDUS COHN et PAULUS WENDLAND. Vol. 3. ed. Paulus Wendland. Berolini 1898.
- *SCHULZE, FRANZ EILHARD. Amerikanische Hexactinelliden nach dem Materiale der Albatross-Expedition. Text und Atlas. Jena 1899. 4. 2 Ex.
- *SCHWEINFURTH, GEORG. Aufnahmen in der Östlichen Wüste von Ägypten. Ser. 1. Lief. 1. (Blatt 1-3.) Berlin 1899. quer-8. 2 Ex.
- *Ioannes Nicolai Secundus Basia. Mit einer Auswahl aus den Vorbildern und Nachahmern hrsg. von GEORG ELLINGER. Berlin 1899. (Lateinische Litteraturdenkmäler des XV. und XVI. Jahrhunderts. Heft 14.)
- *WILCKEN, ULRICH. Griechische Ostraka aus Aegypten und Nubien. Ein Beitrag zur antiken Wirtschaftsgeschichte. Buch 1. 2. Leipzig und Berlin 1899.
- *ZIEGLER, HEINRICH ERNST. Experimentelle Studien über die Zelltheilung. (Fortsetzung.) III. Die Furchungszellen von Beroë ovata. Leipzig 1898. Sep.-Abdr.

Aachen.

Meteorologische Station I. Ordnung Aachen.
Deutsches Meteorologisches Jahrbuch für
1898. Beobachtungssystem der Meteorologischen Station I. Ordnung Aachen. Ergebnisse der Meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1898. Jahrg. 4. Karlsruhe 1899. 4.

POLIS, P. Das Meteorologische Observatorium zu Aachen auf dem Wingertsberg im Stadtgarten und seine Entwicklung. 1899. 2.

Altenburg.

Geschichts- und Alterthumsforschende Gesellschaft des Osterlandes.
Mittheilungen. Bd. 11. 1899. Heft 2.

Berlin.

Königliche Akademie der Künste.

Chronik. 1. Oktober 1897 bis 1. Oktober 1898.VON TSCHUDI, HUGO. *Kunst und Publikum.*
Rede am 27. Januar 1899.

Gesellschaft naturforschender Freunde.

Sitzungs-Berichte. Jahrg. 1898.

Physikalische Gesellschaft.

Die Fortschritte der Physik. Jahrg. 53. 1897.
Abth. 2. 3. Jahrg. 54. 1898. Abth. 1.
Braunschweig 1898. 99.

Botanischer Verein der Provinz Brandenburg.

Verhandlungen. Jahrg. 40. 1898.*Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik.*
Bd. 27. 1896. Heft 3. Bd. 28. 1897.
Heft 1. 2.†*Journal für die reine und angewandte Mathematik.* Hrsg. von L. Fuchs. Bd. 120.
1899. 4.*Berliner Schulprogramme.* Ostern 1899. 4.
Königstädtisches Gymnasium. (1 Ex.) —
Lessing-Gymnasium. (3 Ex.) — Luisen-
städtische Oberrealschule. (2 Ex.) —
1. Realschule. (4 Ex.) — 2. Realschule.
(3 Ex.) — 6. Realschule. (3 Ex., Wissen-
schaftl. Beilage in 2 Ex.) — 7. Real-
schule. (3 Ex.) — 8. Realschule. (2 Ex.,
Wissenschaftl. Beilage in 1 Ex.) —
10. Realschule. (2 Ex., Wissenschaftl.
Beilage in 4 Ex.)**Bonn.**Niederrheinische Gesellschaft für Natur-
und Heilkunde.*Sitzungsberichte.* 1898. 1899. Hälfte 1.

Königliche Sternwarte.

*Atlas des nördlichen gestirnten Himmels für
den Anfang des Jahres 1855* hrsg. von
F. W. A. Argelander. 2. Aufl. hrsg. von
F. Küstner. 1899. gross-fol.Naturhistorischer Verein der preussischen
Rheinlande, Westfalens und des Reg.-
Bezirks Osnabrück.*Verhandlungen.* Jahrg. 55. 1898. Jahrg. 56.
1899. Hälfte 1.Verein von Altertumsfreunden im Rhein-
lande.*Bonner Jahrbücher.* Heft 103. 104. 1898.
1899.**Braunschweig.**

Verein für Naturwissenschaft.

Jahresbericht. 11. 1897-99.**Bremen.**

Meteorologisches Observatorium.

*Ergebnisse der Meteorologischen Beobach-
tungen.* Jahrg. 9. 1898. 4.

Naturwissenschaftlicher Verein.

Abhandlungen. Bd. 16. 1898-99. Heft 1. 2.**Breslau.**Schlesische Gesellschaft für vaterländische
Cultur.*Jahres-Bericht.* 75. 1897. Nebst Ergän-
zungsheft: Partsch, J. Litteratur der
Landes- und Volkskunde der Provinz
Schlesien. Heft 6. 1898.**Chemnitz.**Königlich Sächsisches meteorologisches In-
stitut.*Jahrbuch.* Jahrg. 14. 1896. Abth. 3. Jahrg.
15. 1897. Abth. 1. 4.**Colmar.**

Naturhistorische Gesellschaft.

Mittheilungen. Neue Folge. Bd. 4. 1898.**Danzig.**

Naturforschende Gesellschaft.

Schriften. Neue Folge. Bd. 9. 1898. Heft
3. 4.**Dresden.**†*Hedwigia. Organ für Kryptogamenkunde.* Bd.
37. 1898. Heft 6. Bd. 38. 1899. Heft 1-5.**Erfurt.**Königliche Akademie gemeinnütziger Wis-
sensschaften.*Jahrbücher.* Neue Folge. Heft 25. 1899.**Erlangen.**

Physikalisch-medicinische Societät.

Sitzungsberichte. Heft 30. 1898.**Frankfurt a. M.**Senckenbergische naturforschende Gesell-
schaft.*Abhandlungen.* Bd. 21. 1898-99. Heft 2-4.
Bd. 24. 1898. Heft 3. 4. 4.*Bericht.* 1898.

Physikalischer Verein.

Jahresbericht. 1897-98.KÖNIG, WALTER. *Goethes optische Studien.*
Festrede zur Feier von Goethes 150. Ge-
burtstag gehalten am 26. August 1899.

Frankfurt a. O.

Naturwissenschaftlicher Verein für den
Reg.-Bez. Frankfurt a. Oder.

*Helios. Abhandlungen und Mittheilungen aus
dem Gesamtgebiete der Naturwissen-
schaften.* Bd. 16. Berlin 1899.

*Societatum Litterae. Verzeichniss der in den
Publikationen der Akademien und Ver-
eine aller Länder erscheinenden Einzel-
arbeiten aus dem Gebiete der Naturwissen-
schaften.* Jahrg. 12. N. 5-12. Berlin
1898.

Freiburg i. B.

Gesellschaft für Beförderung der Ge-
schichts-, Altertums- und Volkskunde
von Freiburg, dem Breisgau und den
angrenzenden Landschaften.

Zeitschrift. Bd. 14. 1898.

Naturforschende Gesellschaft.

Berichte. Bd. 11. 1899. Heft 1.

Giessen.

Oberhessische Gesellschaft für Natur- und
Heilkunde.

Bericht. 32. 1897-99.

Universität.

60 akademische Schriften aus dem Jahre
1898-99.

Görlitz.

Oberlausitzische Gesellschaft der Wissen-
schaften.

Neues Lausitzisches Magazin. Bd. 74. 1898.
Heft 2. Bd. 75. 1899. Heft 1.

JECBT, RICHARD. *Codex diplomaticus Lau-
satae superioris II.* Heft 4. 1899.

Göttingen.

Königl. Gesellschaft der Wissenschaften.

Abhandlungen.

Philologisch-historische Klasse. Neue
Folge. Bd. 2. N. 8. Berlin 1899. 4.

Nachrichten.

Geschäftliche Mittheilungen. 1898. Heft
2. 1899. Heft 1.

Mathematisch-physikalische Klasse.
1898. Heft 4. 1899. Heft 1.

Philologisch-historische Klasse. 1898.
Heft 4. 1899. Heft 1.

Greifswald.

Naturwissenschaftlicher Verein für Neu-
Vorpommern und Rügen.

Mittheilungen. Jahrg. 30. 1898.

Halle a. S.

Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen
und Thüringen.

Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 71.
Heft 3-6. Bd. 72. Heft 1. 2. Leipzig
1898. Stuttgart 1899.

[†]*Generalindex zu sämmtlichen Publicationen
des Vereins.* Th. 1. Sachregister. Bearb.
von Walther Schoenichen. Halle a. S.
1898.

Jahrbuch der Elektrochemie. Jahrg. 4. 5.
1897. 98.

Zeitschrift für Elektrochemie. Jahrg. 4. 5.
1897-99. 4.

Hamburg.

Hamburgische Wissenschaftliche Anstalten.

Jahrbuch. Jahrg. 14. 1896, nebst Beiheft
1-5. Jahrg. 15. 1897, nebst Beiheft
1-3. 4. und 8.

Naturhistorisches Museum.

Mittheilungen. Jahrg. 15. 1897.

Sternwarte.

Mittheilungen. N. 1-5. 1895-99.

Naturwissenschaftlicher Verein.

Verhandlungen. 3. Folge. 6. 1898.

Hanau.

Wetterauische Gesellschaft für die gesamte
Naturkunde.

Bericht über den Zeitraum vom 1. Mai
1895 bis 31. März 1899.

Heidelberg.

Historisch-philosophischer Verein.

Neue Heidelberger Jahrbücher. Jahrg. 8.
1898. Heft 2.

Karlsruhe.

Technische Hochschule.

6 Schriften aus den Jahren 1897-99.

Kassel.

Verein für Naturkunde.

Abhandlungen und Bericht. 44. 1898-99.

Sternwarte.

Publicationen. 10. Harzer, P. Ueber die
Zeitbestimmung im Verticale des Pol-
sternes. Leipzig 1899. 4.

Universität.

101 akademische Schriften aus dem Jahre
1898-99.

Astronomische Nachrichten begründet von
H. C. Schumacher. Bd. 147-150. 1898.
1899. 4.

Königsberg in Pr.

Physikalisch-ökonomische Gesellschaft.
Schriften. Jahrg. 39. 1898. 4.

Leipzig.

Fürstlich Jablonowski'sche Gesellschaft.
Jahresbericht. 1899.

Königlich Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften.

Mathematisch-physische Classe.

Abhandlungen. Bd. 24. 1899. N. 6.
Bd. 25. 1899. N. 1-3.

Berichte über die Verhandlungen. Bd. 50.
1898. Mathematischer Theil. Heft 5.
Naturwissenschaftlicher Theil. Bd. 51.
1899. Mathematischer Theil. Heft
1-4.

Philologisch-historische Classe.

Abhandlungen. Bd. 18. 1899. N. 4. 5.
Berichte über die Verhandlungen. Bd. 50.
1898. Heft 4. 5. Bd. 51. 1899. Heft
1-3.

† *Literarisches Centralblatt für Deutschland.*
1899. N. 1-47. 4.

† *Verzeichnis der im deutschen Buchhandel
neu erschienenen und neu aufgelegten Bücher,
Landkarten, Zeitschriften u. s. w.* Hrsg.
von der J. C. Hinrichs'schen Buchhand-
lung in Leipzig. 1899. Halbj. 1.

*Zeitschrift für physikalische Chemie, Stöchiometrie
und Verwandtschaftslehre.* Hrsg.
von Wilh. Ostwald und J. H. van't Hoff.
Bd. 27. 1898. Heft 3. 4. Bd. 28. 29. 1899.
Bd. 30. 1899. Heft 1. 2.

Metz.

Verein für Erdkunde.

Jahresbericht. 21. 1898-99.

München.

Königlich Bayerische Akademie der Wissenschaften.

Abhandlungen.

Mathematisch-physikalische Classe. Bd.
19. 1899. Abth. 3. Bd. 20. 1899.
Abth. 1.

Philosophisch-philologische Classe. Bd.
21. 1899. Abth. 2. 4.

Sitzungsberichte.

Mathematisch-physikalische Classe.
1898. Heft 4. 1899. Heft 1. 2.

Philosophisch-philologische und histo-
rische Classe. 1898. Bd. 2. 1899. Bd. 1.

*Geschichte der Wissenschaften in Deutsch-
land.* Neuere Zeit. Bd. 23. v. Zittel,
Karl Alfred. Geschichte der Geologie
und Paläontologie bis Ende des 19.
Jahrhunderts. 1899.

Monumenta boica. Vol. 45. 1899. 4.

*Monumenta Tridentina. Beiträge zur Ge-
schichte des Concils von Trient.* Heft 4. 5.
1897. 99. 4.

GOEBEL, KARL. *Ueber Studium und Auf-
fassung der Anpassungserscheinungen bei
Pflanzen.* Festrede gehalten in der
öffentlichen Sitzung am 15. März 1898.
4.

LINDEMANN, FERDINAND. *Gedächtnissrede
auf Philipp Ludwig von Seidel* gehalten in
der öffentlichen Sitzung am 27. März
1897. 4.

Ornithologischer Verein.

Jahresbericht für 1897 und 1898.

Hochschul-Nachrichten. Jahrg. 9. 1898-99.
N. 2-12. Jahrg. 10. 1899-1900. N. 1. 4.

Allgemeine Zeitung. Beilage. Ausgabe in
Wochenheften. 1898. Heft 40-52. 1899.
Heft 1-39. 4.

Neisse.

Wissenschaftliche Gesellschaft Philomathie.
Bericht. 29. vom Oktober 1896 bis zum
Oktober 1898.

Nürnberg.

Germanisches Nationalmuseum.

Anzeiger. Jahrg. 1898. 4.

Mitteilungen. Jahrg. 1898. 4.

Katalog der Glasgemälde aus älterer Zeit.
2. Aufl. 1898. 4.

Posen.

Historische Gesellschaft für die Provinz
Posen.

Zeitschrift. Jahrg. 13. 1898. Heft 1. 2.

Regensburg.

Historischer Verein von Oberpfalz und
Regensburg.

Verhandlungen. Bd. 50. 1898.

Strassburg.

Gesellschaft zur Förderung der Wissen-
schaften, des Ackerbaues und der
Künste im Unter-Elsass.

Monatsbericht. Bd. 32. 1898. Heft 7-10.
Bd. 33. 1899. Heft 1-8.

Universität.

76 akademische Schriften aus dem Jahre 1898-99.

Kaiserliche Universitäts-Sternwarte.

Annalen. Bd. 2. Karlsruhe 1899. 4.

Deutsches Meteorologisches Jahrbuch für 1896.

Beobachtungssystem von Elsass-Lothringen.

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Reichsland Elsass-Lothringen im Jahre 1896. 4.

†*Minerva. Jahrbuch der gelehrten Welt.* Jahrg.

1-3. 5. 8. 1891-92—1893-94. 1895-96.

1898-99.

Stuttgart.

Württembergische Kommission für Landesgeschichte.

Württembergische Vierteljahrshefte für Landesgeschichte. Neue Folge. Jahrg. 8.

1899.

Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg.

Jahreshefte. Jahrg. 55. 1899.

Litterarischer Verein.

†*Bibliothek.* Bd. 216-218. Tübingen 1899.

Thorn.

Copernicus-Verein für Wissenschaft und Kunst.

Mitteilungen. Heft 12. 1899. 4.

Trier.

Trierisches Archiv. Hrsg. von Max Keuffer.

Heft 2. 1899.

Würzburg.

Physikalisch-medicinische Gesellschaft.

Sitzungs-Berichte. Jahrg. 1898.

Verhandlungen. Neue Folge. Bd. 32. 1898.

Historischer Verein von Unterfranken und Aschaffenburg.

Archiv. Jahrg. 40. 1898.

Abhandlungen zur Geschichte der Mathematik. Heft 9. Herrn Hofrat und Professor Dr.

Moritz Cantor bei der 70. Wiederkehr des Tages seiner Geburt am 23. August 1899

dargebracht . . . Hrsg. von M. Curtze und S. Günther. Leipzig 1899.

ARNOLD, E. *Das elektrotechnische Institut der Grossherzoglichen Technischen Hochschule zu Karlsruhe.* Berlin. München 1899.

AUWERS, A. *Die Venus-Durchgänge 1874 und 1882. Bericht über die deutschen Beobachtungen.* Im Auftrage der Commission für die Beobachtung des Venus-Durchgangs hrsg. Bd. 1. Berlin 1898. 4.

BACHMETJEV, P. *Über die Temperatur der Insekten nach Beobachtungen in Bulgarien.* Leipzig 1899. Sep.-Abdr.

BALLOWITZ, EMIL. *Das elektrische Organ des afrikanischen Zitterwelses (Malopterurus electricus Lacépède).* Jena 1899. 4.

BEHSTEIN, F. *Handbuch der organischen Chemie.* 3. Aufl. Lief. 96-103. Hamburg und Leipzig 1898. 99.

Beiträge zur Anthropologie Braunschweigs. Festschrift zur 29. Versammlung der Deutschen anthropologischen Gesellschaft zu Braunschweig im August 1898. Braunschweig 1898.

CANTOR, GEORG. *Resurrectio Divi Quirini Francisci Baconi baronis de Verulam vicecomitis Sancti Albani.* Halis Saxonum 1896.

. *Die Rowley'sche Sammlung von 32 Trauergedichten auf Francis Bacon.* Halle 1897.

DIELS, HERMANN. *Elementum. Eine Vorarbeit zum griechischen und lateinischen Thesaurus.* Leipzig 1899.

Der Elbstrom, sein Stromgebiet und seine wichtigsten Nebenflüsse. Eine hydrographische, wasserwirthschaftliche und wasserrechtliche Darstellung. Hrsg. von der Königlichen Elbstrombauverwaltung zu Magdeburg. Bd. 1. 2. 3. Abth. 1. 2. Tabellenbd. Kartenbeilagen. Berlin 1898. 8., 4. und 2.

FINDISEN, F. *Rathschläge über den Blitzschutz der Gebäude.* Berlin 1899.

FRANKENBACH, FRIEDRICH WILHELM. *Die Anwendung trimetrischer Punktkoordinaten auf die merkwürdigen Punkte des Dreiecks.* Liegnitz 1899. Schul-Progr.

- FRESENIUS, HEINRICH. *Geschichte des chemischen Laboratoriums zu Wiesbaden während der zweiten 25 Jahre seines Bestehens*. Wiesbaden 1898. 4.
- . *Zur Erinnerung an R. Fresenius*. Wiesbaden 1897. Sep.-Abdr.
- GOERING, A. *Ueber die verschiedenen Formen und Zwecke des Eisenbahnwesens*. Rede in der Aula der Königlichen Technischen Hochschule zu Berlin am 26. Januar 1899 gehalten. Berlin 1899.
- †GRIMM, JACOB und WILHELM. *Deutsches Wörterbuch*. Bd. 4. Abth. 1. Th. 3. Lief. 2. Bd. 9. Lief. 15. Bd. 10. Lief. 1. Leipzig 1899. 4.
- HELLMANN, G. *Regenkarte der Provinz Schlesien mit erläuterndem Text und Tabellen*. Berlin 1899.
- HERZOG, RUDOLF. *Koische Forschungen und Funde*. Leipzig 1899.
- . *Reisebericht aus Kos*. Athen 1898. Sep.-Abdr.
- HILLER VON GAERTRINGEN, F. FRH. *Thera. Untersuchungen, Vermessungen und Ausgrabungen in den Jahren 1895–1898*. Bd. 1 und Karten. Berlin 1899. 4. und 2.
- HIRSCHBERG, J. *Geschichte der Augenheilkunde im Alterthum*. Leipzig 1899. (Theil von Graefe-Saemisch, Handbuch der gesamten Augenheilkunde. 2. Aufl.)
- VAN'T HOFF, J. H. *Vorlesungen über theoretische und physikalische Chemie*. Heft 2. Die chemische Statik. Braunschweig 1899.
- . *Lectures on Theoretical and Physical Chemistry*. Translated by R. A. Leffeldt. Part 1. Chemical Dynamics. London 1898.
- . *Leçons de chimie physique professées à l'Université de Berlin*. Ouvrage traduit de l'allemand par M. Corvisy. Partie 2. La statique chimique. Paris 1899.
- JAHR, E. *Die Urkraft oder Gravitation, Licht, Wärme etc. sind sekundäre Erscheinungen der Urkraft der Welt*. Berlin 1899.
- JURKSCHAT, C. *Litauische Märchen und Erzählungen*. Tl. 1. Heidelberg 1898.
- KNUTH, PAUL. *Handbuch der Blütenbiologie*. Bd. 2. Tl. 2. Leipzig 1899.
- VON KÖRÖSY, JOSEF. *Zur internationalen Nomenclatur der Todesursachen*. Berlin 1899.
- KRONECKER, LEOPOLD. *Werke*. Hrsg. auf Veranlassung der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften von K. Hensel. Bd. 3. Halbbd. 1. Leipzig 1899. 4.
- LAMPE, E. *Die reine Mathematik in den Jahren 1884–1899 nebst Aktenstücken zum Leben von Siegfried Aronhold*. Berlin 1899.
- LANGE, JULIUS. *Jacob Steiners Lebensjahre in Berlin 1821–1863*. Berlin 1899. 4. Sep.-Abdr.
- LIEBICH, BRUNO. *Die Wortfamilien der lebenden hochdeutschen Sprache als Grundlage für ein System der Bedeutungslehre*. Tl. 1. Lief. 3–6. Breslau 1898. 99.
- MERCK, E. *Bericht über neue Arzneimittel des Jahres 1898*. Darmstadt 1899.
- Moltkes Militärische Werke*. Hrsg. vom Grossen Generalstabe, Abth. für Kriegsgeschichte. III. Kriegsgeschichtliche Arbeiten. Th. 2. Berlin 1899.
- PETERSEN, G. J. *Ueber die Harmonie im Weltenraum*. Bdch. 1. Gleiwitz 1899.
- Ioannes Philoponus de aeternitate mundi contra Proclum* ed. HUGO RABE. Lipsiae 1899.
- Protokoll über die vom 31. März bis 4. April 1898 zu Strassburg i. E. abgehaltene erste Versammlung der internationalen aeronautischen Commission*. Strassburg 1898.
- RANKE, JOHANNES. *Die 29. allgemeine Versammlung der deutschen Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte in Braunschweig mit Ausflügen nach dem Elm und dem Harz vom 4. bis 6. August 1898*. München 1898. 4. Sep.-Abdr.
- RIEDLER, A. *Die Technischen Hochschulen und ihre wissenschaftlichen Bestrebungen*. Rede zum Antritt des Rektorates der Königl. Technischen Hochschule zu Berlin. Berlin 1899.
- ROSCOE, H. E., und SCHORLEMMER, C. *Ausführliches Lehrbuch der Chemie*. Fortgesetzt von Jul. Wilh. Brühl. Bd. 5. Abth. 2. Bd. 6. 7. Braunschweig 1896–99.

- SCHLAGINTWEIT, EMIL. *Die Lebensbeschreibung von Padma Sambhava, dem Begründer des Lamaismus, 747 n. Chr.* Teil I. Aus dem Tibetischen übers. München 1899. 4. Sep.-Abdr.
- SCHUR, W. *Neue Reduction der von Wilhelm Olbers im Zeitraum von 1795 bis 1831 auf seiner Privatsternkarte in Bremen angestellten Beobachtungen von Kometen und kleinen Planeten.* Leipzig 1898. Sep.-Abdr.
- SODOFFSKY, GUSTAV. *Zur Finanzstatistik der Städte Russlands.* Tübingen 1899. Sep.-Abdr.
- † *Verzeichniss der Berliner Universitätschriften 1810–1885.* Hrsg. von der Königlichen Universitätsbibliothek zu Berlin. Berlin 1899.
- VIRCHOW, RUDOLF. *Die Eröffnung des Pathologischen Museums der Königl. Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am 27. Juni 1899.* Berlin 1899.
- VOELTZKOW, A. *Wissenschaftliche Ergebnisse der Reisen in Madagaskar und Ostafrika in den Jahren 1889–95.* Bd. 1. Heft 3. 4. Frankfurt a. M. 1898. 99. 4. (Abhandlungen Hrsg. von der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft. Bd. 21. Heft 3. 4.)
- WALDEYER, WILHELM. *Zur Geschichte des anatomischen Unterrichts in Berlin.* Rede zur Gedächtnissfeier des Stifters der Berliner Universität König Friedrich Wilhelm III. am 3. August 1899 gehalten. Berlin 1899. 4.
- WEBER, HEINRICH. *Lehrbuch der Algebra.* 2. Aufl. Bd. 2. Braunschweig 1899.
- WITT, OTTO N. *Rede bei der Gedenkfeier für Seine Durchlaucht den vereinigten Reichskanzler Fürsten von Bismarck am 9. März 1899 in der Aula der Königlichen Technischen Hochschule zu Berlin gehalten.* Berlin 1899.
- ZIEGLER, HEINRICH ERNST. *Über den derzeitigen Stand der Cölomfrage.* Leipzig 1898. Sep.-Abdr.

Oesterreich-Ungarn.

Brünn.

- K. K. mährische Gesellschaft zur Beförderung der Landwirtschaft, der Natur- und Landeskunde.
- Historisch-statistische Section, zugleich Verein für die Geschichte Mährens und Schlesiens.
- Schriften.* Bd. 14–19. 21–30. 1865–95.
- SCHRAM, WILHELM C. *Katalog der Bibliothek.* 1885.
- BRETHOLZ, BERTHOLD. *Urkunden, Briefe und Actenstücke zur Geschichte der Belagerung der Stadt Brünn durch die Schweden in den Jahren 1643 und 1645.* 1895.
- VON CHLUMECKY, PETER Ritter. *Carl von Zierotin und seine Zeit. 1564–1615.* Bd. 1. 2. 1862. 79.
- EDER, JOHANN. *Chronik der Orte Seelowitz und Pohrlitz und ihrer Umgebung.* 1859.
- Christian Ritter d'Elvert, k. k. Hofrath a. D. Gedenkblätter zu seinem 90. Geburtstag.* *Nebst Anhang: Zur Feier des 90. Geburtstages desselben.* 1893.
- D'ELVERT, CHRISTIAN Ritter. *Neu-Brünn, wie es entstanden ist und sich gebildet hat.* Th. 1. 1888.
- LOSERTH, JOHANN. *Doctor Balthasar Hubmaier und die Anfänge der Wiedertaufer in Mähren.* 1893.
- Monumenta rerum Bohemico-Moravicarum et Silesiacarum.* Sectio 1: Scriptores. Pars 1. — Sectio 2: Leges et Statuta. Lib. 2. 3. 1861–82.
- RUBY, FRANZ. — *Das Iglauer Handwerk in seinem Thun und Treiben von der Begründung bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts urkundlich dargestellt.* 1887.
- Museums-Section.
- Musei Francisci Annales.* 1897.
- Naturforschender Verein.
- Verhandlungen.* Bd. 36. 1897.
- Bericht der meteorologischen Commission.* 16. 1896.

Graz.

- Historischer Verein für Steiermark.
Beiträge zur Kunde steiermärkischer Geschichtsquellen. Jahrg. 29. 1898.
Mittheilungen. Heft 46. 1898.
 Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark.
Mittheilungen. Heft 34. 35. 1897. 98.

Innsbruck.

- Ferdinandeum für Tirol und Vorarlberg.
Zeitschrift. 3. Folge. Heft 43. 1899.
 Naturwissenschaftlich-medizinischer Verein.
Berichte. Jahrg. 24. 1897-98 und 1898-99.

Klagenfurt.

- Geschichtsverein für Kärnten.
Carinthia I. Jahrg. 88. 1898.
Jahres-Bericht für 1897.

Krakau.

- Kaiserliche Akademie der Wissenschaften.
Anzeiger. 1898. N. 9. 10. 1899. N. 1-7.
Rocznik. Rok 1897-98.
Rozprawy.
 Wydział matematyczno-przyrodniczy.
 Ser. 2. Tom 14. 1899.
 Komisya do badania Historji Sztuki w Polsce.
Sprawozdania. Tom 6. 1898. Zeszyt 2. 3. 4.
 Komisya fizyograficzna.
Sprawozdanie. Tom 33. 1898.
Atlas geologiczny Galicyi. Zeszyt 9. 10.
 1. 2. Tekst do zeszytu 10. Część 1. 2.
 1897-99. 2. u. 8.
Biblioteka pisarzy polskich. Tom 36. 1899.

Laibach.

- Musealverein für Krain.
Ivestja. Letnik 8. 1898.
Mittheilungen. Jahrg. 11. 1898 mit 1 Beilageheft.

Linz.

- Museum Francisco-Carolinum.
Jahres-Bericht. 57. 1899.

Pola.

- Hydrographisches Amt der K. und K. Kriegsmarine.
Veröffentlichungen. N. 7. Gruppe 3. Relative Schwerebestimmungen durch Pendelbeobachtungen. Heft 2. 1898. 4.

Prag.

- Königlich Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften.
Jahresbericht. 1898.
Sitzungsberichte. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. 1898. — Classe für Philosophie, Geschichte u. Philologie. 1898.
Spisy počtých jubilejní cenou. Číslo 9. 10. 1897. 98.
Norbert Heermann's Rosenbergsche Chronik.
 Hrg. von Matthäus Klimesch. 1898.
 Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen.
Beiträge zur deutsch-böhmischen Volkskunde. Bd. 2. 1899. Heft 2.
Beiträge zur palaeontologischen Kenntniss des böhmischen Mittelgebirges. 1898. 4. Sep.-Abdr.
Bibliothek Deutscher Schriftsteller aus Böhmen. Bd. 8. 9. 1898.
Forschungen zur Kunstgeschichte Böhmens. N. 3. 1898. 4.
Mittheilungen. N. 9. 1899.
Rechenschafts-Bericht über ihre Thätigkeit im Jahre 1898.
 BATKA, RICHARD. *Altnordische Stoffe und Studien in Deutschland.* Abschnitt 2. I. Wien und Leipzig 1899. Sep.-Abdr.
 HIBSCH, J. E. *Geologische Karte des böhmischen Mittelgebirges.* Blatt 2 (Rongstock-Bodenbach) nebst Erläuterungen. 1899.
Die deutsche Karl-Ferdinands-Universität in Prag unter der Regierung Seiner Majestät des Kaisers Franz Josef I. 1899.
 LIPPERT, JULIUS. *Social-Geschichte Böhmens in vorhussitischer Zeit.* Bd. 2. Wien, Prag, Leipzig 1898.
 NESTLER, A. *Die Blasenellen von Antithamnion Plumula (Ellis) Thur. und Antithamnion cruciatum (Ag.) Näg.* Kiel und Leipzig 1898. 4. Sep.-Abdr.
 SCHIFFNER, VICTOR. *Conspectus Hepaticarum archipelagi Indici.* Batavia 1898.
 VON WEINZIERL, ROBERT Ritter. *Das La Tène-Grabfeld von Langquest bei Bilin in Böhmen.* Braunschweig 1899. 4.

K. K. Sternwarte.

Magnetische und meteorologische Beobachtungen. Jahrg. 59. 1898. 4.

Deutsche Universität.

Die feierliche Installation des Rectors für das Studienjahr 1898-99.

Ordnung der Vorlesungen. Wintersemester 1899/1900.

Personalstand zu Anfang des Studienjahres 1899/1900.

Trient.

Biblioteca e Museo comunali.

Archivio Trentino. Anno 14. 1899. Fasc. 2.

Wien.

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften.

Almanach. Jahrg. 48. 1898.

Anzeiger.

Mathematisch - naturwissenschaftliche Classe. Jahrg. 35. 1898.

Philosophisch-historische Classe. Jahrg. 35. 1898.

Denkschriften.

Mathematisch - naturwissensch. Classe. Bd. 65. 66. Th. 1. 2. Bd. 67. 1898. 99. 4.

Sitzungsberichte.

Mathematisch - naturwissenschaftliche Classe. Bd. 107. 1898. Abth. 1. Heft 6-10. Abth. 2a. Heft 3-10. Abth. 2b. Heft 4-10. Abth. 3. Heft 1-10.

Philosophisch - historische Classe. Bd. 138-140. 1897-99.

Archiv für österreichische Geschichte. Bd. 85. 86. 1898. 99.

Fontes rerum austriacarum. Oesterreichische Geschichts-Quellen. Abth. 2. Diplomataria et acta. Bd. 50. 1898.

K. K. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus.

Jahrbücher. Neue Folge. Bd. 32. 33. 35. 1895. 96. 98. 4.

K. K. Central-Commission für Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale.

Mittheilungen. Bd. 24. 1898. Heft 4. Bd. 25. 1899. 4.

Anthropologische Gesellschaft.

Mittheilungen. Bd. 28. 1898. Heft 5. 6. Bd. 29. 1899. Heft 1-5. 4.

K. K. geographische Gesellschaft.

Mittheilungen. Bd. 41. 1898.

K. K. zoologisch-botanische Gesellschaft.

Verhandlungen. Bd. 48. 1898. Heft 9. 10. Bd. 49. 1899. Heft 1-8.

K. K. Gradmessungs-Bureau.

Astronomische Arbeiten. Bd. 10. Längenbestimmungen. 1898. 4.

Verhandlungen der österreichischen Gradmessungs-Commission. Protokoll über die am 28. Juni 1898 abgehaltene Sitzung. 1898.

Österreichisches archäologisches Institut.

Jahreshefte. Bd. 2. 1899. 4.

K. K. geologische Reichsanstalt.

Jahrbuch. Bd. 48. 1898. Heft 2-4. Bd. 49. 1899. Heft 1. 2. 4.

Verhandlungen. 1898. N. 14-18. 1899. N. 1-10. 4.

Österreichischer Touristen-Club, Section für Naturkunde.

Mittheilungen. Jahrg. 10. 1898. Jahrg. 11. 1899. N. 1-10. 4.

Universität.

Bericht über die volksthümlichen Universitätsvorträge im Studienjahre 1897-98; 1898-99.

Programme der volksthümlichen Universitäts-Vorträge. 1896-97. Abth. 1-3. 1897-98. Abth. 1-3. 1898-99. Serie 1-4.

Die feierliche Inauguration des Rectors für das Studienjahr 1898-99; 1899-1900.

Übersicht der akademischen Behörden, Professoren etc. für das Studienjahr 1898-99; 1899-1900.

Öffentliche Vorlesungen. Sommer - Sem. 1898 — Winter - Sem. 1899-1900.

Geschichte der Wiener Universität von 1848 bis 1898. Hrsg. vom Akademischen Senate. 1898.

K. K. Universitäts-Sternwarte.

Annalen. Bd. 13. 1898. 4.

Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse.

Schriften. Bd. 39. 1899.

Jahrbuch der Wiener k. k. Kranken-Anstalten. Jahrg. 6. 1897.

Agram.

Südslavische Akademie der Wissenschaften und Künste.

Ijetopis. Svezak 13. 1898.

Rad. Knjiga 136-139. 1898. 99.

Kroatische archaeologische Gesellschaft.

Vjesnik. Nove ser. Sveska 3. 1898.

Königl. Kroat.-Slavon.-Dalmat. Landesarchiv.

Vjesnik. Godina 1. 1899.

Hermannstadt.

Verein für siebenbürgische Landeskunde.

Archiv. Neue Folge. Bd. 28. 1898. Heft 3.

Bd. 29. 1899. Heft 1.

Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaften.

Verhandlungen und Mittheilungen. Bd. 48. 1898.

Pesth.

Königlich Ungarische Akademie der Wissenschaften.

Almanach. 1899.

Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. Bd. 15. 1897.

Értekezések a nyelv- és széptudományok köréből. Kötet 17. 1898-99. Szám 1. 2.

Értekezések a társadalmi tudományok köréből. Kötet 12. 1899. Szám 3.

Értekezések a történeti tudományok köréből. Kötet 17. 1898. Szám 9. 10. Kötet 18. 1899. Szám 1-6.

Archaeologiai Értesítő. Uj folyam. Kötet 18. 1898. Szám 4. 5. Kötet 19. 1899. Szám 1. 2.

Mathematikai és természettudományi Értesítő. Kötet 16. 1898. Füzet 3-5. Kötet 17. 1899. Füzet 1. 2.

Mathematikai és természettudományi Közlemények. Kötet 27. 1899. Szám 3.

Nyelvtudományi Közlemények. Kötet 28. 1898. Füzet 3. 4. Kötet 29. 1899. Füzet 1. 2.

Rapport sur les travaux en 1898.

Monumenta Hungariae historica (Magyar történelmi emlékek). Osztály 1. Diplomataria (Okmánytárak). Kötet 30. 1899. — Osztály 3. a) Monumenta comitialia regni Hungariae (Magyar országgyűlési emlékek). Kötet 11. 1899. b) Monumenta comitialia regni Transylvaniae (Erdélyi országgyűlési emlékek). Kötet 21. 1899.

Ethnographische Sammlungen des Ung. Nationalmuseums. I. Beschreibender Catalog der ethnographischen Sammlung Sitzungsberichte 1899.

Ludwig Biró's aus Deutsch-Neu-Guinea (Berlinhafen). Hrsg. durch die ethnographische Abtheilung des Ung. Nationalmuseums. 1899. 4.

Königlich Ungarische geologische Anstalt. *Jahresbericht*. 1897.

BÖCKH, JOHANN, und GESELL, ALEXANDER. *Angabe der im Betrieb stehenden und im Aufschlusse begriffenen Lagerstätten von Edelmetallen, Erzen, Eisensteinen, Mineralkohlen, Steinsalz und anderen nutzbaren Mineralien auf dem Territorium der Länder der ungarischen Krone*. 1898. Karte und Erläuterungen.

Geologische Specialkarte der Länder der ung. Krone. Die Gegend von Nagybánya. Blatt ^{Zone 15} Col. XXIX. 1898. Karte und Erläuterungen.

Ungarische geologische Gesellschaft.

Földtani Közöny. (*Geologische Mittheilungen*.) Zugleich amtliches Organ der K. Ung. Geologischen Anstalt. Kötet 28. 1898. Füzet 7-12.

Pressburg.

Verein für Heil- und Naturkunde.

Verhandlungen. Neue Folge. Bd. 10. 1897-98.

Schässburg.

Evangelisches Gymnasium A. B.

Programm am Schlusse des Schuljahres 1898-99.

GESSMANN, G. W. *Die Geheimsymbole der Chemie und Medicin des Mittelalters*. Graz 1899.

KRUŠELNICKI, MICHAEL. *Ukrainsko-ruskij univerzitet. Pamjatkovca knižka ... v spravi osnovanija ukrainsko-ruskogo univerziteta*. Lvovi 1899.

Graf LANDBERG, C. *Die Expedition nach Süd-Arabien. Bericht an die kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien*. Heft 1. 2. München 1899.

— *Die Südarabische Expedition der kaiserlichen Academie der Wissenschaften in Wien und das Vorgehen des Prof. Dr. David Heinrich Müller*. München 1899.

MÜLLER, D. H. *Die südarabische Expedition der kaiserlichen Akademie der Wissen-*

- schaften in Wien und die Demission des Grafen Carlo Landberg. Actenmässig dargestellt.* Wien und Leipzig 1899.
- OTTERBEIN. *Die Lichtvertheilung auf der Erde. Neue geophysikalische Gesichtspunkte in ihrer Bedeutung für die Medicin.* Prag 1899. Sep.-Abdr.
- SCHRAM, WILHELM. *Verzeichniss Mährischer Kupferstecher aus der Zeit vom Jahre 1480 bis zur Gegenwart.* Brünn 1894. Sep.-Abdr.
- STOSSICH, MICHELE. *Appunti di Elmintologia.* Triest 1899. Sep.-Abdr.
- . *Saggio di una fauna elmintologica di Trieste e provincie contermini.* Triest 1898.
- STOSSICH, MICHELE. *La sezione degli Echinostomi.* Triest 1899. Sep.-Abdr.
- . *Lo smembramento dei Brachycoelium.* Triest 1899. Sep.-Abdr.
- . *Strongylidae. Lavoro monografico.* Triest 1899. Sepr.-Abdr.
- UNGER, JOACHIM. *Die Ursache der Umdrehung der Erde und aller Planeten um ihre Achse.* Wien-Leipzig 1899.
- KERNTLER, FRANZ. *Die Unität des absoluten Maass-Systems in Bezug auf magnetische und elektrische Grössen.* Budapest 1899.

Grossbritannien und Irland mit Colonieen.

- British Association for the Advancement of Science.
- Report of the 68. Meeting held at Bristol in September 1898.* London 1899.
- India Office, London.
- Catalogue of the Sanskrit Manuscripts in the Library of the India Office.* Part 6. London 1899. 4.
- British Museum (Natural History), London.
- BATHER, F. A. *The Genera and Species of Blastoides, with a List of the Specimens in the British Museum (Natural History).* 1899.
- Catalogue of the African Plants collected by Dr. Friedrich Welwitsch in 1853-61.* Vol. 1. Part 2. 3. Vol. 2. Part 1. 1898. 99.
- Catalogue of the Birds.* Vol. 26. 1898.
- Catalogue of the Lepidoptera Phalaenae.* Vol. 1. 1898. Text and Plates.
- CRICK, G. C. *List of the Types and Figured Specimens of Fossil Cephalopoda.* 1898.
- SHARPE, R. BOWDLER. *A Hand-List of the Genera and Species of Birds. [Nomenclator avium tum fossilium tum viventium.]* Vol. 1. 1899.
- Royal Observatory, Greenwich.
- Astronomical and Magnetical and Meteorological Observations made in the year 1896.* London 1898. 4.
- Archaeological Survey of India, Calcutta.
- Reports.* New Imperial Series. Vol. 18. Smith, Edmund W. The Moghul Architecture of Fathpur-Sikri. Part 3. Allahabad 1897. — Vol. 19. Cousens, Henry. Lists of Antiquarian Remains in the Central Provinces and Berar. Calcutta 1897. — Vol. 25. Rea, Alexr. Monumental Remains of the Dutch East India Company in the Presidency of Madras. Madras 1897. — Vol. 26. Führer, A. Monograph on Buddha Sakyamuni's Birth-Place in the Nepalese Tarai. Allahabad 1897. 4.
- Epigraphia Indica and Record.* Vol. 5. Part 4-7. Calcutta 1898. 99. 4.
- Annual Progress Report of the Archaeological Survey Circle, North-Western Provinces and Outh,* for the years ending 30th June 1898, and 1899. 4.
- Progress Report of the Archaeological Survey of Western India,* for the year ending 30th June 1898. Bombay 1898. 2.
- Botanical Survey of India, Calcutta.
- Records.* Vol. 1. 1899. N. 12.
- Report of the Director* for the year 1898-99. 2.
- Geological Survey of India, Calcutta.
- Memoirs. Palaeontologia Indica.* Ser. 15. Vol. 1. Part 3. 1897. 4.
- General Report* for the period from the 1st April 1898 to the 31st March 1899.
- A Manual of the Geology of India.* Economic Geology. By V. Ball. 2. Edition. Part 1. By T. H. Holland. 1898.

Royal Observatory, Cape of Good Hope.
Annals. Vol. 1. Part 1. London 1898. 4.
Independent Day-Numbers for the year
 1901. London 1898.
*Report of Her Majesty's Astronomer at the
 Cape of Good Hope to the Secretary of
 the Admiralty*, for the year 1898. Lon-
 don 1899. 4.

Aberdeen.

University.
Minutes of the General Council. Vol. 1. 1898.
University Calendar for the year 1899-1900.
 Part 2 and Supplement.

Bristol.

Museum and Reference Library.
Report of the Museum Committee for the
 two years from 1st October, 1896, to
 30th September, 1898.

Cambridge.

Philosophical Society.
Proceedings. Vol. 10. 1898-99. Part 1-3.
Transactions. Vol. 17. 1899. Part 2. 3. 4.

Dublin.

Royal Irish Academy.
Proceedings. Ser. 3. Vol. 5. 1898-99. N. 1-3.
Transactions. Vol. 31. 1899. Part 7. 4.
 Royal Dublin Society.
Scientific Proceedings. New Ser. Vol. 8.
 1893-98. Part 1. 6.
Scientific Transactions. Ser. 2. Vol. 6. 1898.
 Part 14-16. Vol. 7. 1898. Part 1. 4.
 Dunsink Observatory.
Astronomical Observations and Researches.
 Part 8. 1899. 4.

Edinburg.

Royal Society.
Proceedings. Vol. 22. 1897-99. N. 3-5.
 Royal Physical Society.
Proceedings. Vol. 14. 1897-98. Part 1.

Glasgow.

Philosophical Society.
Proceedings. Vol. 30. 1898-99.

Liverpool.

Biological Society.
Proceedings and Transactions. Vol. 12. 1898.
 University College.
*Otia Merseiana. The Publication of the Arts
 Faculty of University College*. Vol. 1. Lon-
 don 1899.

London.

Royal Institution of Great Britain.
Proceedings. Vol. 15. 1899. Part 3.
 Chemical Society.
Journal. Vols. 73 and 74. 1898. N. 433.
 Supplementary Number. Vols. 75 and
 76. 1899. N. 434-444.
Proceedings. Vol. 14. 1898. N. 200. 201.
 Title-Page and Index. Vol. 15. 1899.
 N. 202-214.
 Geological Society.
The Quarterly Journal. Vol. 54. 1898. Part
 4. Vol. 55. 1899. Part 1-3.
List. Nov. 1st, 1898.
Geological Literature added to the Library dur-
 ing the year ended December 31st, 1898.
 Linnean Society.
Journal.
 Botany. Vol. 33. 1898. N. 234. Vol. 34.
 1898-99. N. 235-239.
 Zoology. Vol. 26. 1898. N. 172. Vol. 27.
 1899. N. 173-176.
List. 1898-99.
Proceedings. Session 110. 111. From No-
 vember 1897 to June 1899.
Transactions. Ser. 2.
 Botany. Vol. 5. 1899. Part 9. 10.
 Zoology. Vol. 7. 1898-99. Part 5-8. 4.
 Mathematical Society.
List of Members. 10th November 1898.
Proceedings. Vol. 29. 1898. N. 655-657.
 Vol. 30. 1899. Vol. 31. 1899. N. 679-690.
 Royal Society.
Proceedings. Vol. 64. 1898-99. N. 405-412.
 Vol. 65. 1899. N. 413-420.
Philosophical Transactions. Ser. A. Vol. 191.
 Ser. B. Vol. 190. 1898. 4.
Year-Book. N. 3. 1899.
Record. N. 1. 1897.
*Report of the Kew Observatory Committee
 of the Royal Society* for the year ending
 December 31, 1898.
The Royal Society. 30th November, 1898. 4.
 Royal Astronomical Society.
Memoirs. Vol. 52. 53. 1896-99. 4.
Monthly Notices. Vol. 59. 1899.
 Royal Geographical Society.
The Geographical Journal. Vol. 12. 1898.
 N. 6. Vol. 13. 1899. Vol. 14. 1899. N. 1-5.
Year-Book and Record. 2. 1899.

- Royal Microscopical Society.
Journal. 1898. Part 6. 1899. Part 1-5.
- Zoological Society.
Proceedings. 1898. Part 3. 4. 1899. Part 1-3.
Transactions. Vol. 14. 1898. Part 8. Vol. 15. 1898-99. Part 1-3. 4.
A List of the Fellows corrected to May 31st, 1899.
- †*The Annals and Magazine of Natural History*. Ser. 7. Vol. 2. 1898. N. 12. Vol. 3. 1899. N. 13-18. Vol. 4. 1899. N. 19-23.
- Manchester.**
Museum, Owens College.
Museum Handbooks. Melvill, James Cosmo, and Standen, Robert. The Marine Mollusca of Madras and the immediate Neighbourhood. Notes on a Collection of Marine Shells from Lively Island, Falklands; and other Papers. 1898. — Sherborn, Charles Davies. An Index to the Generic and Trivial Names of Animals, described by Linnaeus, in the 10th and 12th Editions of his »Systema naturae«. 1899. (Publ. 25.) — Hoyle, William E. General Guide to the Natural History Collections. 1899. (Publ. 26.)
Notes from the Manchester Museum. N. 5 1899. (Publ. 27.)
Report of the Director for the year 1898-99. (Publ. 28.)
- Literary and Philosophical Society.
Memoirs and Proceedings. Vol. 42. 1897-98. Part 5. Vol. 43. 1898-99. Part 1-4.
- Oxford.**
Radcliffe Observatory.
Astronomical and Meteorological Observations made in the years 1890-1891. Vol. 47. 1899.
- Woking.**
Oriental Nobility Institute.
The Sanskrit Critical Journal. Vol. 27. 1898. N. 11, 12. Vol. 28. 1899. N. 1. 2. 4-7.
- AMEER ALI. *A Short History of the Saracens*. London 1899.
- BUCHANAN, J. Y. *On Steam and Brines*. Edinburgh 1899. 4. Sep.-Abdr.
- BUDGE, E. A. WALLIS. *Lady Meux Manuscript. N. 1. The Lives of Mabá' Sēyón and Gabra Krēstós*. The Ethiopic Texts edited with an English Translation and a Chapter on the Illustrations of the Ethiopic Mss. London 1898. 4.
- COTTON, J. S. *Progress of Education in India 1892-93 to 1896-97*. Third quinquennial Review. London 1898. 4.
- GRIFFITH, F. LL. *The Petrie Papyri. Hieratic Papyri from Kahun and Gurob (principally of the Middle Kingdom)*. Text and Plates. London 1898. 4.
- MACDONALD, GEORGE. *Catalogue of Greek Coins in the Hunterian Collection, University of Glasgow*. Vol. 1. Glasgow 1899. 4.
- PIO, D. A. *Longitude from Moon Culminations*. London 1899. Sep.-Abdr.
- THIRD, J. A. *Systems of Circles analogous to Tucker Circles*. Edinburgh 1899. Sep.-Abdr.
- Calcutta.**
Asiatic Society of Bengal.
Bibliotheca indica: a Collection of Oriental Works. New Series. N. 922-930. 932-948. 1898. 99.
Journal. Vol. 65. 1896. Part 1. Title Page and Index. Vol. 67. 1898. Part 1. N. 4. Part 2. Title Page and Index. Part 3. N. 2. Vol. 68. 1899. Part 1. N. 1 and Extra-N. 1 with Plates. Part 2. N. 1. Part 3. N. 1.
Proceedings. 1898. N. 9-11. 1899. N. 1-7.
- GRIERSON, G. A. *The Kaçmīraçabdāmṛta, a Kaçmīrī Grammar written in the Sanskrit Language by Īçvara-Kaula*. Edited with Notes and Additions. Part 2. 1898.
- Madras.**
Government Museum.
Bulletin. Vol. 2. 1899. N. 3.
- Government Observatory.
Report for the year 1897-98. — for the year 1898-99.
- University.
Calendar for 1899-1900.
- ACHARYYA SANDRANANDA. *The Sath Guru Sun*. Calcutta 1899. 5 Ex.
- HARAPRASĀDA ÇĀSTRĪ. *Notices of Sanskrit Mss*. Ser. 2. Vol. 2. Part 1. Calcutta 1898.

HRISHIKĒṢA S'ĀSTRĪ and S'IVA CHANDRA GUI.
A Descriptive Catalogue of Sanskrit Manuscripts in the Library of the Calcutta Sanskrit College. N.8-10. Calcutta 1897-99.

MAINWARING, G. B. *Dictionary of the Lepcha Language*, revised and completed by Albert Grünwedel. Berlin 1898. 2 Ex.

PETERSON, P. *A sixth Report of Operations in search of Sanscrit Mss. in the Bombay Circle.* April 1895—March 1898. Bombay 1899.

PROMATHA NATH MULLICK. *1898 or India's Recovery.* Calcutta 1899. 2 Ex.

———. *Origin of Caste.* Calcutta 1899. 2 Ex.

SESHAGIRI SASIRI. *Report on a Search for Sanskrit and Tamil Manuscripts for the year 1896-97.* N. 1. Madras 1898.

Capstadt.

Geological Commission.
Annual Report. 1897.

South African Philosophical Society.
Transactions. Vol. 1. 2. 1877-81. Vol. 10. 1898. Part 2. 3.

Halifax, Nova Scotia.

Nova Scotian Institute of Science.
Proceedings and Transactions. Vol. 9. 1897-98. Part 4.

Montreal.

Natural History Society.
The Canadian Record of Science. Vol. 7. 1898. N. 8. Vol. 8. 1899. N. 1.

Ottawa.

Geological Survey of Canada.
Annual Report. New Ser. Vol. 9. 1896.
WHITEAVES, J. F. *Contributions to Canadian Palaeontology.* Vol. 1. Part 5. 1898.

Toronto.

Canadian Institute.
Proceedings. New Ser. Vol. 1. 1898. Part 6. Vol. 2. 1899. Part 1.

University.
The University of Toronto Quarterly. Vol. 3. 1896. N. 1. 2.

University of Toronto Studies.
Biological Series. N. 1. 1898.

History. Ser. 1. Vol. 1. 1897. Vol. 3. 1899.

Psychological Series. N. 1. 1898.

Adelaide.

Observatory.
Meteorological Observations made during the years 1895; 1896. 4.
Royal Society of South Australia.
Transactions. Vol. 22. 1898. Part 2.

Melbourne.

Public Library, Museums, and National Gallery of Victoria.
Report of the Trustees for 1898.

BRIDE, THOMAS FRANCIS. *Letters from Victorian Pioneers.* 1899.

Royal Society of Victoria.
Proceedings. New Ser. Vol. 11. 1898. Part 1. 2.

Annual Report of the Secretary for Mines and Water Supply for the year 1898. 2. 2 Ex.

Perth.

Western Australian Year-Book for 1896-97. 10. Edition.

CHAMBERS, TRANT. *A Land of Promise. West Australia in 1897-98.* Perth 1898.

Sydney.

Australasian Association for the Advancement of Science.

Report of the 7. Meeting held at Sydney, 1898.

Australian Museum.

Catalogue N. 17. Herdman, W. A. Descriptive Catalogue of the Tunicata. Liverpool 1899.

Memoirs. Vol. 3. The Atoll of Funafuti, Ellice Group. Part 7-9. 1899.

Records. Vol. 3. 1899. N. 5.

Report of Trustees for the year 1898. 4.

Royal Society of New South Wales.
Abstract of Proceedings. 1898. Aug.-Dec. 1899. May-Aug.

Journal and Proceedings. Vol. 32. 1898.

Report on Botanic Gardens and Domains etc. for the year 1898. 4.

Report upon Trawling Operations off the Coast of New South Wales between the Manning River and Jervis Bay, carried on by H. M.C.S. "Thetis". Sydney 1898. 4.

Dänemark, Schweden und Norwegen.**Kopenhagen.**

- Universitets Zoologisk Museum.
The Danish Ingolf-Expedition. Vol. 1. Part 1.
 Vol. 2. Part 1. Vol. 3. Part 1. 1899. 4.
 Kongelige Danske Videnskabernes Selskab.
Oversigt over Forhandlinger. 1898. N. 4-6.
 1899. N. 1-3.
Skrifter. Række 5.
 Naturvidenskabelig og matematisk
 Afdeling. Bd. 4. 1898. Hefte 3.
 Række 6.
 Naturvidenskabelig og matematisk
 Afdeling. Bd. 9. 1898-99. N. 1. 2.
 Bd. 10. 1899. N. 1.
 Historisk og filosofisk Afdeling. Bd. 4.
 1898-99. N. 5. 6. 4.
Regesta diplomatice historiae Danicae. Ser. 2.
 Tom. 2. N. 4. 1898. 4.

Gothenburg.

- Göteborgs Högskola.
Årsskrift. Bd. 4. 1898.

Lund.

- Universitetet.
Acta universitatis Lundensis. Lunds Univer-
sitetis årsskrift. Bd. 34. 1898. Afdeln.
 1. 2. 4.
 23 akademische Schriften aus dem Jahre
 1898-99.

Stockholm.

- Geologiska Byrån.
Sveriges geologiska Undersökning. Serien Aa.
 Kartblad med bekrifningar in skalan
 1:50000. N. 114. Serien Ac. Kartblad
 med bekrifningar i skalan 1:100000.
 N. 34. Serien Ba. Öfversigtskartor. N.
 5. Serien C. Afhandlingar och uppsatser.
 N. 162. 176-179. 181. 182. 1896-99. 4.
 und 8.
 Kongl. Vetenskaps-Akademien.
Handlingar. Ny följd. Bandet 31. 1898-
 99. 4.
Bihang till handlingar. Bd. 24. 1898-99.
 Afdeln. 1-4.
Öfversigt af förhandlingar. Årg. 55. 1898.
 N. 7-10. Årg. 56. 1899. N. 1-6.
Meteorologiska iakttagelser i Sverige anstäl-
 da och utarbetade under inseende af

Meteorologiska Central-Anstalten. Bd
 35. 1893. 4.

- Kongl. Vitterhets Historie och Antiquitets
 Akademien.
Månadsblad. Årg. 24. 1895.
Antiquarisk Tidskrift för Sverige. Del. 14.
 1899. H. 1.
Acta mathematica. Zeitschrift hrsg. von
 G. Mittag-Leffler. 22. 3. 4. 1898. 99. 4.

Upsala.

- Klubo esperantista.
Lingvo internacia. Monata gazeto por la
lingvo esperanto. Jaro 3. 1898. N. 10-
 12. Jaro 4. 1899. N. 1.
 Universitetet.
Årsskrift. 1897. 1898.
 50, bezw. 31 akademische Schriften aus den
 Jahren 1897-98 und 1898-99.
 Universitets Meteorologiska Institutionen.
Bulletin mensuel. Vol. 30. 1898. 4.
Études internationales des nuages 1896-97.
Observations et mesures de la Suède. III.
 1899. 4.
 Kongl. Vetenskaps-Societeten.
Nova Acta. Ser. 3. Vol. 18. 1899. Fasc. 1. 4.
Eranos. Acta philologica Suecana edenda cur.
 Vilelmus Lundström. Vol. 3. 1898-99.
 Fasc. 2. 3.
 CRONANDER, A. W. *On the Laws of Move-*
ment of Sea-Currents and Rivers. Norr-
 köping 1898. 4.
 HACKLIN, ANTON. *Olavus Laurelius. Hans lif*
och verksamhet (1585-1670). I. Luleå
 1896.
 HULTH, J. M. *Öfversigt af faunistiskt och bio-*
logiskt viktigare litteratur rörande Nordens
fåglar. Stockholm 1899. 4. Sep.-Abdr.
 LINDSTRÖM, ANTON. *L'analogie dans la dé-*
clinaison des substantifs latins en Gaule.
 Partie 2. Upsala 1898.
 LINDSTRÖM, G. *Wilhelm Barnim Dames*.
 Stockholm 1899. Sep.-Abdr.
 ————. *Die Korallenfauna der Etage 5*
des norwegischen Silursystems von Johan
Kiär. Stockholm 1899. Sep.-Abdr.
 ————. *On a species of Tetradium from Bee-*
ren Eiland. Stockholm 1899. Sep.-Abdr.

LINDSTRÖM, G. *Remarks on the Heliolitidae*.
Stockholm 1899. 4. Sep.-Abdr.

LÖNNBERG, EINAR. *Undersökningar och Fortsatta undersökningar rörande Öresunds djurlif*. Uppsala 1898. 99.

Bergen.

Museum.

Aarbog for 1898; 1899. Hefte 1.

HJORT, JOHAN, NORDGAARD, O., and GRAN, H. H. *Report on Norwegian Marine Investigations 1895-97*. 1899. 4.

SARS, G. O. *An Account of the Crustacea of Norway*. Vol. 2. Isopoda. Part 11-14. 1898. 99. 4.

Christiania.

Videnskabs-Selskabet.

Forhandlinger. 1898. N.1-6 und *Oversigt over Møder*. 1899. N.1.

Skrifter. 1898.

I. Mathematisk-naturvidenskabelig Klasse.

II. Historisk-filosofiske Klasse.
1899.

I. Mathematisk-naturvidenskabelig Klasse. N. 2-4. 6. 7.

II. Historisk-filosofiske Klasse. N.1-4.

Stavanger.

Museum.

Aarsberetning. Aarg. 9. 1898.

Schweiz.

Aarau.

Historische Gesellschaft des Kantons Aargau.
Argovia. Bd. 27. 1898.

Basel.

Gymnasium.

Bericht über das Schuljahr 1897-98. 4.

Realschule.

Bericht. 1897-98. 4.

Universität.

78 akademische Schriften aus dem Jahre 1897-98.

Zwanzig Briefe gewechselt zwischen Jöns Jakob Berzelius und Christian Friedrich Schönbein in den Jahren 1836-1847. Hrsg. von Georg W. A. Kahlbaum. Basel 1898.

Bern.

Naturforschende Gesellschaft.

Mitteilungen. N. 1436-1450. 1897.

Schweizerische Naturforschende Gesellschaft.

Verhandlungen der 80. und 81. Jahresversammlung zu Engelberg 1897 und zu Bern 1898 nebst *Compte rendu des travaux présentés*.

Geologische Commission. *Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz*. Lief. 28. 38. 1898. 4.

SIDLER, GEORG. *Ueber eine algebraische Reihe*. Bern 1899. Sep.-Abdr.

Freiburg.

Universität.

Collectanea Friburgensia. Fasc. 8. 1899.

KIRSCH, JOH. PETER. *Die christliche Epigraphik und ihre Bedeutung für die kirchengeschichtliche Forschung*. Rede beim Antritt des Rektorats am 15. November 1898.

Genf.

Société de physique et d'Histoire naturelle.

Mémoires Tome 33. 1898. Partie 1. 4.

GAUTIER, R. *Résumé météorologique pour Genève et le Grand Saint-Bernard*. Année 1897. 1898. Genève 1898. 99. Sep.-Abdr.

Lausanne.

Société vaudoise des Sciences naturelles.

Bulletin. Sér. 4. Vol. 34. 1898. N. 130. Vol. 35. 1899. N. 131. 132.

Luzern.

BRANDSTETTER, RENWARD. *Malaio-Polynesische Forschungen*. 2. Reihe. I. Die Geschichte von Djajalankara. Luzern 1898.

Neuchâtel.

Société des Sciences naturelles.

Bulletin. Tome 21-25. 1893-97.

Zürich.

Schweizerische Meteorologische Central-Anstalt.

Annalen. Jahrg. 33. 1896. 4.

Antiquarische Gesellschaft (Gesellschaft für vaterländische Alterthümer).

Mitteilungen. Bd. 24. 1899. Heft 6. 4.

Naturforschende Gesellschaft.

Astronomische Mittheilungen gegründet von
Rudolf Wolf. N. 90. 1899.

Vierteljahrsschrift. Jahrg. 43. 1898. Heft 4.
Jahrg. 44. 1899. Heft 1. 2.

Physikalische Gesellschaft.

Jahresbericht. 10. 1898.

Schweizerisches Landesmuseum.

Anzeiger für schweizerische Altertumskunde.
Neue Folge 1. 1899. N. 1. 2.

Niederlande und Niederländisch-Indien.

Amsterdam.

Koninklijke Akademie van Wetenschappen.
Jaarboek. 1898.

Verhandelingen.

Afdeeling Natuurkunde. Sectie 1. Deel
6. 1899. N. 6. 7. — Sectie 2. Deel 6.
1898-99. N. 3-8.

*Verslag van de gewone Vergaderingen der
wis- en natuurkundige Afdeling*. Deel 7.
1899.

*Pater ad filium, carmen praemio aureo or-
natum in certamine poetico Hoeffftiano*.
Accedunt quatuor poemata laudata.
1899.

Haag.

Koninklijk Instituut voor de Taal-, Land- en
Volkenkunde van Nederlandsch-Indië.
*Bijdragen tot de Taal-, Land- en Volken-
kunde van Nederlandsch-Indië*. Volgr. 6.
Deel 6. 1899.

Naamlijst der leden op 1. April 1899.

Haarlem.

Hollandsche Maatschappij der Wetenschap-
pen.

*Archives Néerlandaises des Sciences exactes
et naturelles*. Sér. 2. Tome 2. Livr. 2-5.
Tome 3. Livr. 1. La Haye 1899.

HUYGENS, CHRISTIAAN. *Oeuvres complètes*.
Tome 8. La Haye 1899. 4.

KOPS, JAN. *Flora batava. Afbeelding en be-
schrijving van Nederlandsche gewassen*.
Voortgezet door F. W. van Eeden. Aflev.
323-326. Haarlem 1898. 99. 4.

Leiden.

Maatschappij der Nederlandsche Letter-
kunde.

Handelingen en Mededeelingen over het jaar
1897-98.

Levensberichten der afgestorven medeleden.
1897-98.

Tijdschrift voor Nederlandsche Taal- en Let-

terkunde. Deel 17. 1898. Aflev. 4. Deel
18. 1899. Aflev. 1-3.

HESSELING, D. C. *Het Afrikaansch. Bijdrage
tot de geschiedenis der Nederlandsche Taal
in Zuid-Afrika*. 1899.

Rijks-Observatorium.

Annalen der Sternwarte in Leiden. Bd. 7.
Haag 1897. 4.

[†]*Mnemosyne. Bibliotheca philologica batava*.
Nova series. Vol. 27. 1899.

Université de Leide. *Recueil de travaux
anatomo-pathologiques du Laboratoire Boer-
haave 1888-1898* publié par D. E. Siegen-
beek van Heukelom. Tome 1. 2. Leide
1899.

Utrecht.

Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch In-
stituut.

*Onweeters, Optische Verschijnselen, enz. in
Nederland*. Deel 19. 1898. Amsterdam
1899.

Rijks-Universiteit.

*Onderzoekingen, gedaan in het Physiologisch
Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool*.
Reeks 5. Bd. 1. 1899. Aflev. 1.

Batavia.

Bataviaasch Genootschap van Kunsten en
Wetenschappen.

*Notulen van de algemeene en bestuurs-ver-
gaderingen*. Deel 35. 1897. Aflev. 3. 4.
Deel 36. 1898. Aflev. 1. 2. 4.

*Tijdschrift voor Indische Taal-, Land- en
Volkenkunde*. Deel 40. 1898. Aflev.
3-6. Deel 41. 1899. Aflev. 1-4.

Verhandelingen. Deel 51. 1898. Stuk 1. 4.

COLENBRANDER, H. T., bez. VAN DER
CHIJS, J. A. *Dagh-Register gehouden int
Castel Batavia vant passerende daer ter
plaatse als over geheel Nederlands-India
Anno 1631-1634 bez. 1670-1671*.
's-Gravenhage, bez. Batavia 1898.

Magnétisch en meteorologisch Observatorium.

Observations. Vol. 20. 1897. 4.

Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indië. Jaarg. 19. 1897.

Koninklijke Natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch-Indië.

Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië. Deel 58. 1898.

Mededeelingen van de laboratoria der Gouvernment's Kinaonderneming. N. 1. 1898 nebst 20 Tafeln. 4. und 8.

Buitenzorg.

's Lands Plantentuin.

Annales. Tables du contenu des Vol. 1-15

et des deux suppléments. Leide 1899.

Vol. 16. Partie 1. Leide 1899.

Bulletin. N. 1. 1898.

Mededeelingen. N. 19. 25. 28. 30-32. Batavia 1898. 99.

BOERLAGE, J. G. *Catalogus plantarum phanerogamarum quae in horto botanico Bogoriensi coluntur herbaceis exceptis.* Fasc. 1. Bataviae 1899.

SCHIFFNER, VICTOR. *Conspectus Hepaticarum archipelagi Indici.* Batavia 1898.

DE WILDEMAN, É. *Prodrome de la flore algologique des Indes néerlandaises.* Supplément et tableaux statistiques. Batavia 1899.

Belgien.

Brüssel.

Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.

Annuaire. Année 65. 1899.

Bulletin. Année 68. Sér. 3. Tome 36. 1898. N. 9-12. Tables générales. Sér. 3. Tomes 1 à 30 (1881 à 1895). 1898.

Bulletin de la Classe des Sciences. 1899. N. 1-8.

Bulletin de la Classe des Lettres et de la Classe des Beaux-Arts. 1899. N. 1-8.

Mémoires. Tome 53. 1895-98. 4.

Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers. Tome 55. 56. 1896-98. 4.

Mémoires couronnés et autres mémoires. Collection in-8°. Tome 48. Vol. 2. Tome 55. 57. 1896-98.

Tables générales des Mémoires (1772-1897). 1898.

Biographie nationale. Tome 14. Fasc. 2.

Tome 15. Fasc. 1. 1897. 98.

Commission royale d'Histoire.

Collection de Chroniques Belges inédites:

Bormans, S., et Schoolmeesters, E. Cartulaire de l'église Saint-Lambert de Liège. Tome 3. 1898. — d'Herbomez, Armand. Chartes de l'abbaye de Saint-Martin de Tournai. Tome 1. 1898. 4.

DUVIVIER, CHARLES. *Actes et documents anciens intéressant la Belgique.* 1898.

Inventaire des cartulaires conservés en Belgique ailleurs que dans les dépôts des archives de l'état. 1897.

PONCELET, ÉDOUARD. *Le livre des fiefs de l'église de Liège sous Adolphe de la Marck.* 1898.

VERDUGO, FRANCISCO. *Commentario de la guerra de Frisa* publié par Henri Lonchay. 1899.

Commission royale pour la publication des anciennes lois et ordonnances de la Belgique.

Recueil des ordonnances des Pays-Bas. Sér. 2. 1506-1700. Tome 2. 1898. 2.

Musée du Congo.

Annales.

Botanique. Sér. 1. Tome 1. Fasc. 1-4.

Sér. 2. Tome 1. Fasc. 1.

Ethnographie et Anthropologie. Sér. 1. Tome 1. Fasc. 1.

Zoologie. Sér. 1. Tome 1. Fasc. 1. 2. 4. 1898. 99. 4.

Observatoire royal de Belgique.

Bulletin mensuel du magnétisme terrestre. 1899. Janv.-Juillet.

Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie.

Bulletin. Tome 10. 1896. Fasc. 4. Tome 12. 1898. Fasc. 1.

Société entomologique de Belgique.

Annales. Tome 42. 1898.

Société royale malacologique de Belgique.
Annales. Tome 32. 1897.
Bulletins des séances. 1898. Août-Déc.
 1899. Janv.-Juillet.
Analecta Bollandiana. Tom. 17. 1898. Fasc. 4.
 Tom. 18. 1899. Fasc. 1-3.

Gent.

Kruidkundig Genootschap Dodonaea.
Botanisch Jaarboek. Jaarg. 9. 10. 1897. 98.

Lüttich.

Institut botanique de l'Université.
Archives. Vol. 1. Bruxelles 1897.
 Société géologique de Belgique.
Annales. Tome 24. 1897-99. Livr. 3.
 Tome 25. 1898-99. Livr. 2. Tome 26.
 1898-99. Livr. 1-3.
 Société royale des Sciences.
Mémoires. Sér. 3. Tome 1. Bruxelles 1899.

Maredsous.

Revue bénédictine. Année 15. 1898. N. 12.
 Année 16. 1899. N. 1-11.

BERLIÈRE, URSMER. *Le catalogue abbatum
 Floriffensium de Pierre de Hérentals*.
 Bruxelles 1898. Sep.-Abdr.
 ———. *Notes sur les manuscrits de l'abbé
 Hugo d'Étival conservés à Nancy*. Bruxelles
 1898. Sep.-Abdr.

BESSE, J. M. *Dom Fonteneau, Bénédictin de
 la Congrégation de Saint-Maur, 1705-1778*.
 Bruges 1898. Sep.-Abdr.

GEVAERT, F. A., et VOLLGRAFF, J. C. *Les
 problèmes musicaux d'Aristote*. Fasc. 1.
 Gand 1899. 4.

GRAVIS, A. *Recherches anatomiques et phy-
 siologiques sur le Tradescantia virginica L.*
 Bruxelles 1898. 4. Sep.-Abdr.

MAGNÚSSON, EIRÍKR. *Bénédictins en Islande*.
 Bruges 1898. Sep.-Abdr.

VAN DER MENSBRUGGHE, G. *Sur la théorie
 de l'explosion d'une bulle de savon très mince*.
 Bruxelles 1897. Sep.-Abdr.

———. *Sur les nombreux effets de l'élasti-
 cité des liquides*. Communication 1-3.
 Bruxelles 1896-98. Sep.-Abdr.

———. *Sur les propriétés fondamentales
 des liquides*. Bruxelles 1898. Sep.-Abdr.

———. *Sur l'interprétation du principe
 d'Archimède fondée sur la parfaite élasticité
 des liquides*. Bruxelles 1898. Sep.-Abdr.

———. *Sur une résistance spéciale constatée
 à la surface des grands cours d'eau*.
 Fribourg (Suisse) 1898. Sep.-Abdr.

MORIN, GERMAIN. *Saint Walfroy et Saint
 Wulphy. Note sur l'identité possible des
 deux personnages*. Bruxelles 1898. Sep.-
 Abdr. 2 Ex.

SPÉE, EUGÈNE. *Région b-f du spectre solaire*.
 Texte et Atlas. Bruxelles 1899. 4. und
 quer-4.

Frankreich.**Angers.**

Société d'Études scientifiques.
Bulletin. Nouv. Sér. Année 27. 1897.

Besançon.

Société d'Émulation du Doubs.
Mémoires. Sér. 7. Vol. 2. 1897.

Bordeaux.

Société de Géographie commerciale.
Bulletin. Sér. 2. Année 21. 1898. N. 21-
 24. Année 22. 1899. N. 1-20.

Société des Sciences physiques et naturelles.
Mémoires. Sér. 5. Tome 3. 1898. Cahier 1.
 Tome 4. 1898 avec appendice.
Procès-verbaux des séances. Année 1897-98.

Caen.

Société Linnéenne de Normandie.
Bulletin. Sér. 5. Vol. 1. 1897. Fasc. 2-4.
Mémoires. Vol. 19. 1897-98. Fasc. 1. 2. 4.

Dijon.

Académie des Sciences, Arts et Belles-
 Lettres.
Mémoires. Sér. 4. Tome 6. 1897-98.

Douai.

Union géographique du Nord de la France.
Bulletin. Tome 19. 1898. Trim. 4. Tome
 20. 1899. Trim. 1. 2.

Lille.

Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts.

Mémoires. Sér. 5. Fasc. 1-6. 1895. 96.

Université.

Travaux et Mémoires. Tome 4. 1894-95.

N. 15-17. Tome 5. 1896. N. 18. Tome 6. 1898. N. 19-21. Atlas. N. 1.2. 1892. 96. 4.

Lyon.

Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts.

Mémoires. Sciences et Lettres. Sér. 3. Tome 5. 1898.

Société d'Agriculture, Sciences et Industrie.

Annales. Sér. 7. Tome 5. 1897.

Société Linnéenne.

Annales. Nouv. Sér. Tome 44. 45. 1897. 98.

Université.

Annales. Fasc. 33. 37-40. 1897. 98. — Nouv. Sér. I. Sciences, Médecine. Fasc. 1. 2. 1899. II. Droit, Lettres. Fasc. 1. 2. 1899.

Marseille.

Faculté des Sciences.

Annales. Tome 9. Paris 1899. 4.

Institut colonial.

Annales. Vol. 3. Macon 1896. Vol. 4. Marseille 1897. Vol. 5. Fasc. 1. Paris 1898.

Nancy.

Académie de Stanislas.

Mémoires. Sér. 5. Tome 15. 1897.

Société des Sciences, ancienne Société des Sciences naturelles de Strasbourg.

Bulletin. Sér. 2. Tome 15. Fasc. 32. Année 30. 1897.

Paris.

Académie de Médecine.

Bulletin. Sér. 3. Tome 39. 40. 1898. N. 48-52. Tome 41. 42. 1899. N. 1-40.

Rapport général sur les vaccinations et revaccinations pendant l'année 1896. Melun 1897.

Rapports annuels de la commission permanente de l'hygiène de l'enfance. N. 37. 38. 1897.

Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.

Comptes rendus des séances. Sér. 4. Tome 26. 1898. Sept.-Déc. Tome 27. 1899. Janv.-Août.

Académie des Sciences.

Comptes rendus hebdomadaires des séances. Tome 127. 1898. N. 22-26. Tables. Tome 128. 1899. Tome N. 1-26. Tome 129. 1899. N. 1-21. 4.

CAUCHY, AUGUSTIN. *Œuvres complètes* publiées sous la direction scientifique de l'Académie des Sciences. Sér. 1. Tome 11. 1899. 4.

LAPLACE. *Œuvres complètes* publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences, par MM. les secrétaires perpétuels. Tome 11. 12. 1895. 98. 4.

Comité des Travaux historiques et scientifiques.

Bulletin archéologique. Année 1897. Année 1898. Livr. 1. 2.

École polytechnique.

Journal. Sér. 2. Cahier 3. 4. 1897. 98. 4.

Musée Guimet.

Annales. Tome 28. 29. 1896. 4.

Annales. Bibliothèque d'Études. Tome 6. 7. 1897. 98.

Annales. Revue de l'Histoire des Religions. Tome 36. 1897. N. 3. Tome 37. 38. 1898.

Muséum d'Histoire naturelle.

Nouvelles archives. Sér. 3. Tome 9. 1897. Fasc. 2. Tome 10. 1898. 4.

Bulletin. Année 1898. Année 1899. N. 1. 2.

Observatoire.

LÉWY, M., et PUISEUX, P. *Atlas photographique de la Lune.* Fasc. 3. Texte et planches. 1898. 4. und 2.

Observatoire météorologique, physique et glaciaire du Mont Blanc.

Annales. Tome 3. 1898. 4.

Société de Géographie.

Bulletin. Sér. 7. Tome 18. 1897. Trim. 4. Tome 19. 1898. Trim. 3. 4. Tome 20. 1899. Trim. 1-3.

Comptes rendus des séances. 1898. N. 8. 9. 1899. N. 1-6.

Société géologique de France.

Bulletin. Sér. 3. Tome 26. 1898. N. 5. 6. Tome 27. 1899. N. 1-3.

Société mathématique de France.

Bulletin. Tome 26. 1898. N. 10. Tome 27. 1899. Fasc. 1-3.

Société philomathique.

Bulletin. Sér. 8. Tome 10. 1897-98. Sér. 9. Tome 1. 1898-99. N. 1. 2.

Société zoologique de France.

Bulletin. Tome 23. 1898.
Mémoires. Tome 11. 1898.

† *Annales de Chimie et de Physique.* Sér. 7.

Tome 15. 1898. Déc. Tome 16. 17. 1899. Tome 18. 1899. Sept.-Nov.

Annales des Mines. Sér. 9. Tome 14. 1898.

Livr. 10-12. Tome 15. 1899. Livr. 1-6.

Annales des Ponts et Chaussées. Sér. 7. Année 8. 1898. Partie 1 — technique — Trim. 3. 4.

Partie 2 — administrative — Cahier 10-12. Année 9. 1899. Partie 1 — technique — Trim. 1. 2. Partie 2 — administrative — Cahier 1-9.

La Feuille des jeunes Naturalistes. Sér. 3.

Année 29. 1898-99. N. 338-349. — *Catalogue de la Bibliothèque.* Par Adrien Dollfus.

Fasc. 26. 1899. — *Catalogue spécial N. 1.*

Ouvrages sur les Collemboles et les Thy-sanoures. Par Adrien Dollfus. 1898. — *Catalogue spécial N. 2.* Ouvrages sur les terrains tertiaires d'Europe. Partie 1.

Par Adrien Dollfus. 1899.

L'Intermédiaire des Biologistes et des Médecins.

Année 2. 1899. N. 1-6. 8.

Polybiblion. Revue bibliographique universelle.

Partie littéraire. Sér. 2. Tome 48. 1898.

Livr. 5. 6. Tome 49. 1899. Tome 50. 1899. Livr. 1-5.

Partie technique. Sér. 2. Tome 24. 1898.

Livr. 11. 12. Tome 25. 1899. Livr. 1-11.

† *Revue archéologique.* Sér. 3. Tome 33. 1898.

Sept.-Déc. Tome 34. 1899. Tome 35. 1899.

Juillet-Août.

Revue scientifique. Sér. 4. Tome 10. 1898.

N. 23-27. Tome 11. 1899. Tome 12. 1899.

N. 1-22. 4.

Rochechouart.

Société «Les Amis des Sciences et Arts de Rochechouart».

Bulletin. Tome 7. 1898. N. 6. Tome 8. 1898. N. 1-4. 6. Tome 9. 1899. N. 1.

Romans.

Bulletin d'histoire ecclésiastique et d'archéologie religieuse des diocèses de Valence, Gap, Grenoble et Viviers. Tome 18. 1898.

Rouen.

Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts.

Précis analytique des travaux. Année 1896-97.

Sèvres.

Bureau international des Poids et Mesures.

Travaux et Mémoires. Tome 9. Paris 1898. 4.

Toulouse.

Université.

Annales de la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse, pour les sciences mathématiques et les sciences physiques.

Sér. 2. Tome 1. 1899. Fasc. 1.

Annales du Midi. Année 10. 1898. N. 39.

40. Année 11. 1899. N. 41.

Bulletin de l'Université. Fasc. 5-9. 1898. 99.

ALBANÈS, J. H. *Actes anciens et documents*

concernant le bienheureux Urbain V pape.

Publiés par Ulysse Chevalier. Tome 1. Paris, Marseille 1897.

— . *Documents concernant le diocèse*

de Viviers. Romans 1897. Sep.-Abdr.

— . *Gallia christiana novissima. Histoire des archevêchés, évêchés et abbayes*

de France. Complétée, annotée et publiée

par Ulysse Chevalier. Marseille (évêques, prévôts, statuts). Valence 1899. 4.

ALHAIZA, AD. *Cosmogonie dualiste.* Mon-

treuil-sous-Bois 1899. 3 Ex.

CHEVALIER, U. *L'abbaye de Silos.* o. o. u. J. Sep.-Abdr.

— . *Passage du pape Clément V à Valence*

au retour du concile de Vienne. Romans 1898. Sep.-Abdr.

— . *La renaissance des études litur-*

giques. Mém. 1. 2. Fribourg (Suisse), bezw. Lyon 1898. Sep.-Abdr.

— . *Repertorium hymnologicum.* Fasc.

4. Louvain 1897. Sep.-Abdr.

DENIFLE, HENRI. *La désolation des églises, monastères et hôpitaux en France pendant*

- la guerre de cent ans.* Tome 2. Moitié 1. 2. Paris 1899.
- DU BOIS, FRITZ. *Le Pays des Princes à Java.* Paris 1899. 2 Ex.
- DUHEM, P. *Traité élémentaire de mécanique chimique fondée sur la thermodynamique.* Tome 4. Paris 1899.
- HAMY, E. T. *Codex Telleriano-Remensis. Manuscrit mexicain... à la Bibliothèque nationale (Ms. Mexicain N. 385).* Reproduit en photochromographie aux frais du Duc de Loubat et précédé d'une introduction... Paris 1899. 4.
- JACQUOT, LUCIEN. *Étude sur les tatouages des indigènes de l'Algérie.* Paris 1899. Sep.-Abdr.
- JANET, CHARLES. *Études sur les Fourmis, les Guêpes et les Abeilles.* Note 1. 16-18. Paris, bezw. Lille 1893-98.
- . *Les habitations à bon marché dans les villes de moyenne importance.* Bruxelles 1897. Sep.-Abdr.
- . *Notice sur ses travaux scientifiques présentés à l'Académie des Sciences au concours de 1896 pour le prix Thore.* Lille 1896.
- . *Réaction alcaline des chambres et galeries des nids de Fourmis. Durée de la vie des Fourmis décapitées.* Paris 1898. 4. Sep.-Abdr.
- . *Sur l'emploi de Désinences caractéristiques dans les dénominations des groupes établis pour les classifications zoologiques.* Beauvais 1898. Sep.-Abdr.
- . *Sur une cavité du tégument servant, chez les Myrmicinae, à étaler, au contact de l'air, un produit de sécrétion.* Paris 1898. 4. Sep.-Abdr.
- JOUSSEAUME, F. *La Philosophie aux prises avec la Mer Rouge, le Darwinisme et les 3 règnes des corps organisés.* Paris 1899.
- MEYRAN, OCTAVE. *Les noms de genre.* Lyon 1898.
- OCASIAN, G. *Les lois fondamentales de l'univers par le prince Grigori Stourdza. Historique de l'ouvrage avec commentaires sur les dix chapitres. IV-VI.* Paris 1899.
- SAINT-LAGER. *Genre grammatical des noms génériques. Grandeur et décadence du Nard.* Paris 1897.
- . *Notice sur Alexis Jordan.* Paris 1898.
- SÉNÈS, E. *Origine, vie et fin du monde.* Toulon 1899.
- TOMMASINA, THOMAS. *Recherches sur les variations de conductibilité électrique des limailles métalliques.* Paris 1898. 99. Sep.-Abdr.
- VIVIEN DE SAINT-MMARTIN. *Nouveau dictionnaire de géographie universelle.* Continué par Louis Rousselet. Supplément. Fasc 13-16. Paris 1899. 4.
- Comptes-rendus des réunions de l'Académie d'Hippone.* 1898. N. 1-3. Bone 1898.
- LIEBICH, L. *La réforme scientifique définitive du calendrier Grégorien.* Alger 1899.
- ALBERT I^{er}, PRINCE DE MONACO. *La première campagne scientifique de la »Princesse-Alice II^e«.* Paris 1899. 4. Sep.-Abdr.
- . *Exploration océanographique aux régions polaires.* Paris 1899. Sep.-Abdr.

Italien.

- Ateneo.
- Brescia.
- Commentari per l'anno 1898.
- Florenz.
- Biblioteca Nazionale Centrale.
- Bollettino delle pubblicazioni italiane.* 1898. N. 310-313. Indici. 1899. N. 314-332.
- R. Istituto di Studi superiori pratici e di Perfezionamento.
- Pubblicazioni.* Sezione di Scienze fisiche e naturali. — R. Osservatorio di Arcetri. Fasc. 10. 1899.
- Genua.
- Museo civico di Storia naturale.
- Annali.* Vol. 39 = Ser. 2. Vol. 19. 1898.
- Società di Letture e Conversazioni scientifiche.
- Giornale.* Anno 20. 1898. Fasc. 4. Anno 21. 1899. Fasc. 1-3.
- Mailand.
- R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere.
- Memorie.*
- Classe di Lettere, Scienze storiche e morali. Vol. 20. 1898-99. Fasc. 7. 8.

- Classe di Scienze matematiche e naturali. Vol. 18. 1898. Fasc. 6. 4.
Rendiconti. Ser. 2. Vol. 31. 1898.
Atti della Fondazione scientifica Cagnola.
 Vol. 15. 16. 1898.
- R. Osservatorio astronomico di Brera.
Osservazioni meteorologiche eseguite nell' anno 1898. 4.
- Messina.**
 R. Accademia Peloritana.
Atti. Anno 13. 1898-99.
- Modena.**
 Regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti.
Memorie. Ser. 3. Vol. 1. 1898. 4.
- Neapel.**
 Accademia Pontaniana.
Atti. Vol. 28. 1898. 4.
 Società Reale.
 Accademia delle Scienze fisiche e matematiche.
Atti. Ser. 2. Vol. 9. 1899.
Rendiconto. Ser. 3. Vol. 4. 1898. Fasc. 8-12. Vol. 5. 1899. Fasc. 1-7.
 Accademia di Archeologia, Lettere e Belle Arti.
Atti. Vol. 20. 1898-99.
Rendiconto delle tornate e dei lavori.
 Nuova ser. Anno 12. 1898. Giugno a Dic. Anno 13. 1899. Gennaio e Febbraio.
 Accademia di Scienze morali e politiche.
Atti. Vol. 30. 1899.
Rendiconto delle tornate e dei lavori.
 Anno 37. 1898. 4. und 8.
- Padua.**
 R. Accademia di Scienze, Lettere ed Arti.
Atti e Memorie. Nuova Ser. Vol. 14. 1898.
 Società veneto-trentina di Scienze naturali.
Atti. Ser. 2. Vol. 3. 1898. Fasc. 2.
Bullettino. Tomo 6. 1899. N. 4.
 R. Stazione bacologica sperimentale.
Pubblicazioni. XII. Verson, E. Sull' ufficio della cellola gigante nei follicoli testiculari degli insetti. 1899.
- Palermo.**
 Circolo Matematico.
Rendiconti. Tomo 12. 1898. Fasc. 6. Tomo 13. 1899. Fasc. 1-5. 4.
- Perugia.**
 Università.
Annali della Facoltà di Medicina e Memorie della Accademia medico-chirurgica.
 Vol. 10. 1898. Fasc. 2-4.
- Pisa.**
 Società Toscana di Scienze naturali.
Atti. Memorie. Vol. 16. 1898.
Processi verbali. Vol. 11. 1898-99. p. 57-158.
- Rom.**
 Accademia di Conferenze storico-giuridiche.
Studi e documenti di storia e diritto. Anno 14-19. 1893-98. 4.
 Accademia Pontificia dei nuovi Lincei.
Atti. Anno 52. 1898-99.
 Reale Accademia dei Lincei.
Annuario. 1899.
Atti. Ser. 5.
 Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali.
 Anno 295. 1898. *Rendiconti*. Vol. 7. Sem. 2. Fasc. 10-12.
 Anno 296. 1899. *Rendiconti*. Vol. 8. Sem. 1. Sem. 2. Fasc. 1-9.
 Classe di Scienze morali, storiche e filologiche.
 Anno 295. 1898. Vol. 6. Parte 1. *Memorie*. Parte 2. *Notizie degli Scavi*. Agosto-Dic. Indice topografico. — *Rendiconti*. Vol. 7. Fasc. 7-12.
 Anno 296. 1899. Vol. 7. Parte 2. *Notizie degli Scavi*. Gennaio-Maggio. — *Rendiconti*. Vol. 8. Fasc. 1-6.
Rendiconto dell' adunanza solenne del 4 Giugno 1899. 4. und 8.
- R. Comitato geologico d' Italia.
Bollettino. Ser. 3. Vol. 9. 1898. Trim. 3. 4. Vol. 10. 1899. Trim. 1. 2.
 Società Geografica Italiana.
Bollettino. Ser. 3. Vol. 12. 1899. N. 7. 8.
 R. Società Romana di Storia Patria.
Archivio. Vol. 21. 1898. Fasc. 3. 4. Vol. 22. 1899. Fasc. 1. 2.
 Ufficio centrale meteorologico e geodinamico italiano.
Annali. Ser. 2. Vol. 16. 1894. Parte 2. Vol. 17. 1895. Parte 1. 2. Vol. 18. 1896. Parte 2. 4.

Siena.

- R. Accademia dei Fisiocritici.
Atti. Ser. 4. Vol. 10. 1898. Vol. 11. 1899.
 N. 1-3.

Turin.

- R. Accademia delle Scienze.
Atti. Vol. 34. 1898-99.
Memorie. Ser. 2. Tomo 48. 1899. 4.
Osservazioni meteorologiche fatte nell' anno
 1898 all' Osservatorio della R. Univer-
 sità di Torino.

Venedig.

- Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere
 ed Arti.
Atti. Ser. 7. Tomo 8. 1896-97. Disp. 3-
 10. Tomo 9. 1897-98. Disp. 1-7.
Memorie. Vol. 26. 1897. N. 1. 2. 4.

Verona.

- Accademia di Verona.
Memorie. Ser. 3. Vol. 74. 1898. Fasc. 1. 2.
 Civica Biblioteca.
La Biblioteca Comunale e gli Antichi Archivi
di Verona nell' anno 1897. 4. 2 Ex.
Resoconto morale per l' anno 1898. 4. 2 Ex.

- BRINI, GIUSEPPE. *Schema per un codice*
civile nella repubblica di Sammarino. Bo-
 logna 1898.

- Cataloghi dei codici orientali di alcune biblio-*
teche d'Italia. Fasc. 6. Sacerdote, Gustavo:
 Catalogo dei codici ebraici della biblio-
 teca Casanatense. Firenze 1897.

- CHILOVI, DESIDERIO. *Il catalogo della lette-*
ratura scientifica. Roma 1899. Sep.-Abdr.
 CIOLFI, ETTORE. *La vertenza Italo-Colombiana*
alle sezioni unite della corte di cassazione.
 Roma 1899. Sep.-Abdr.

- Descripción del código Cospiano, manuscrito*
picórico de los antiguos náuas que se con-
serva en la biblioteca de la universidad de
Bolonia reproducido en fotocromografía
 á expensas de S. E. el Duque de Loubat.
 Roma 1898.

- GUERRINI, GUIDO. *Sugli elementi elastici delle*
vie respiratorie superiori. Leipzig 1898.
 Sep.-Abdr.

- DI LEGGE, A., e A. PROSPERI. *Sul diametro*
solare. Roma 1899. 4. Sep.-Abdr.

- MARRE, ARISTIDE. *Tableaux comparatifs de*
mots usuels malais, javanais et malgaches
extraits de l'ouvrage de Guillaume de Hum-
boldt sur le Kawi. Torino 1898. Sep.-Abdr.
Nel primo centenario dalla morte di Lazzaro
Spallanzani omaggi di accademie e scien-
ziati italiani e stranieri — 1799-1899.
 Reggio-Emilia 1899.

- SALVO-COZZO, GIUSEPPE. *I codici Capponiani*
della Biblioteca Vaticana. Roma 1897. 4.

- SIRAGUSA, FRANCESCO PAOLO CAMILLO. *Dis-*
corsi su la natura e sul governo dei popoli.
 Palermo 1899.

- VOLANTE, ALESSANDRO. *Onoranze al Prof.*
Edoardo Perroncito pel suo giubileo pro-
fessorale. Torino 1899. 2.

Spanien und Portugal.

Madrid.

- Real Academia de Ciencias exactas, físicas
 y naturales.
Anuario. 1899.

- Real Academia de la Historia.
Boletín. Tomo 33. 1898. Cuad. 6. Tomo
 34. 1899. Tomo 35. 1899. Cuaderno
 1-5.

- Osservatorio astronomico.
Observaciones meteorológicas efectuadas en
el Observatorio de Madrid durante los
años 1896 y 1897.
Resumen de las Observaciones meteorológi-
cas efectuadas en la península y algunas

de sus islas adyacentes durante los años
 1895 y 1896.

- DE FRANCISCO Y DÍAZ, FRANCISCO. *Estudios*
superiores de guerra. Estrategia, geo-
grafía estratégica é historia y geología
militar. 2. edición. Cuaderno 14-36.
 Madrid 1898.

Mahón.

- Revista de Meyorca.* Época 3. Año 1. 1898.
 N. 7-9. Año 2. 1899. N. 1-9.

- SANZ, FRANCISCO HERNÁNDEZ. *Órgano mo-*
numental de la parroquial iglesia de Santa
Maria de Mahón (Isla de Menorca). Ma-
 hón 1899. Sep.-Abdr.

San Fernando.

- Instituto y Observatorio de Marina.
Almanaque náutico para el año 1901.
Anales. Sección 1. Observaciones Astro-
nómicas. Año 1893. Sección 2. Obser-
vaciones meteorológicas y magnéticas.
Año 1897; 1898. 4.

Lissabon.

- Direcção dos Trabalhos geológicos.
Comunicações. Tom. 3. 1896-98. Fasc. 2.

Porto.

- Annaes de Sciencias naturaes*. Anno 5. 1898.
N. 4.

Russland.**Charkow.**

- Gesellschaft für wissenschaftliche Medicin
und Hygiene.
Travaux. 1897.
25. anniversaire. Séance jubilaire du 8 fé-
vrier 1898.

Dorpat.

- Naturforscher-Gesellschaft.
Sitzungsberichte. Bd. 12. 1898. Heft 1.
Universität.
Meteorologische Beobachtungen. 1896. Apr.-
Oct. 1898. Oct.-Dec. und Résumé.
1899. Jan.

Helsingfors.

- Geologische Commission.
Bulletin. N. 6. 8. 1898. 99.
Finländische Gesellschaft der Wissenschaf-
ten.
Acta. Tom. 24. 1899. 4.
*Bidrag till kannedom af Finlands natur
och folk*. Häftet 57. 1898.
Gesellschaft zur Erforschung der Geographie
Finlands.
Fennia. 17. 1899.
Atlas de Finlande. 1899. 2.
Societas pro Fauna et Flora Fennica.
Acta. Vol. 13. 14. 1897. 98.
Meddelanden. Häftet 23. 1898.
THOMSEN, VILH. *Inscriptions de l'Orkhon
déchiffrées*. Helsingfors 1896.

Kasan.

- Universität.
Učenija zapiski. God 65. 1898. Kniga 11.
12. God 66. 1899. Kniga 1-6.
8 akademische Schriften aus den Jahren
1897-99.

Kiew.

- Universität.
Universitetskija izvěstija. God 38. 1898.
N. 10-12. God 39. 1899. N. 1-4. 6. 7.

Moskau.

- Kaiserliche Naturhistorisch - Anthropolo-
gisch-Ethnographische Gesellschaft.
Izvěstija. Tom 86. 1899. N. 9. 10. Tom
87. 1898. Vip. 1. Tom 94. 1899. 4.
Société Impériale des Naturalistes.
Bulletin. Année 1898. N. 2-4.
Nouveaux Mémoires. Tome 15. 1898.
Liv. 7. Tome 16. 1898-99. Liv. 1. 2.
4.
Universität.
Učenija zapiski.
Otděl istoriko-filologičeskij. Vipusk 24.
25. 1899.
Otděl juridičeskij. Vipusk 15. 17. 1898.
SOCOLOW, SERGE. *Corrélations régulières du
système planétaire avec l'indication des
orbites des planètes inconnues jusqu'ici*.
Moscou 1899. 6 Ex.

Odessa.

- Neurussische Gesellschaft der Naturforscher.
Zapiski. Tom 22. 1898. Vipusk 2.
Zapiski matematičeskago otdělenija. Tom
16. 19. 1899.
KLOSSOVSKY, A. *Vie physique de notre pla-
nète devant les lumières de la science
contemporaine*. Odessa 1899. 10 Ex.

St. Petersburg.

- Kaiserliche Akademie der Wissenschaften.
Bulletin. Sér. 5. Tome 8. 1898. N. 5.
Tome 9. 1898. Tome 10. 1899. N. 1-4.
Mémoires. Sér. 8.
Classe physico-mathématique. Vol. 5.
1897. N. 8. 12. Vol. 6. 1898. N. 1. 3.
4. 8. 9. 11-13. Vol. 7. 1898. N. 1-4.
Vol. 8. 1898-99. N. 1-5. 4. und 8.
Classe historico-philologique. Vol. 3.
1898-99. N. 2-5.
Βυζαντινά Χρονικά. Τόμος 5. 1898. Τεύχος 3. 4.
Τόμος 6. 1899. Τεύχος 1. 2.

- Zoologisches Museum der Akademie.
Annuaire. 1898. N. 2–4. 1899. N. 1. 2.
- Physikalisches Nicolai-Central-Observatorium.
Annales. Année 1897. Partie 1. 2. 4.
- BENDALL, C. *Çikšhäsamuccaya. A Compendium of Buddhist Teaching compiled by Çantideva*. II. 1898.
- RADLOFF, W. *Die alttürkischen Inschriften der Mongolei*. Zweite Folge. 1899. 4.
———. *Versuch eines Wörterbuches der Türk-Dialecte*. Lief. 11. 1898. 4.
Sbornik trudov Orchonskoj ekspedicii. 3. 4. 1897.
- Cabinet Sr. Majestät des Kaisers.
Travaux de la section géologique. Vol. 3. 1898. Livr. 1.
- Geologisches Comité.
Bulletins. Vol. 17. 1898. N. 6–10. Vol. 18. 1899. N. 1. 2.
Mémoires. Vol. 8. 1898. N. 4. Vol. 12. 1899. N. 3. Titel und Inhalt zu Vol. 3. 4. 8. 4.
- Kaiserliche archäologische Commission.
Materialipoarcheologičeskossü. N. 23. 1899. 4.
- Kaiserliche Gesellschaft der Naturforscher.
Travaux. Vol. 27. Livr. 5. Section de Géologie et de Minéralogie. 1899. — Vol. 28. Livr. 1. Comptes rendus des séances. 1897. N. 8. — Vol. 29. Livr. 1. Comptes rendus des séances. 1898. N. 1–8. Livr. 2. Section de Zoologie et de Physiologie. 1898.
- Russische astronomische Gesellschaft.
Éphémérides des étoiles pour la détermination de l'heure de l'azimut pour 1899.
- Russisch-Kaiserliche mineralogische Gesellschaft.
Verhandlungen. Ser. 2. Bd. 36. 1899.
Materialien zur Geologie Russlands. Bd. 19. 1899.
- Kaiserliches Institut für experimentelle Medicin.
Archives des Sciences biologiques. Tome 6. 1898. N. 5. Tome 7. 1899. N. 1–3.
- Universität.
Obozrénie prepodavanija nauk na osennee i vesennee polugodija 1899-1900 goda. Zapiski istoriko-filologičeskago fakulteta. Čast 25. Vip. 1. Čast 46–48. 51. 1898. 99. 4. und 8.
- FRITSCHÉ, H. *Die Elemente des Erdmagnetismus für die Epochen 1600, 1650, 1700, 1780, 1842 und 1885, und ihre saecularen Aenderungen*. St. Petersburg 1899.
- LATYSCHÉW, B. *Zamětky k christianskim nadpisjam iz Krima*. Odessa 1898. Sep.-Abdr.
———. *Zamětky po drevnej geographii ševrnago poberežja černago morja*. St. Petersburg 1898. Sep.-Abdr.
———. *Kritik über Ernst Bonnell, Beiträge zur Alterthumskunde Russlands*. St. Petersburg 1899. Sep.-Abdr.
———. *Perevodi iz drevnich počtov*. S.-Peterburg 1898.
———. *Raskopki v Chersonišë Tavričeskom v 1897 g.* St. Petersburg 1898. Sep.-Abdr.
- SOKOLOV, A. *Ascensions droites moyennes des étoiles principales pour l'époque 1885.0 déduites des observations faites à la grande lunette méridienne de Poulkovo dans les années 1880–1887 par l'ancien vice-directeur Wagner et M. J. Wittram et Harzer*. St.-Petersbourg 1898. 4. Sep.-Abdr.

Pulkowa.

Kaiserliche Nicolai-Hauptsternwarte.

Publications. Sér. 2. Vol. 5. 11. St.-Petersbourg 1898. 4.

Riga.

Naturforscher-Verein.

SCHWEDER, G. *Die Bodentemperaturen bei Riga*. 1899. 4. Dem Physikalischen Central-Observatorium zu St. Petersburg zur Jubelfeier fünfzigjährigen Bestehens dargebracht.

Balkanstaaten.

Sofia.

- Meteorologische Central-Station Bulgariens.
Bulletin mensuel. 1898. Oct.–Déc. 1899. Janv.–Sept.
Sitzungsberichte 1899.

Bulletin annuaire des stations météorologiques de Gabrovo, 1898; Pleven, 1898; Sofia, 1898. 4.

Athen.

- Ἀρχαιολογικὴ ἑταιρεία.
 Ἑφημερίς ἀρχαιολογική. Περίοδος 3. 1898.
 Τεύχος 1. 2. 4.
 Δημίτσης, Μαργ. Γ. Ὁ Ἑλληνισμὸς καὶ ἡ διάδοσις αὐτοῦ εἰς τὴν Ἰταλίαν καὶ τὴν λοιπὴν Εὐρώπην κατὰ τὸν μέσον αἰῶνα. Ἐν Ἀθήναις 1900.
 Δοβλέτης, Ν. Ἀλβέρτος. Τί ἐστὶν ἄνθρωπος· τί ἐστὶ δαίμων καὶ ποῦ οὗτος· τίς ἀφαιρεῖ τὸ ζῆν τοῦ ἀθρώπου· Ἐν Ἀθήναις 1899.
 Παπαγεωργίου, Πέτρος Ν. Λεξικὸς ἔρανος. Ἐν Τεργέστη 1899. Sep.-Abdr. 2 Ex.
 PHILADELPHUS, ALEX. *Der Pan in der antiken Kunst. Eine archaeologische und aesthetische Studie.* Athen 1899.

Bukarest.

- Academia Româna.
Analele. Ser. 2. Tom. 20. 1897-98. Memoriile secțiunii științifice. Memoriile secțiunii istorice. Memoriile secțiunii literare. Tom. 21. 1898-99. Partea administrativă și desbaterile.
Publicațiunile fondului Vasile Adamachi. N. 3. 1899.
 ARBURE, ZAMFIR C. *Basarabia în secolul XIX.* 1899.

BRANDZA, D. *Flora Dobrogei.* Edițiunea Academiei Române îngrijită de Sabba Stefanescu. 1898.

MARIAN, SIM. FL. *Serbătorile la Români.* Vol. 1. 2. 1898. 99.

- Institutul meteorologic al României.
Analele. Tomul 13. 1897. 4.
Buletinul Observațiilor Meteorologice din România. Anul 7. 1898. 4.
 Societatea de Științe.
Buletinul. Anul 7. 1898. N. 6. Anul 8. 1899. N. 1-5.
 GRECESCU, D. *Conspectul florei României.* București 1898.

Belgrad.

- Königliche Akademie der Wissenschaften.
Glas. 55. 56. 1899. 98.
Godišnjak. 10. 1896. 11. 1897.
Spomenik. 33. 1898. 4.
 GAVRILOVIĆ, ANDRA. *Spomenica o prenosu pracha Vuka Stef. Karađića iz beča u Beograd 1897.* 1898.
Actobiografija protosincla Kirila Cvjetkovića i njegovo stradanje za pravoslavje. Priradio Dimitrije Ruvarac. 1898.
 VOJNOVIĆ, LUJO KNEZ. *Dubrocnik i osmansko carstvo.* Kniga 1. 1898.

Vereinigete Staaten von Nord-America.**Baltimore.**

- Johns Hopkins University.
Circulars. N. 137-141. 1898. 99. 4.
American Chemical Journal. Vol. 20. 1898. N. 8-10. Vol. 21. 1899. N. 1-5.
American Journal of Mathematics. Vol. 20. 1898. N. 4. Vol. 21. 1899. N. 1. 2. 4.
The American Journal of Philology. Vol. 19. 1898. N. 2-4.
Memoirs from the Biological Laboratory. Vol. 4. 1898-99. N. 1-3. 4.
Studies in Historical and Political Science. Ser. 16. 1898. N. 10-12. Ser. 17. 1899. N. 1-5.
 Maryland Geological Survey.
 Vol. 2. 1898.
 Peabody Institute.
Annual Report. 32. 1899.

Berkeley.

- University of California.
The University Chronicle. Vol. 1. 1898. N. 2-6.
Register. 1897-98.
Annual Report of the Secretary to the Board of Regents for the year ending June 30, 1897; for the year ending June 30, 1898.
Biennial Report of the President of the University to the Governor of the State. 1896-98.
Bulletin of the Department of Geology. Vol. 2. 1898. N. 4.
 Agricultural Experiment Station.
Bulletin. N. 120. 121. 1898.
Partial Report of Work for the years 1895-96; 1896-97.

- 5 *kleine Schriften* aus den Jahren 1897 und 1898.
- Boston.**
 American Philological Association.
Transactions and Proceedings. Vol. 29. 1898.
 Massachusetts Institute of Technology.
Technology Quarterly and Proceedings of the Society of Arts. Vol. 11. 1898. N. 3. 4. Vol. 12. 1899. N. 1. 2.
 Society of Natural History.
Memoirs. Vol. 5. 1899. N. 4. 5.
Proceedings. Vol. 28. 1899. N. 13–16.
The Astronomical Journal. Vol. 19. 1898–99. N. 16–24. Title-Page and Index. Vol. 20. 1899. N. 1–16.
The American Naturalist. Vol. 32. 1898. N. 384. Vol. 33. 1899. N. 385–394.
- Cambridge.**
 American Academy of Arts and Sciences.
Proceedings. Vol. 34. 1898–99. N. 2–23. Vol. 35. 1899. N. 1–3.
 Harvard College.
 Museum of Comparative Zoology.
Bulletin. Vol. 32. 1899. N. 9. 10. Vol. 33. 1899. Vol. 35. 1899. N. 1. 2.
Annual Report of the Curator [... of the Assistant in Charge] to the President and Fellows of Harvard College for 1897–98; 1898–99.
 Astronomical Observatory.
Annals. Vol. 23. Part 2. Vol. 39. Part 1. 1899. 4.
Annual Report of the Director. 53. For the year ending September 30, 1898.
- Chicago.**
 Academy of Sciences.
Bulletin of the Geological and Natural History Survey. N. 2. 1897.
Annual Report. 40. 1897.
 Field Columbian Museum.
Collections 29–38. (Report Series. Vol. 1. N. 4. Geological Series. Vol. 1. N. 3–6. Zoological Series. Vol. 1. N. 11–15.) 1898. 99.
 University.
The Botanical Gazette. Vol. 26. 1898. N. 5. 6. Vol. 27. 1899. Vol. 28. 1899. N. 1–3.
The Astrophysical Journal. Vol. 8. 1898. N. 5. Vol. 9. 1899. Vol. 10. 1899. N. 1.
- The Journal of Geology*. Vol. 6. 1898. N. 7. 8. Vol. 7. 1899. N. 1–6.
 Yerkes Observatory. *Bulletin*. N. 6–11. 1899.
- Cincinnati.**
 Observatory.
Publications. N. 14. 1898. 4.
- Des Moines.**
 Iowa Geological Survey.
 Vol. 8. *Annual Report*, 1897, with accompanying Papers.
- Granville, Ohio.**
 Denison University.
Bulletin of the Scientific Laboratories. Vol. 10. 1897. Vol. 11. 1898–99. Article 1–8.
- Houghton, Mich.**
 Michigan College of Mines.
Catalogue. 1896–98.
- Ithaca, N. Y.**
 Cornell University.
The Journal of Physical Chemistry. Vol. 2. 1898. N. 8. 9. Vol. 3. 1899. N. 1–7.
The Physical Review. Vol. 7. 1898. N. 4. 5. Vol. 8. 1899. Vol. 9. 1899. N. 1–4.
- Lawrence, Kansas.**
 Kansas University.
The Kansas University Quarterly. Series A. Science and Mathematics. Vol. 7. 1898. N. 4. Vol. 8. 1899. N. 1–3.
- Madison, Wisc.**
 Wisconsin Academy of Sciences, Arts, and Letters.
Transactions. Vol. 11. 1896–97.
 Wisconsin Geological and Natural History Survey.
Bulletin. N. 1. 2. 1898.
- New Haven.**
 Connecticut Academy of Arts and Sciences.
Transactions. Vol. 10. 1899. Part 1.
 American Oriental Society.
Journal. Vol. 20. 1899. Half 1.
 Yale University.
Report presented by the Board of Managers of the Observatory of Yale University to the President and Fellows. 1898–99.
The American Journal of Science. Ser. 4. Vol. 6. 1898. N. 36. Vol. 7. 1899. N. 37–42. Vol. 8. 1899. N. 43–47.

- New York.**
 Academy of Sciences.
Annals. Vol. 10. 1897-98. Vol. 11. 1898.
 Part 2. 3. Vol. 12. 1899. Part 1.
- Philadelphia.**
 Academy of Natural Sciences.
Journal. Ser. 2. Vol. 11. 1899. Part 2. 4.
Proceedings. 1898. Part 2. 3. 1899. Part 1.
- American Philosophical Society.
Proceedings. Vol. 37. 1898. N. 158. Vol.
 38. 1899. N. 159.
Transactions. New Series. Vol. 19. 1898.
 Part 3. 4.
- Princeton.**
 University.
Catalogue. 1898-99.
Memorial Book of the Sesquicentennial Celebration of the Founding of the College of New Jersey and of the Ceremonies inaugurating Princeton University. New York 1898. 4.
- Saint Louis.**
 Academy of Science.
Transactions. Vol. 7. 1897-98. N. 17-20.
 Vol. 8. 1898. Vol. 9. 1899. N. 1-5. 7.
- Salem, Mass.**
 Essex Institute.
Bulletin. Vol. 28. 1896. N. 7-12. Vol. 29.
 1897. N. 7-12. Vol. 30. 1898.
- San Francisco.**
 California Academy of Sciences.
Proceedings. Ser. 3.
 Botany. Vol. 1. 1898. N. 3-5.
 Geology. Vol. 1. 1898. N. 4.
 Math.-Phys. Vol. 1. 1898. N. 1-4.
 Zoology. Vol. 1. 1898. N. 6-10.
- Washington.**
 National Academy of Sciences.
Memoirs. Vol. 8. 1898-99. Mem. 2. 3. 4.
 Smithsonian Institution.
Smithsonian Miscellaneous Collections. N.
 1170. Bolton, Henry Carrington. A
 Select Bibliography of Chemistry 1492-
 1897. Supplement 1. 1899. — N. 1171.
 Doan, Martha. Index to the Literature
 of Thallium, 1861-1896. 1899.
Annual Report of the Board of Regents
 1896 nebst *Report of the U. S. National*
Museum; desgleichen 1897.
- United States National Museum.
Bulletin. N. 47. Part. 2. 3. 1898.
Proceedings. Vol. 20. 1898.
- United States Coast and Geodetic Survey.
Bulletin. N. 37-40. 1899. 4.
Report of the Superintendent showing the
Progress of the Work during the fiscal
 year ending with June, 1897.
- U. S. Department of Agriculture.
Report of the Secretary. 1898.
Yearbook. 1898.
 Division of Biological Survey.
Bulletin. N. 9-11. 1898.
North American Fauna. N. 14. 15. 1899.
 Weather Bureau.
Report of the Chief. 1897-98. 4.
Monthly Weather Review. Vol. 27. 1899.
 N. 8. 4.
- United States Geological Survey.
Bulletin. N. 88. 89. 149. 1897. 98.
Monographs. Vol. 29. 30. 31 with Atlas in
 fol. 35. 1898.
Annual Report. 18. 1896-97. Part 1-4.
 5, 1. 2. 19. 1897-98. Part 1. 4. 6, 1. 2.
- United States Naval Observatory.
Report of the Superintendent for the fiscal
 year ending June 30, 1898.
Report of the Commissioner of Education for
 the year 1896-97. Vol. 2.
- FAY, EDWARD ALLEN. *Marriages of the*
Deaf in America. Washington 1898.
- MACDONALD, ARTHUR. *Colored Children:*
a Psychophysical Study. Chicago 1899.
 Sep.-Abdr.
 . *Experimental Study of Children,*
including Anthropometrical and Psycho-
Physical Measurements of Washington School
Children, and a Bibliography. Washington
 1899. Sep.-Abdr. 2 Ex.
- RIPLEY, WILLIAM Z. *A Selected Biblio-*
graphy of the Anthropology and Ethnology
of Europe. Boston 1899.
- ROGERS, HENRY RAYMOND. *The Universe, or*
the Secrets of the Sun and Stars. Buffalo,
 N. Y. 1898. — *Electricity, the Universal*
Force. Buffalo, N. Y. 1898. — *Metius, the*
Hollander, Inventor, and Discoverer. Bu-
 falo, N. Y. 1899.

SNYDER, M. B. *Report of the Harvard Astrophysical Conference August 1898.* Lancaster, Pa. 1898. Sep.-Abdr.

WADSWORTH, M. E. *24 Sep.-Abdr. geologischen und mineralogischen Inhalts.*

Mittel- und Süd-America.

Habana.

DE GORDON Y DE ACOSTA, ANTONIO. *Consideraciones sobre la voz humana.* Habana 1899. Sep.-Abdr.

———. *Indicaciones terapéuticas de la música.* Habana 1898.

———. *La Tuberculosis en la Habana desde el punto de vista social y económico.* Habana 1899. Sep.-Abdr.

Mexico.

Instituto geológico.

Boletín. N. 11. 1898. 4.

Sociedad científica »Antonio Alzate«.

Memorias y Revista. Tomo 11. 1897-98. N. 9-12. Tomo 12. 1898-99. N. 1-8.

Guatemala.

Dirección General de Estadística.

Informe presentado al Ministerio de Fomento. 1898.

Buenos Aires.

Museo nacional.

Anales. Tomo 6. 1899.

Comunicaciones. Tomo 1. 1898-99. N. 2. 3.

Cordoba.

Oficina meteorológica Argentina.

Anales. Tomo 12. Buenos Aires. 1898. 4.

BERG, CARLOS. *Coleópteros de la Tierra del Fuego.* Buenos Aires 1899. Sep.-Abdr.

———. *Observaciones sobre lepidópteros argentinos y otros sudamericanos.* Buenos Aires 1899. Sep.-Abdr.

BERG, CARLOS. *Duae species novae argentinæ Gyponæ generis.* Buenos Aires 1899. Sep.-Abdr.

———. *Substitución de nombres genéricos.* III. Buenos Aires 1899. Sep.-Abdr.

———. *11 Sep.-Abdr. aus: Comunicaciones del Museo Nacional de Buenos Aires.* Tomo 1. N. 2. 4. Buenos Aires 1898. 99.

Montevideo.

Museo nacional.

Anales. Fasc. 10. 11. 1898. 99.

Pará.

Museu Paraense de Historia natural e Ethnographia.

Boletim. Vol. 2. 1897-98.

SANTA ROSA, HENRIQUE, und F. A. FIDANZA. *Album do Pará em 1899 na administração do Governo de José Paes de Carvalho.* 1899. 2.

Rio de Janeiro.

Observatorio.

Anuario. Anno 15. 1899.

São Paulo.

Commissão geographica e geologica.

Secção meteorologica. *Dados climatológicos do annos de 1893-97.*

Museu Paulista.

Revista. Vol. 3. 1898.

China und Japan.

Shanghai.

China Branch of the Royal Asiatic Society. *Journal.* New Series. Vol. 30. 1895-96.

Tokyo.

Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens.

Mittheilungen. Bd. 7. 1898-99. Th. 1. 2 nebst Supplement: Ehmann, P. Die Sprichwörter und bildlichen Ausdrücke der japanischen Sprache. Th. 5. 1898.

Zoologische Gesellschaft.

Annotationes zoologicae Japonenses. Vol. 2. 1898. Pars 4. Vol. 3. 1899. Pars 1.

Universität.

Journal of the College of Science. Vol. 9. 1898. Part 3. Vol. 10. 1898. Part 3. Vol. 11. 1898-99. Part 1-3. Vol. 12. 1898. Part 1-3.

Mittheilungen aus der medicinischen Facultät. Bd. 4. 1898. N. 2-5.

NAMENREGISTER.

- ACH, Dr. Friedrich, über die Isomerie der Methylharnsäuren, s. FISCHER.
- ASHER, Dr. Leon, Privatdocent in Bern, erhält 400 Mark zu Untersuchungen über die Eigenschaften und die Entstehung der Lymphe. 437.
- AUWERS, über die Genauigkeit der astronomischen Ortsbestimmungen. 865.
- BAUCH, Prof. Gustav, in Breslau, erhält 1000 Mark zu Studien über die Reformationsgeschichte. 710.
- BAUER, Max, Professor in Marburg, erhält 1000 Mark zur geologisch-petrographischen Bearbeitung der hessischen Basalte. 438.
- BEKKER, Adresse an ihn zum fünfzigjährigen Doctorjubiläum. 146—148.
- BELCK, Dr. Waldemar, Fabrikdirector in Fürfurt a. Lahn, Berichte über eine Forschungsreise durch Armenien und Geldbewilligung zur Fortführung derselben, s. K. F. LEHMANN.
- VON BEZOLD, über die Zunahme der Blitzgefahr während der letzten sechzig Jahre. 289. 291—300.
- , über die Sonnenstrahlung in der Atmosphäre und das Polarlicht. 555.
- BÖHM, Dr. Johannes, in Berlin, erhält 800 Mark zu Studien über die Gliederung der Kreideformation des nördlichen Harzrandes. 438.
- DE BOOR, Karl, Oberbibliothekar in Breslau, Bericht über eine Studienreise nach Italien, Spanien und England zum Zwecke handschriftlicher Studien über byzantinische Chronisten. 921. 922—934.
- BRANCO, Wilhelm, Professor der Geologie an der Universität Berlin, zum ordentlichen Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe gewählt. 957.
- BREFELD, Oskar, Professor an der Akademie zu Münster, seit Ostern 1899 in Breslau, zum correspondirenden Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe gewählt. 109.
- BRUNNER, Jahresbericht über die Acta nationis Germanicae universitatis Bononiensis. II. 80.
- , Jahresbericht der Commission für das Wörterbuch der deutschen Rechtsprache für das Jahr 1898. 85—88.
- , die Vergabungsfreiheit im westgothischen, burgundischen und salfränkischen Rechte. 501.
- BUNSEN, gestorben am 16. August. 782.
- BURDACH, Konrad, Professor in Halle a. S., erhält 2000 Mark zur Fortsetzung seiner Untersuchungen über Ursprung und Ausbildung der neuhochdeutschen Schriftsprache und des deutschen Humanismus. 529.
- CHIARAVIGLIO, Dino, Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers, s. VAN'T HOFF.
- CONWENTZ, Prof. Dr. Hugo, in Danzig, erhält 1000 Mark zu Untersuchungen über das Vorkommen der Eibe in der Gegenwart und Vergangenheit. 781.
- CONZE, Bericht über die kartographische Aufnahme von Pergamon. 80.

- CONZE, Jahresbericht über das Eduard Gerhard-Stipendium. 82—83.
 ———, über die Thore der Königsstadt Pergamon. 289.
 —, Jahresbericht über die Thätigkeit des Kaiserlich Deutschen archaeologischen Instituts. 529. 531—539.
- CRÖNER, Dr. Wilhelm, in Halle a. S., erhält 1000 Mark zu einem Aufenthalt in Neapel zum Zweck des Studiums der Herculanensischen Rollen. 438.
- DAWSON, Harry Medworth, Assistent am Yorkshire College in Leeds, Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers, s. VAN'T HOFF.
- DAY, Dr. Albert, in Charlottenburg, über die Thermoelectricität einiger Metalle, s. L. HOLBORN.
- DENKER, Dr. Alfred, Arzt in Hagen i. W., erhält 800 Mark zur Herausgabe eines Werkes über die Anatomie des Gehörorgans der Säugethiere. 529.
- DES MAREZ, Dr. Wilhelm, in Brüssel, Bericht über die Bearbeitung der flämischen Rechtsquellen für das Wörterbuch der deutschen Rechtssprache. 87—88.
- DIELS, Jahresbericht über die Aristoteles-Commentare. 73.
 ———, Jahresbericht über den Thesaurus linguae latinae. 77—78.
 ———, zur Geschichte des Begriffes Element. 403.
 ———, erhält 7200 Mark zur Fortführung der Herausgabe der Commentaria in Aristotelem graeca. 438.
 ———, Festrede über Leibniz und das Problem der Universalsprache, gehalten in der öffentlichen Sitzung zur Feier des Leibniz'schen Gedächtnistages. 579—603.
- DIELS, Dr. Ludwig, in Berlin, über die systematische Gliederung und Verbreitung der Gattung Combretum, insbesondere der africanischen Arten, s. ENGLER.
- DIESSELHORST, Dr. Hermann, in Charlottenburg, Wärmeleitung, Elektrizitätsleitung, Wärmecapacität und Thermokraft einiger Metalle, s. W. JAEGER.
- DILTHEY, Jahresbericht über die Kant-Ausgabe. 78.
 ———, Ideen zu einer Bildungslehre und Classification der philosophischen Systeme. 697. (*Abh.*)
- DÜMLER, Jahresbericht über die Herausgabe der Monumenta Germaniae historica. 345. 365—370.
 ———, über eine Synodalrede Papst Hadrian's II. 753. 754—767.
- ENGELMANN, über die Innervation des Herzens. 853.
 ———, über die Hypothese von Muskens zur Erklärung der chronotropen Wirkungen der Herznerven. 893.
- ENGLER, über die systematische Gliederung und Verbreitung der Gattung Combretum, insbesondere der africanischen Arten. Mit L. DIELS. 425.
 ———, erhält 2500 Mark zur Fortführung seiner Monographien africanischer Pflanzenfamilien. 437.
 ———, erhält 1500 Mark für die Vorarbeiten zu einer systematischen Übersicht der zur Zeit bekannten Pflanzenarten (*Regni vegetabilis conspectus*). 437.
- ERMAN, Jahresbericht über das Wörterbuch der aegyptischen Sprache. 78—79.
 ———, zwölf Ostraka aus den Königsgräbern zu Theben. 611.
- EULENBURG, Dr. Franz, in Breslau, erhält 1200 Mark zu Untersuchungen über die Frequenz der deutschen Universitäten in früherer Zeit. 109.
- FISCHER, über die Isomerie der Methylharnsäuren. Mit F. ACH. 577. 633—662.
- FRANKLAND, gestorben am 9. August. 782.
- FROBENIUS, über die Composition der Charaktere einer Gruppe. 329. 330—339.
 ———, über die Darstellung der endlichen Gruppen durch lineare Substitutionen. II. 481. 482—500.

- FUCHS, Bemerkungen zur Theorie der associirten Differentialgleichungen. 181. 182—195.
- GEFFCKEN, Dr. Johannes, in Hamburg, eine gnostische Vision. 697. 698—707.
- GERHARDT, erhält 1000 Mark zur Fortsetzung der Herausgabe der Mathematischen Correspondenz Leibnizens. 437.
- , gestorben am 5. Mai. 439.
- HABERLANDT, Gottlieb, Professor an der Universität Graz, zum correspondirenden Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe gewählt. 577.
- HAMBURGER, Meyer, Professor in Berlin, über die singulären Lösungen der algebraischen Differentialgleichungen höherer Ordnung. 139. 140—145.
- HARNACK, Jahresbericht der Kirchenväter-Commission für 1898. 84—85.
- , das Aposteldecree (Act. 15, 29) und die Blass'sche Hypothese. 149. 150—176.
- , über den ursprünglichen Text Act. Apost. 11, 27. 28. 301. 316—327.
- , erhält 1000 bezw. 2600 Mark zur Fortführung der Arbeiten an der Geschichte der Akademie. 345. 781.
- , vorläufige Bemerkungen zu dem jüngst syrisch und lateinisch publicirten „Testamentum domini nostri Jesu Christi“. 877. 878—891.
- HARTMANN, Dr. Johannes, in Potsdam, über die relative Helligkeit der Planeten Mars und Jupiter nach Messungen mit einem neuen Photometer. 663. 677—690.
- HAUCK, Albert, Professor in Leipzig, erhält den Verdun-Preis. 89.
- VON HAUER, gestorben am 20. März. 290.
- HERTWIG, O., über den Einfluss der Temperatur auf die Entwicklung thierischer Eier. 627.
- HEYMONS, Dr. Richard, Privatdocent in Berlin, über bläschenförmige Organe bei den Gespenstheuschrecken. 555. 563—575.
- HIRSCHFELD, Jahresbericht über die Sammlung der lateinischen Inschriften, s. MOMMEN.
- , Anlage und Abfassungszeit der Epitome des Florus. 541. 542—554.
- HOFER, Prof. Bruno, in München, erhält 1000 Mark zu Untersuchungen über die Krebspest. 438.
- VAN'T HOFF, Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers. XII und XIV mit H. M. DAWSON, XIII mit W. MEYERHOFFER, XV mit D. CHIARAVIGLIO, XVI mit N. KASSATKIN, XVII von H. A. WILSON. XII. 329. 340—343. XIII. 371. 372—383. XIV. 555. 557—562. XV. 809. 810—818. XVI. 935. 951—953. XVII. 935. 954—955.
- HOLBORN, Prof. Dr. Ludwig, in Charlottenburg, über die Thermoelectricität einiger Metalle. Mit A. DAY. 663. 691—695.
- JAEGER, Prof. Dr. Wilhelm, in Charlottenburg, Wärmeleitung, Electricitätsleitung, Wärmecapacität und Thermokraft einiger Metalle. Mit H. DIESELBORST. 709. 719—726.
- KASSATKIN, N., Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers, s. VAN'T HOFF.
- KATTEIN, Dr. Albert, in Kiel, über die Herstellung von Stärkelösungen und Rückbildung von Stärkekörnern aus den Lösungen, s. H. RODEWALD.
- KAUFFMANN, Friedrich, Professor in Kiel, erhält 1200 Mark zu einer Reise nach Italien und England zum Zweck von Handschriftenvergleichen für die Herausgabe des „Opus imperfectum in Matthaem“. 438.
- KEKULE VON STRADONITZ, über das Bruchstück einer Portraitstatuette Alexander's des Grossen. 149. 280—288.

- KIEPERT, gestorben am 21. April. 403.
- KIRCHHOFF, Jahresbericht über die Sammlung der griechischen Inschriften. 71—72.
 ———, erhält 3300 Mark zur Fortführung derselben. 438.
- KLEIN, optische Studien. I. (über Anorthit vom Vesuv und über Feldspathbestimmung in Gesteinsschliffen.) 289. 345. 346—364.
- KOENIGSBERGER, über die Irreductibilität algebraischer Functionalgleichungen und linearer Differentialgleichungen. 663. 672—676.
 ———, über die Irreductibilität algebraischer Differentialgleichungen. 781. 783—807.
- KOHLRAUSCH, das elektrische Leitvermögen wässriger Lösungen von Alkali-Chloriden und Nitraten. Mit M. E. MALTBY. 663. 665—671.
 ———, über den stationären Temperaturzustand eines von einem elektrischen Strome erwärmten Leiters. 709. 711—718.
- KOSER, Jahresbericht über die Politische Correspondenz Friedrich's des Grossen, s. SCHMOLLER.
 ———, Jahresbericht über die Acta Borussica, s. SCHMOLLER.
 ———, Jahresbericht über das Historische Institut in Rom. Mit LENZ. 76—77.
 —, über den Übergang Preussens zur constitutionellen Regierungsform. 137.
 ———, erhält 6000 Mark zur Fortführung der Herausgabe der politischen Correspondenz Friedrich's des Grossen. 438.
 ———, über die Kosten der preussischen Kriegsführung im Siebenjährigen Kriege. 957.
- KOSSINNA, Bibliothekar Dr. Gustaf, in Gross-Lichterfelde, erhält 600 Mark zu einer vorläufig auf Deutschland zu beschränkenden archaeologischen Forschungsreise. 438.
- KRAUSE, Dr. Rudolf, Privatdocent in Berlin, erhält 500 Mark zu Untersuchungen über den Bau des Centralnervensystems. 438.
 ———, Untersuchungen über den Bau des Central-Nervensystems der Affen. 893. (Abh.)
- KROLL, Dr. Wilhelm, Privatdocent in Breslau, erhält 1000 Mark zur Herausgabe der Commentarii in Platonis Rem publicam des Proclus. 345.
- KÜSTER, Dr. Ernst, in München, über Gewebespannungen und passives Wachsthum bei Meeresalgen. 555. 819—850.
- KUMAUDES, gestorben am 31. Mai. 577.
- LANDOLT, über Versuche zur Bestimmung der Rotationsdispersion concentrirter übersättigter Lösungen von Rechtsweinsäure. 121.
- LEHMANN, Dr. Karl Friedrich, Privatdocent in Berlin, Bericht über eine Forschungsreise durch Armenien. Mit W. BELCK. 91. 116—120.
 ———, erhält 1000 Mark zur Fortführung derselben. 438.
 ———, zweiter Vorbericht über die Reise. Mit W. BELCK. 710. 745—749.
- LEISS, Karl, Optiker in Steglitz bei Berlin, über eine Methode zur objectiven Darstellung und Photographie der Schnittcurven der Indexflächen und über die Umwandlung derselben in Schnittcurven der Strahlenflächen. 3. 42—47.
 ———, über die objective Darstellung der Schnittcurven der Strahlenflächen. 177. 178—179.
 —, erhält 1000 Mark zu krystalloptischen und spectrographischen Versuchen. 438.
- LENZ, Jahresbericht über das Historische Institut in Rom, s. KOSER.
 —, Beiträge zur Kritik der Gedanken und Erinnerungen des Fürsten Bismarck. 401. — Zweite Mittheilung. 855.
- LIPSCHITZ, Bemerkungen über die Differentiale von symbolischen Ausdrücken. 121. 122—136.

- LOHMANN, Dr. Hans, Privatdocent in Kiel, Untersuchungen über den Auftrieb der Strasse von Messina mit besonderer Berücksichtigung der Appendicularien und Challengerien. 371. 384—400.
- LUDWIG, Jugendformen von Ophiuren. 197. 210—235.
- LÜDELING, Dr. Georg, in Potsdam, über den täglichen Gang der erdmagnetischen Störungen an Polarstationen. 197. 236—246.
- MALTY, Miss Margaret Eliza, das elektrische Leitvermögen wässriger Lösungen von Alkali-Chloriden und Nitraten, s. KOHLRAUSCH.
- MAREZ, Dr. Wilhelm des, s. DES MAREZ.
- MEYERHOFFER, Dr. Wilhelm, Privatdocent in Berlin, Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers, s. VAN'T HOFF.
- MÖBIUS, über die auf der deutschen Spitzbergenfahrt gefangenen Pantopoden. 371.
- MOMMSEN, Jahresbericht über die Sammlung der lateinischen Inschriften. Mit HIRSCHFELD. 72—73.
- , Jahresbericht über die Prosopographie der römischen Kaiserzeit. 73.
- , Jahresbericht über die griechischen Münzwerke. 74—75.
- , erhält 1200 Mark und weiter 2400 Mark zu Vorarbeiten für die Herausgabe des Codex Theodosianus. 109. 529.
- MÜLLER, Nicolaus, Professor in Berlin, erhält 1500 Mark zur Herausgabe der altjüdischen Inschriften Italiens. 530.
- MUNK, Weiteres über die Ausdehnung der Sinnessphären an der Grosshirnrinde. 109.
- , über die Ausdehnung der Sinnessphären in der Grosshirnrinde. 935. 936—950.
- PASCHEN, Prof. Friedrich, in Hannover, eine photometrische Methode zur Bestimmung der Exponentialconstanten der Emissionsfunction. Mit H. WANNER. 4. 5—11.
- , über die Vertheilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei niederen Temperaturen. 403. 405—420.
- , erhält 500 Mark zu Versuchen über die Energie im Spectrum des schwarzen Körpers. 438.
- , über die Vertheilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei höheren Temperaturen. 893. 959—976.
- PERNICE, Jahresbericht über die Savigny-Stiftung. 82.
- , zum römischen Gewohnheitsrechte. 423.
- PERTSCH, gestorben am 17. August. 782.
- PFITZER, Ernst, Professor an der Universität Heidelberg, zum correspondirenden Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe gewählt. 109.
- PIERSIG, Dr. Richard, Schuldirektor in Annaberg, erhält 500 Mark zur Erforschung der Hydrachniden-Fauna des Schwarzwaldes und der Bayerischen Alpen. 438.
- PLANCK, über irreversible Strahlungsvorgänge. Fünfte Mittheilung (Schluss). 437. 440—480.
- RAMMELSBERG, gestorben am 28. December. 958.
- RAWITZ, Dr. Bernhard, Privatdocent in Berlin, erhält 2000 Mark zu Forschungen über das Gehörorgan und das Centralnervensystem der Cetaceen. 438.
- REICH, Dr. Max, in Berlin, erhält 1800 Mark zur Sammlung und Verzeichnung handschriftlicher Erasmus-Briefe. 345.
- REITZENSTEIN, Richard, Professor in Strassburg, zwei neue Fragmente der Epoden des Archilochos. 851. 857—864.
- VON RICHTHOFEN, Ferdinand Freiherr, Professor der Geographie an der Universität Berlin, zum ordentlichen Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe gewählt. 439.
- , Antrittsrede. 603—607.

- RISTENPART, Dr. Friedrich, in Kiel, erhält 4700 Mark zur Fortführung der Vorarbeiten zu einem Thesaurus positionum stellarum affixarum. 438.
- RODEWALD, Hermann, Professor in Kiel, über die Herstellung von Stärkelösungen und Rückbildung von Stärkekörnern aus den Lösungen. Mit A. KATTEIN. 627. 628—630.
- ROSENBUSCH, über Euktolith, ein neues Glied der theralithischen Effusivmagmen. 109. 110—115.
- SACHAU, Jahresbericht über die Ausgabe des Ibn Saad. 80—81.
- , Studie zur Syrischen Kirchenlitteratur der Damascene. 91. 502—528.
- SALOMON, Dr. Wilhelm, Privatdocent in Heidelberg, neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard. 3. 27—41.
- SCHÄFER, Dr. Ernst, Privatdocent in Rostock, erhält 1500 Mark zu einer Reise nach Spanien zum Zweck von Forschungen auf dem Gebiet der spanischen Reformationsgeschichte im 16. Jahrhundert. 109.
- SCHÄFER, Dr. Heinrich, in Berlin, Bruchstück eines koptischen Romans über die Eroberung Aegyptens durch Kambyzes. 709. 727—744.
- SCHIEFFER-BOICHORST, Paul, Professor der Geschichte an der Universität Berlin, zum ordentlichen Mitglied der philosophisch-historischen Classe gewählt. 781.
- SCHMIDT, Adolf, Gymnasial-Professor in Gotha, erhält 1500 Mark zur Fortführung seiner Bearbeitung des erdmagnetischen Beobachtungsmaterials. 438.
- SCHMIDT, Erich, methodologische Bemerkungen über die Behandlung der Texte Kant's. 13.
- SCHMIDT, Johannes, die elischen Verba auf *-εω* und der urgriechische Declinationsablauf der Nomina auf *-εῖς*. 301. 302—315.
- , über die griechischen Praesentia auf *-ισκω*. 921.
- SCHMOLLER, Jahresbericht über die Politische Correspondenz Friedrich's des Grossen. Mit KOSER. 74.
- , Jahresbericht über die Acta Borussica. Mit KOSER. 75—76.
- , über die Grösse der Bevölkerung in älterer und neuerer Zeit. 631.
- SCHRADER, über die hemerologische Tafel II. Rawl. 32. 33. 529.
- SCHRADER, Dr. Hans, in Berlin, die Opferstätte des pergamenischen Altars. 611. 612—625.
- SCHROEDER, Richard, Professor in Heidelberg, Bericht betr. das Wörterbuch der deutschen Rechtssprache. 86—87.
- SCHULZE, zur Histologie der Hexactinelliden. 197. 198—209.
- SCHWALLY, Dr. Friedrich, Privatdocent in Strassburg i. E., erhält 3000 Mark zur Drucklegung seiner Bearbeitung des Kitāb al Maḥāsin val Masāwī des Ibrāhīm ibn Muḥammad al Baihaqī. 438.
- SCHWENDENER, über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei *Linaria spuria*. 93. 94—100.
- , über den Öffnungsmechanismus der Antheren. 93. 101—107.
- , die Schumann'schen Einwände gegen seine Theorie der Blattstellungen. 893. 895—919.
- Graf zu SOLMS-LAUBACH, Hermann, Professor an der Universität Strassburg, zum correspondirenden Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe gewählt. 577.
- SPALLANZANI, Adresse zur Feier seines Centenariums. 403. 421—422.
- STEINHAUSEN, Dr. Georg, Bibliothekar in Jena, erhält 400 Mark zur Drucklegung des 2. (Schluss-)Bandes seines Werkes »Deutsche Privatbriefe des Mittelalters«. 345.
- STOKES, zum auswärtigen Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe gewählt. 530.

- STUMPF, über den Willensbegriff. I. 1.
 ———, über die Tiefenunterschiede der Gesichtsempfindungen. 867.
- TASCHENBERG, Otto, Professor in Halle, erhält 800 Mark zur Sammlung von Nachträgen für seine »Bibliotheca zoologica«. 438.
- THILENIUS, Dr. Georg, Privatdocent in Strassburg, vorläufiger Bericht über die Eiblage und erste Entwicklung der *Hatteria punctata*. 197. 247—256.
- TOBLER, die Legende vom heiligen Julianus in alfranzösischen Versen. 139.
- TREUSCH VON BUTTLAR, Dr. Kurt, Staatsarchivar in Dresden, erhält 500 Mark zur Sammlung und Veröffentlichung deutscher Hofordnungen des 16. Jahrhunderts. 290.
- VAHLEN, Festrede über Friedrich den Grossen und d'Alembert, gehalten in der öffentlichen Sitzung zur Feier des Geburtsfestes Sr. Majestät des Kaisers und Königs und des Jahrestages König Friedrich's II. 49—71.
 ———, Bemerkungen zum Ennius. 265. 266—279.
- VIRCHOW, die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung. 3. 14—26.
 ———, erhält die Helmholtz-Medaille. 89.
 ———, ein Flachbeil aus Jadeit von der Beeker Haide am Niederrhein. 869. 870—876.
- WALDEYER, Jahresbericht über die Humboldt-Stiftung. 81—82.
 ———, über Neurone und Neuropil. 177.
 ———, Beiträge zur Anatomie der männlichen Harnröhre. 257—264.
- WANNER, Heinrich, Oberlehrer in Hannover, eine photometrische Methode zur Bestimmung der Exponentialconstanten der Emissionsfunction, s. F. PASCHEN.
- WARBURG, über positive und negative Spitzenentladung in reinen Gasen. 769. 770—778.
- WARMING, Eugenius, Professor an der Universität Kopenhagen, zum correspondirenden Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe gewählt. 109.
- WEINHOLD, über die Bedeutung des Haselstrauchs im altgermanischen Cultus und Zauberwesen. 851.
- WEINSTEIN, Prof. Dr. Bernhard, in Berlin, erhält 800 Mark zur Veröffentlichung der Ergebnisse seiner Beobachtungen über Erdströme und Erdmagnetismus. 781.
- WIEDEMANN, gestorben am 24. März. 290.
- WIESNER, Julius, Professor an der Universität Wien, zum correspondirenden Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe gewählt. 577.
- VON WILAMOWITZ-MOELLENDORFF, Ulrich, Professor der classischen Philologie an der Universität Berlin, zum ordentlichen Mitglied der philosophisch-historischen Classe gewählt. 782.
 ———, Platon's Gorgias und die Rede des Polykrates gegen Sokrates. 781.
- WILSING, Prof. Dr. Johannes, in Potsdam, über die Deutung des typischen Spectrums der neuen Sterne. 425. 426—436.
 ———, über den Einfluss des Drucks auf die Wellenlängen der Linien des Wasserstoffspectrums. 710. 750—752.
- WILSON, Harold A., Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers, s. VAN'T HOFF.
- WÜSTENFELD, gestorben am 8. Februar. 139.

SACHREGISTER.

- Acta Apostolorum 11, 27, 28, über den ursprünglichen Text daselbst, von HARNACK. 301. 316—327.
- Acta Borussia: Jahresbericht. 75—76.
- Acta nationis Germanicae universitatis Bononiensis: Jahresbericht. 80. — Publication. 437.
- Adamello, neue Beobachtungen aus dem Gebiet desselben, von W. SALOMON. 3. 27—41.
- Adressen, an BEKKER zum fünfzigjährigen Doctorjubiläum. 146—148. — zur Feier des Centenariums SPALLANZANI'S. 403. 421—422.
- Affen, Untersuchungen über den Bau des Central-Nervensystems derselben, von R. KRAUSE. 893. (*Abh.*)
- d'Alembert, Friedrich der Grosse und —, Festrede zur Feier des Geburtsfestes Sr. Majestät des Kaisers und Königs und des Jahrestages König Friedrich's II., von VAHLEN. 49—71.
- Alexander der Grosse, über das Bruchstück einer Portraitstatuette desselben, von KEKULE VON STRADONITZ. 149. 280—288.
- Algen, über Gewebespannungen und passives Wachstum bei Meeressalgen, von E. KÜSTER. 555. 819—850.
- Anatomie und Physiologie: ENGELMANN, über die Innervation des Herzens. 853. — Derselbe, über die Hypothese von Muskens zur Erklärung der chronotropen Wirkungen der Herznerven. 893. — O. HERTWIG, über den Einfluss der Temperatur auf die Entwicklung thierischer Eier. 627. — R. KRAUSE, Untersuchungen über den Bau des Central-Nervensystems der Affen. 893. (*Abh.*) — MUNK, über die Ausdehnung der Sinnessphären in der Grosshirnrinde. 109. 935. 936—950. — SCHULZE, zur Histologie der Hexactinelliden. 197. 198—209. — G. THILENIUS, vorläufiger Bericht über die Eiablage und erste Entwicklung der Hatteria punctata. 197. 247—256. — WALDEYER, über Neurone und Neuropil. 177. — Derselbe, Beiträge zur Anatomie der männlichen Harnröhre. 257—264. — Vergl. Zoologie.
- Anorthit vom Vesuv, über denselben, und über Feldspathbestimmung in Gesteinschläffen, von KLEIN. 289. 345. 346—364.
- Antheren, über den Öffnungsmechanismus derselben, von SCHWENDENER. 93. 101—107.
- Anthropologie: VIRCHOW, die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung. 3. 14—26. — Derselbe, ein Flachbeil aus Jadeit von der Beeker Haide am Niederrhein. 869. 870—876.
- Antrittsreden von ordentlichen Mitgliedern: von RICHTHOFEN. 603—607.
- Aposteldecree (Act. 15, 29), das, und die Blass'sche Hypothese, von HARNACK. 149. 150—176.
- Archaeologie: Bericht über die kartographische Aufnahme von Pergamon. 80. — CONZE, über die Thore der Königsstadt Pergamon. 289. — KEKULE VON STRADONITZ, über das Bruchstück einer Portraitstatuette Alexander's des Grossen. 149. 280—288. — H. SCHRADER, die Opferstätte des pergamenischen Altars. 611. 612—625.

- Archaeologisches Institut: Jahresbericht. 88. 529, 531—539.
- Archilochos, zwei neue Fragmente der Epoden desselben, von R. REITZENSTEIN. 851. 857—864.
- Aristoteles-Commentare: Jahresbericht. 73. — Neue Publicationen. 437. 753. 855. — Geldbewilligung. 438.
- Armenien, Bericht über eine Forschungsreise durch —, von W. BELCK und C. F. LEHMANN. 91. 116—120. — Zweiter Vorbericht. 710. 745—749.
- Astronomie: AUWERS, über die Genauigkeit der astronomischen Ortsbestimmungen. 865. — J. HARTMANN, über die relative Helligkeit der Planeten Mars und Jupiter nach Messungen mit einem neuen Photometer. 663. 677—690. — J. WILSING, über die Deutung des typischen Spectrums der neuen Sterne. 425. 426—436.
- Astronomische Ortsbestimmungen, über die Genauigkeit derselben, von AUWERS. 865.
- Auftrieb der Strasse von Messina, Untersuchungen über denselben mit besonderer Berücksichtigung der Appendicularien und Challengerien, von H. LOHMANN. 371. 384—400.
- Bessel's Briefwechsel, Schenkung von fast 3000 Briefen an Bessel durch Hr. Berend Bessel Lorek und von 106 Briefen Bessel's an Wilhelm Struve durch Hr. Otto von Struve. 631—632. — Desgleichen eines Briefes Bessel's an Lehnerdt durch Hr. Fr. Jonas. 781.
- Bevölkerung, über deren Grösse in älterer und neuerer Zeit, von SCHMOLLER. 631.
- Bismarck, Beiträge zur Kritik der Gedanken und Erinnerungen des Fürsten —, von LENZ. 401. — Zweite Mittheilung. 855.
- Blattstellungen, die Schumann'schen Einwände gegen meine Theorie derselben, von SCHWENDENER. 893. 895—919.
- Blitzgefahr, über die Zunahme derselben während der letzten sechzig Jahre, von v. BEZOLD. 289. 291—300.
- Bopp-Stiftung: Jahresbericht. 82.
- Botanik: ENGLER und L. DIELS, über die systematische Gliederung und Verbreitung der Gattung Combretum, insbesondere der africanischen Arten. 425. — E. KÜSTER, über Gewebespannungen und passives Wachstum bei Meeresalgen. 555. 819—850. — H. RODEWALD und A. KATTEIN, über die Herstellung von Stärkelösungen und Rückbildung von Stärkekörnern aus den Lösungen. 627. 628—630. — SCHWENDENER, über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei *Linaria spuria*. 93. 94—100. — Derselbe, über den Öffnungsmechanismus der Antheren. 93. 101—107. — Derselbe, die Schumann'schen Einwände gegen seine Theorie der Blattstellungen. 893. 895—919.
- Byzantinische Chronisten, Bericht über eine Studienreise nach Italien, Spanien und England zum Zwecke handschriftlicher Studien über dieselben, von C. DE BOOR. 921. 922—934.
- Charlotten-Stiftung: Preisaufgabe derselben. 608—609.
- Chemie: FISCHER und F. ACH, über die Isomerie der Methylharnsäuren. 577. 633—662. — VAN'T HOFF und H. M. DAWSON, bez. W. MEYERHOFFER, D. CHIARAVIGLIO, N. KASSATKIN und H. A. WILSON, Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagere. XII. 329. 340—343. XIII. 371. 372—383. XIV. 555. 557—562. XV. 809. 810—818. XVI. 935. 951—953. XVII. Von H. A. WILSON. 935. 954—955. — LANDOLT, über Versuche zur Bestimmung der Rotationsdispersion concentrirter übersättigter Lösungen von Rechtsweinsäure. 121.

- Combretum, über die systematische Gliederung und Verbreitung der Gattung —, insbesondere der africanischen Arten, von ENGLER und L. DIELS. 425.
- Corpus inscriptionum graecarum: Jahresbericht. 71—72. — Neue Publication. 437. — Geldbewilligung. 438.
- Corpus inscriptionum latinarum: Neue Publication. 13. 109. — Jahresbericht. 72—73.
- Corpus nummorum: Publication 13. — Jahresbericht. 74—75.
- Cothenius'sches Legat: Preisaufgabe aus demselben. 607—608.
- Deutsche Rechtssprache, s. Wörterbuch.
- Differentiale von symbolischen Ausdrücken, Bemerkungen über dieselben, von LIPSCHITZ. 121. 122—136.
- Differentialgleichungen, über die singulären Lösungen der algebraischen — höherer Ordnung, von M. HAMBURGER. 139. 140—145. — Bemerkungen zur Theorie der associirten —, von FUCHS. 181. 182—195. — über die Irreducibilität linearer —, von KOENIGSBERGER. 663. 672—676. — über die Irreducibilität algebraischer —, von Demselben. 781. 783—807.
- Eduard Gerhard-Stiftung, s. Gerhard-Stiftung.
- Elektrische Leiter, über den stationären Temperaturzustand eines von einem elektrischen Strome erwärmten Leiters, von KOHLRAUSCH. 709. 711—718.
- Elektrisches Leitvermögen, das — wässriger Lösungen von Alkali-Chloriden und Nitraten, von KOHLRAUSCH und M. E. MALTBY. 663. 665—671.
- Element, zur Geschichte des Begriffes —, von DIELS. 403.
- Elische Verba, die — auf $-εω$ und der urgriechische Declinationsablaute der Nomina auf $-εύς$, von J. SCHMIDT. 301. 302—315.
- Emissionsfunction, eine photometrische Methode zur Bestimmung der Exponentialconstanten derselben, von F. PASCHEN und H. WANNER. 4. 5—11.
- Ennius, Bemerkungen zu demselben, von VAHLEN. 265. 266—279.
- Erdmagnetische Störungen an Polarstationen, über den täglichen Gang derselben, von G. LÜDELING. 197. 236—246.
- Ethnologie: WEINHOLD, über die Bedeutung des Haselstrauchs im altgermanischen Cultus und Zauberverwesen. 851.
- Euktolith, ein neues Glied der theralithischen Effusivmagmen, über denselben, von ROSENBUSCH. 109. 110—115.
- Feldspathbestimmung in Gesteinsschliffen, über dieselbe, und über Anorthit vom Vesuv, von KLEIN. 289. 345. 346—364.
- Festreden: über Friedrich den Grossen und d'Alembert zur Feier des Geburtsfestes Sr. Majestät des Kaisers und Königs und des Jahrestages König Friedrich's II., von VAHLEN. 49—71. — über Leibniz und das Problem der Universalsprache zur Feier des Leibniz'schen Gedächtnistages, von DIELS. 579—603.
- Flachbeil, ein, aus Jadeit von der Beeker Haide am Niederrhein, von VIRCHOW. 869. 870—876.
- Florus, Anlage und Abfassungszeit der Epitome desselben, von HIRSCHFELD. 541. 542—554.
- Friedrich der Grosse und d'Alembert, Festrede zur Feier des Geburtsfestes Sr. Majestät des Kaisers und Königs und des Jahrestages König Friedrich's II., von VAHLEN. 49—71.
- Functionalgleichungen, über die Irreducibilität algebraischer —, von KOENIGSBERGER. 663. 672—676.

Geldbewilligungen zur Fortführung der wissenschaftlichen Unternehmungen der Akademie: Aristoteles-Commentare. 438. — Corpus inscriptionum graecarum. 438. — Politische Correspondenz Friedrich's des Grossen. 438.

———— für besondere wissenschaftliche Untersuchungen und Veröffentlichungen: L. ASHER, Untersuchungen über die Eigenschaften und die Entstehung der Lymphe. 437. — G. BAUCH, Studien über die Reformationsgeschichte. 710. — M. BAUER, geologisch-petrographische Bearbeitung der hessischen Basalte. 438. — J. BÖHM, Studien über die Gliederung der Kreideformation des nördlichen Harzrandes. 438. — K. BURDACH, Untersuchungen über Ursprung und Ausbildung der neuhochdeutschen Schriftsprache und des deutschen Humanismus. 529. — H. CONWENTZ, Untersuchungen über das Vorkommen der Eibe in der Gegenwart und Vergangenheit. 781. — W. CRÖNERT, Studium der Herculansenischen Rollen. 438. — A. DENKER, Herausgabe eines Werkes über die Anatomie des Gehörorgans der Säugethiere. 529. — ENGLER, Fortführung seiner Monographien africanischer Pflanzenfamilien. 437. — Derselbe, Vorarbeiten zu einer systematischen Übersicht der zur Zeit bekannten Pflanzenarten (*Regni vegetabilis conspectus*). 437. — F. EULENBURG, Untersuchungen über die Frequenz der deutschen Universitäten in früherer Zeit. 109. — GERHARDT, Fortsetzung der Herausgabe der Mathematischen Correspondenz Leibnizens. 437. — HARNACK, Fortführung der Arbeiten an der Geschichte der Akademie. 345. 781. — B. HOFER, Untersuchungen über die Krebspest. 438. — F. KAUFFMANN, Handschriftenvergleichen für die Herausgabe des »Opus imperfectum in Matthaeum«. 438. — G. KOSSINNA, Archaeologische Forschungsreise in Deutschland. 438. — R. KRAUSE, Untersuchungen über den Bau des Centralnervensystems. 438. — W. KROLL, Herausgabe der *Commentarii in Platonis Rem publicam* des Proclus. 345. — C. F. LEHMANN und W. BELCK, Fortführung ihrer Forschungsreise durch Armenien. 438. — K. LEISS, kristallographische und spectrophotographische Versuche. 438. — MOMMSEN, Herausgabe des Codex Theodosianus. 109. 529. — N. MÜLLER, Herausgabe der altjüdischen Inschriften Italiens. 530. — F. PASCHEN, Versuche über die Energie im Spectrum des schwarzen Körpers. 438. — R. PIERSIG, Erforschung der Hydrachniden-Fauna des Schwarzwaldes und der Bayerischen Alpen. 438. — B. RAWITZ, Forschungen über das Gehörorgan und das Centralnervensystem der Cetaceen. 438. — M. REICH, Sammlung und Verzeichnung handschriftlicher Erasmus-Briefe. 345. — F. RISTENPART, Fortführung der Vorarbeiten zu einem *Thesaurus positionum stellarum affixarum*. 438. — E. SCHÄFER, Forschungen auf dem Gebiet der spanischen Reformationsgeschichte im 16. Jahrhundert. 109. — A. SCHMIDT, Fortführung seiner Bearbeitung des erdmagnetischen Beobachtungsmaterials. 438. — F. SCHWALLY, Drucklegung seiner Bearbeitung des Kitāb al Mahāsīn val Masāwī des Ibrāhīm ibn Muḥammad al Baiḥqī. 438. — G. STEINHAUSEN, Drucklegung des 2. Bandes seines Werkes »Deutsche Privatbriefe des Mittelalters«. 345. — O. TASCHENBERG, Sammlung von Nachträgen für seine »*Bibliotheca zoologica*«. 438. — K. TREUSCH VON BUTTLAR, Sammlung und Veröffentlichung deutscher Hofordnungen des 16. Jahrhunderts. 290. — B. WEINSTEIN, Veröffentlichung der Ergebnisse seiner Beobachtungen über Erdströme und Erdmagnetismus. 781.

Geologie, s. Mineralogie.

Gerhard-Stiftung: Jahresbericht. 82—83. — Ertheilung und neue Ausschreibung des Stipendiums. 609.

Geschichte: *Acta nationis Germanicae universitatis Bononiensis*. 80. 437. — W. BELCK und C. F. LEHMANN, Bericht über eine Forschungsreise durch Armenien. 91. 116—120; zweiter Vorbericht. 710. 745—749. — *Corpus nummorum*. 13. 74—75. —

- DÜMLER, über eine Synodalrede Papst Hadrian's II. 753. 754—767. — KOSER, über den Übergang Preussens zur constitutionellen Regierungsform. 137. — Derselbe, über die Kosten der preussischen Kriegsführung im Siebenjährigen Kriege. 957. — LENZ, Beiträge zur Kritik der Gedanken und Erinnerungen des Fürsten Bismarck. 401; zweite Mittheilung. 855. — Monumenta Germaniae historica. 88. 345. 365—370. — Politische Correspondenz Friedrich's des Grossen. 74. 438. 877. — Prosopographie der römischen Kaiserzeit. 73. — Vergl. Staatswissenschaft.
- Gesichtsempfindungen, über die Tiefenunterschiede derselben, von STUMPF. 867.
- Gespenscheuschrecken, über bläschenförmige Organe bei denselben, von R. HEYMONS. 555. 563—575.
- Gewohnheitsrecht, zum römischen, von PERNICE. 423.
- Gnostische Vision, eine, von J. GEFFCKEN. 697. 698—707.
- Gotthard, neue Beobachtungen aus dem Gebiet desselben, von W. SALOMON. 3. 27—41.
- Griechische Kirchenväter, s. Kirchenväter.
- Griechische Praesentia, über die — auf *-ισκω*, von J. SCHMIDT. 921.
- Grosshirnrinde, s. Sinnessphären.
- Gruppen, über die Darstellung endlicher — durch lineare Substitutionen, von FROBENIUS. II. 481. 482—500.
- Gruppen-Charaktere, über die Composition derselben, von FROBENIUS. 329. 330—339.
- Hadrian II., Papst. über eine Synodalrede desselben, von DÜMLER. 753. 754—767.
- Harnröhre, Beiträge zur Anatomie der männlichen —, von WALDEYER. 257—264.
- Haselstrauch, über dessen Bedeutung im altgermanischen Cultus und Zauberveresen, von WEINHOLD. 851.
- Hateria punctata, vorläufiger Bericht über die Eiablage und erste Entwickelung derselben, von G. TRILENIUS. 197. 247—256.
- Helmholtz-Medaille: Verleihung derselben an Rudolf Virchow. 89.
- Hemerologische Tafel II. Rawl. 32. 33, über dieselbe, von SCHRADER. 529.
- Hermann und Elise geb. Heckmann Wentzel-Stiftung, s. Wentzel-Stiftung.
- Hexactinelliden, zur Histologie derselben, von SCHULZE. 197. 198—209.
- Historisches Institut in Rom: Jahresbericht. 76—77.
- Humboldt-Stiftung: Jahresbericht. 81—82.
- Ibn-Saad, Ausgabe desselben: Jahresbericht. 80—81.
- Indexflächen, über eine Methode zur objectiven Darstellung und Photographie der Schnittcurven derselben und über ihre Umwandlung in Schnittcurven der Strahlenflächen, von C. LEISS. 3. 42—47.
- Innervation des Herzens, über dieselbe, von ENGELMANN. 853. — über die Hypothese von Muskens zur Erklärung der chronotropen Wirkungen der Herznerven, von Demselben. 893.
- Inschriften: Corpus inscriptionum graecarum. 71—72. 437. 438. — Corpus inscriptionum latinarum. 13. 72—73. 109.
- Irreversible Strahlungsvorgänge, über dieselben, von PLANCK. Fünfte Mittheilung. 437. 440—480.
- Julianus, die Legende vom heiligen — in altfranzösischen Versen, von TOBLER. 139.
- Jupiter und Mars, über die relative Helligkeit der Planeten — nach Messungen mit einem neuen Photometer, von J. HARTMANN. 663. 677—690.
- Kant, methodologische Bemerkungen über die Behandlung der Texte desselben, von E. SCHMIDT. 13.
- Kant-Ausgabe: Jahresbericht. 78. — Vorlage von Materialien für dieselbe. 753.

- Kirchengeschichte:** Ausgabe der griechischen Kirchenväter. 84—85. 137. — J. GEFCKEN, eine gnostische Vision. 697. 698—707. — HARNACK, das Aposteldecree (Act. 15, 29) und die Blass'sche Hypothese. 149. 150—176. — Derselbe, über den ursprünglichen Text Act. Apost. 11, 27. 28. 301. 316—327. — Derselbe, vorläufige Bemerkungen zu dem jüngst syrisch und lateinisch publicirten „Testamentum domini nostri Jesu Christi“. 877. 878—891.
- Kirchenväter, griechische, Ausgabe derselben:** Jahresbericht. 84—85. — Publication. 137.
- Koptischer Kambysesroman, Bruchstück eines koptischen Romans über die Eroberung Aegyptens durch Kambyses, von H. SCHÄFER.** 709. 727—744.
- Kosmische Physik:** v. BEZOLD, über die Zunahme der Blitzgefahr während der letzten sechzig Jahre. 289. 291—300. — Derselbe, über die Sonnenstrahlung in der Atmosphäre und das Polarlicht. 555. — G. LÜDELING, über den täglichen Gang der erdmagnetischen Störungen an Polarstationen. 197. 236—246.
- Leibniz und das Problem der Universalsprache, Festrede zur Feier des Leibniz'schen Gedächtnisstages, von DIELS.** 579—603.
- Linaria spuria, über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei derselben, von SCHWENDENER.** 93. 94—100.
- Graf Loubat-Stiftung: Preisausschreibung aus derselben.** 608.
- Mars und Jupiter, über die relative Helligkeit der Planeten — nach Messungen mit einem neuen Photometer, von J. HARTMANN.** 663. 677—690.
- Mathematik:** Ausgabe der Werke von Weierstrass. 79—80. — FROBENIUS, über die Composition der Charaktere einer Gruppe. 329. 330—339. — Derselbe, über die Darstellung der endlichen Gruppen durch lineare Substitutionen. II. 481. 482—500. — FUCHS, Bemerkungen zur Theorie der associirten Differentialgleichungen. 181. 182—195. — M. HAMBURGER, über die singulären Lösungen der algebraischen Differentialgleichungen höherer Ordnung. 139. 140—145. — KOENIGSBERGER, über die Irreducibilität algebraischer Functionalggleichungen und linearer Differentialgleichungen. 663. 672—676. — Derselbe, über die Irreducibilität algebraischer Differentialgleichungen. 781. 783—807. — LIPSCHITZ, Bemerkungen über die Differentiale von symbolischen Ausdrücken. 121. 122—136.
- Meteorologie, s. Kosmische Physik.**
- Methylharnsäuren, über deren Isomerie, von FISCHER und F. ACH.** 577. 633—662.
- Mineralogie und Geologie:** KLEIN, optische Studien. I. (über Anorthit vom Vesuv und über Feldspathbestimmung in Gesteinsschliffen). 289. 345. 346—364. — C. LEISS, über eine Methode zur objectiven Darstellung und Photographie der Schnittcurven der Indexflächen und über die Umwandlung derselben in Schnittcurven der Strahlenflächen. 3. 42—47. — Derselbe, über die objective Darstellung der Schnittcurven der Strahlenflächen. 177. 178—179. — ROSENBUSCH, über Euktolith, ein neues Glied der theralithischen Effusivmagmen. 109. 110—115. — W. SALOMON, neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard. 3. 27—41.
- Monumenta Germaniae historica: Jahresbericht.** 88. 345. 365—370.
- Neurone und Neuropil, über dieselben, von WALDEYER.** 177.
- Oceanische Salzablagerungen, Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der —, insbesondere des Stassfurter Salzlagers, von VAN'T HOFF und H. M. DAWSON, bez. W. MEYERHOFFER, D. CHIARAVIGLIO und N. KASSATKIN, und von H. A. WILSON.** XII. 329. 340—343. XIII. 371. 372—383. XIV. 555. 557—562. XV. 809. 810—818. XVI. 935. 951—953. XVII. 935. 954—955.
- Ophiuren, Jugendformen derselben, von LUDWIG.** 197. 210—235.

- Optische Studien. I, von KLEIN. 289. 345. 346—364.
- Ostraka, zwölf, aus den Königsgräbern zu Theben, von ERMAN. 611.
- Pantopoden, über die auf der deutschen Spitzbergenfahrt gefangenen —, von MÖBIUS. 371.
- Pergamon, Bericht über die kartographische Aufnahme desselben. 80. — über die Thore der Königsstadt —, von CONZE. 289.
- Pergamenischer Altar, die Opferstätte desselben, von H. SCHRADER. 611. 612—625.
- Pflanzengeographie, s. Botanik.
- Philippinen, deren Bevölkerung, von VIRCHOW. Zweite Mittheilung. 3. 14—26.
- Philologie, griechische: Aristoteles-Commentare. 73. 437. 438. 753. 855. — C. DE BOOR, Bericht über eine Studienreise nach Italien, Spanien und England zum Zwecke handschriftlicher Studien über byzantinische Chronisten. 921. 922—934. — R. REITZENSTEIN, zwei neue Fragmente der Epoden des Archilochos. 851. 857—864. — J. SCHMIDT, die elischen Verba auf *-ειω* und der urgriechische Declinationsablauf der Nomina auf *-εις*. 301. 302—315. — Derselbe, über die griechischen Praesentia auf *-ισκω*. 921. — v. WILAMOWITZ-MOELLENDORFF, Platon's Gorgias und die Rede des Polykrates gegen Sokrates. 781. — Vergl. Inschriften. ———, orientalische: Ausgabe des Ibn Saad. 80—81. — ERMAN, zwölf Ostraka aus den Königsgräbern zu Theben. 611. — SACHAU, Studie zur Syrischen Kirchenliteratur der Damascene. 91. 502—528. — H. SCHÄFER, Bruchstück eines koptischen Romans über die Eroberung Aegyptens durch Kambyses. 709. 727—744. — SCHRADER, über die hemerologische Tafel II. Rawl. 32. 33. 529. — Wörterbuch der aegyptischen Sprache. 78—79.
- , römische: HIRSCHFELD, Anlage und Abfassungszeit der Epitome des Florus. 541. 542—554. — Thesaurus linguae latinae. 77—78. — VAHLEN, Bemerkungen zum Ennius. 265. 266—279. — Vergl. Inschriften.
- , romanische: TOBLER, die Legende vom heiligen Julianus in altfranzösischen Versen. 139.
- Philosophie: DIELS, zur Geschichte des Begriffes Element. 403. — DILTHEY, Ideen zu einer Bildungslehre und Classification der philosophischen Systeme. 697. (*Abh.*) — Kant-Ausgabe. 78. 753. — E. SCHMIDT, methodologische Bemerkungen über die Behandlung der Texte Kant's. 13. — STUMPF, über den Willensbegriff. I. 1. — Derselbe, über die Tiefenunterschiede der Gesichtsempfindungen. 867.
- Philosophische Systeme: Ideen zu einer Bildungslehre und Classification derselben, von DILTHEY. 697. (*Abh.*)
- Physik: L. HOLBORN und A. DAY, über die Thermoelectricität einiger Metalle. 663. 691—695. — W. JAEGER und H. DIESELHORST, Wärmeleitung, Electricitätsleitung, Wärmecapacität und Thermokraft einiger Metalle. 709. 719—726. — KOHLRAUSCH und M. E. MALBY, das elektrische Leitvermögen wässriger Lösungen von Alkali-Chloriden und Nitraten. 663. 665—671. — KOHLRAUSCH, über den stationären Temperaturzustand eines von einem elektrischen Strome erwärmten Leiters. 709. 711—718. — F. PASCHEN und H. WANNER, eine photometrische Methode zur Bestimmung der Exponentialconstanten der Emissionsfunction. 4. 5—11. — F. PASCHEN, über die Vertheilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei niederen Temperaturen. 403. 405—420. — Derselbe, über die Vertheilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei höheren Temperaturen. 893. 959—976. — PLANCK, über irreversible Strahlungsvorgänge. Fünfte Mittheilung. 437. 440—480. — WARBURG, über positive und negative Spitzenentladung in reinen Gasen. 769. 770—778. — J. WILSING, über den Einfluss des Drucks auf die Wellenlängen der Linien des Wasserstoffspectrums. 710. 750—752.

Physiologie, s. Anatomie.

Platon's Gorgias und die Rede des Polykrates gegen Sokrates, von v. WILANOWITZ-MOELLENDORFF. 781.

Polarlicht, über die Sonnenstrahlung in der Atmosphaere und das —, von v. BEZOLD. 555.

Politische Correspondenz Friedrich's des Grossen. Jahresbericht. 74. — Geldbewilligung. 438. — Publication. 877.

Preise und Preisaufgaben: Aus dem Cothenius'schen Legat. 607—608. — aus der Graf Loubat-Stiftung. 608. — der Charlotten-Stiftung. 608—609.

Preussen, über den Übergang desselben zur constitutionellen Regierungsform, von KOSER. 137.

Prosopographie der römischen Kaiserzeit: Jahresbericht. 73.

Rechtswinsäure, über Versuche zur Bestimmung der Rotationsdispersion concentrirter übersättigter Lösungen derselben, von LANDOLT. 121.

Rechtswissenschaft: BRUNNER, die Vergabungsfreiheit im westgothischen, burgundischen und salfränkischen Rechte. 501. — PERNICE, zum römischen Gewohnheitsrechte. 423. — Wörterbuch der deutschen Rechtsprache. 85—88.

Sanct Gotthard, s. Gotthard.

Savigny-Stiftung: Jahresbericht. 82. — Publication. 877. — Vergl. Acta nationis Germanicae universitatis Bononiensis.

Siebenjähriger Krieg, über die Kosten der preussischen Kriegsführung in demselben, von KOSER. 957.

Sinnesphären, über deren Ausdehnung in der Grosshirnrinde, von MUNK. 109. 935. 936—950.

Sonnenstrahlung, über die — in der Atmosphaere und das Polarlicht, von v. BEZOLD. 555.

Spectrum der neuen Sterne, über die Deutung des typischen —, von J. WILSING. 425. 426—436.

— des schwarzen Körpers, über die Vertheilung der Energie in demselben bei niederen Temperaturen, von F. PASCHEN. 403. 405—420. — bei höheren Temperaturen, von demselben. 893. 959—976.

Spitzenentladung, über positive und negative, in reinen Gasen, von WARBURG. 769. 770—778.

Staatswissenschaft: Acta Borussica. 75—76. — SCHMOLLER, über die Grösse der Bevölkerung in älterer und neuerer Zeit. 631.

Stärkelösungen, über deren Herstellung und Rückbildung von Stärkekörnern aus den Lösungen, von H. RODEWALD und A. KATTEIN. 627. 628—630.

Strahlenflächen, über die objective Darstellung der Schnittcurven derselben, von C. LEISS. 177. 178—179.

Syrische Kirchenlitteratur der Damascene, Studie zu derselben, von SACHAU. 91. 502—528.

Testamentum domini nostri Jesu Christi, vorläufige Bemerkungen zu dem jüngst syrisch und lateinisch publicirten —, von HARNACK. 877. 878—891.

Thermoelektricität, über die — einiger Metalle, von L. HOLBORN und A. DAY. 663. 691—695.

Thesaurus linguae latinae: Jahresbericht. 77—78.

Thiergeographie, s. Zoologie.

Thierische Eier, über den Einfluss der Temperatur auf deren Entwicklung, von O. HERRWIG. 627.

- Todesanzeigen: BUNSEN. 782. — FRANKLAND. 782. — GERHARDT. 439. — VON HAUER. 290. — KIEPERT. 403. — KUMANUDES. 577. — PERTSCH. 782. — RAMMELSBURG. 958. — WIEDEMANN. 290. — WÜSTENFELD. 139.
- Universalsprache, Leibniz und das Problem derselben, Festrede zur Feier des Leibniz'schen Gedächtnisstages, von DIELS. 579—603.
- Verdun-Preis: Verleihung desselben an A. HAUCK. 89.
- Vergabungsfreiheit, im westgothischen, burgundischen und salfränkischen Rechte, von BRUNNER. 501.
- Wärmeleitung, Elektricitätsleitung, Wärmecapacität und Thermokraft einiger Metalle, von W. JAEGER und H. DIESELHORST. 709. 719—726.
- Wahl von ordentlichen Mitgliedern: BRANCO. 957. — FREIHEIT VON RICHTHOFEN. 439. — SCHEFFER-BOICHORST. 781. — VON WILAMOWITZ-MOELLENDORFF. 782.
- von auswärtigen Mitgliedern: STOKES. 530.
- von correspondirenden Mitgliedern: BREFELD. 109. — HABERLANDT. 577. — PEITZER. 109. — Graf zu SOLMS-LAUBACH. 577. — WARMING. 109. — WIESNER. 577.
- Wasserstoffspectrum, über den Einfluss des Drucks auf die Wellenlängen der Linien des —, von J. WILSING. 710. 750—752.
- Weierstrass, Jahresbericht über die Ausgabe seiner Werke. 79—80.
- Wentzel-Stiftung: Jahresbericht. 83—88.
- Willensbegriff, über denselben, von STUMPF. I. 1.
- Wörterbuch der aegyptischen Sprache: Jahresbericht. 78—79.
- Wörterbuch der deutschen Rechtssprache: Jahresbericht. 85—88.
- Zoologie: R. HEYMONS, über bläschenförmige Organe bei den Gespenstheuschrecken. 555. 563—575. — H. LOHMANN, Untersuchungen über den Auftrieb der Strasse von Messina mit besonderer Berücksichtigung der Appendicularien und Challengerien. 371. 384—400. — LUDWIG, Jugendformen von Ophiuren. 197. 210—235. — MÖBIUS, über die auf der deutschen Spitzbergenfahrt gefangenen Pantopoden. 371. — Vergl. Anatomie und Physiologie.

Berichtigungen zum Jahrgang 1899.

In der Mittheilung von F. KOHLRAUSCH und M. E. MALTBY S. 669, obere Tabelle, sollen die letzten Stellen der Zahlen lauten

| | unter KCl | NaCl | LiCl | KNO ₃ | NaNO ₃ |
|------------------|-----------|------|------|------------------|-------------------|
| neben $m = 0.02$ | 9.95 | .61 | .85 | .21 | .66 |
| neben $m = 0.05$ | .75 | .71 | .08 | 9.85 | .42 |

und in der letzten Spalte unter LiNO₃ der Reihe nach

.41 .10 .47 .82 .93 .29 .57 .37 .69 .15 .00 7.95 .74

In der Mittheilung von E. WARBURG S. 773 8. Zeile von unten ist zu setzen anstatt 1.3 Milliontel: $\frac{1}{5600}$.

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. XXXIII und XXXIV.

| | |
|---|-----|
| H. SCHRADER: Die Opferstätte des pergamenischen Altars | 860 |
| H. RODEWALD und A. KATTEIN: Über die Herstellung von Stärkelösungen und Rückbildung von Stärkekörnern aus den Lösungen. | 612 |
| | 628 |

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

| | |
|--|-------|
| Abhandlungen aus dem Jahre 1898 | 12.00 |
| Daraus: Physikalische Abhandlungen | 14.50 |
| Philosophisch-historische Abhandlungen | 3.50 |

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1897, 1898, 1899.

| | |
|--|------|
| WEINHOLD: Die mystische Neunzahl bei den Deutschen | 2.50 |
| ERMAN: Bruchstücke koptischer Volkslitteratur | 3.50 |
| KÖHLER: Gedächtnisrede auf ERNST CURTIUS | 0.80 |
| HARNACK: Berichte des Secretars der Brandenburgischen Societät der Wissenschaften J. Th. Jablonski an den Präsidenten G. W. Leibniz (1700-1715) | 6 |
| WEINHOLD: Die Verehrung der Quellen in Deutschland | 3 |
| VIRCHOW: Über die ethnologische Stellung der prähistorischen und protohistorischen Aegypter nebst Bemerkungen über Entfärbung und Verfärbung der Haare | 3 |
| DÜMLER: Gedächtnisrede auf WILHELM WATTENBACH | 1 |
| ENGELMANN: Gedächtnisrede auf EMIL DU BOIS-REYMOND | 1 |
| DAMES: Gedächtnisrede auf ERNST BEYHNE | 1 |
| KOPSCHE: Das Rückenmark von <i>Elephas indicus</i> | 1.50 |
| FRÄNKEL: Epigraphisches aus Aegina | 2 |
| KAYSER: Die Bogenspectren der Elemente der Platingruppe | 2.00 |
| BRENNER: Mars-Beobachtungen 1896-97 in Lussin piccola | — |
| RICHARZ und KRIGAR-MENZEL: Bestimmung der Gravitationsconstante und ihrer mittleren Dichtigkeit der Erde durch Wägungen | 11 |
| SCHUMANN: Die Verformung der (t, t', t'') -Verhältnisse zu Lager-systematischen Gebirgsgruppen | 5.50 |

SITZUNGSBERICHTE DER AKADEMIE.

| | |
|---|----|
| Preis der einzelnen Jahrgänge, 1882-1898 | 12 |
| Daraus besonders zuminnerngesetzt | |
| Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen, 1882-1897. Preis des Jahrganges | 8 |

Die Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen haben mit dem 1. Januar 1898 zu erscheinen aufgehört.

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

| | |
|---|---------|
| PASCHEN und WANNER: photometrische Messung der Emissionsfunction | M. 0.50 |
| VIRCHOW: die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung | 0.50 |
| SALOMON: neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard | 0.50 |
| LEISS: Index- und Strahlenflächen | 0.50 |
| SCHWENDENER: über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei <i>Linaria spuria</i> | 0.50 |
| SCHWENDENER: über den Öffigungsmechanismus der Antheren | 0.50 |
| ROSENBUSCH: über Euktolith, ein neues Glied der theralithischen Effusivmagmen | 0.50 |
| BELCK und LERMANN: Bericht über eine Forschungsreise durch Armenien | 0.50 |
| LIPSHITZ: Bemerkungen über die Differentiale von symbolischen Ausdrücken | 0.50 |
| HAMBURGER: über die singulären Lösungen der algebraischen Differentialgleichungen höherer Ordnung | 0.50 |
| HARNACK: das Aposteldecret (Act. 15, 29) und die Blass'sche Hypothese | 1.— |
| FUCHS: Bemerkungen zur Theorie der associirten Differentialgleichungen | 0.50 |
| SCHULZE: zur Histologie der Hexactinelliden | 0.50 |
| LUDWIG: Jugendformen von Ophiuren | 1.— |
| LÜDDELLING: über den täglichen Gang der erdmagnetischen Störungen an Polarstationen | 0.50 |
| TRILENUS: vorläufiger Bericht über die Eiablage und erste Entwicklung der <i>Hatteria punctata</i> | 0.50 |
| WALDEYER: Beiträge zur Anatomie der männlichen Harnröhre. | 0.50 |
| VAHLEN: Bemerkungen zum Emmsus | 0.50 |
| KEKULE VON STRADONITZ: über das Bruchstück einer Portraitstatuette Alexander's des Grossen | 0.50 |
| VON BEZOLD: über die Zunahme der Blitzgefahr während der letzten sechzig Jahre | 0.50 |
| JOH. SCHMIDT: die elischen Verba auf <i>-ete</i> und der uralgische Declinationsablauf der Nomina auf <i>-evc</i> | 0.50 |
| HARNACK: über den ursprünglichen Text Act. Apost. 11, 27, 28 | 0.50 |
| FROBENIUS: über die Composition der Charaktere einer Gruppe | 0.50 |
| KLEIN: optische Studien I. | 1.— |
| VAN'T HOFF und MEYERHOFFER: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIII. | 0.50 |
| LOHMANN: Aufrich von Messina | 1.— |
| PASCHEN: die Vertheilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei niederen Temperaturen | 0.50 |
| WILSING: über die Deutung des typischen Spectrums der neuen Sterne | 0.50 |
| PLANCK: über irreversible Strahlungsvorgänge. Fünfte Mittheilung (Schluss) | 2.— |
| FROBENIUS: über die Darstellung der endlichen Gruppen durch lineare Substitutionen. II. | 1.— |
| SACHAU: Studie zur Syrischen Kirchlitteratur der Damascene | 1.— |
| HIRSCHLID: Anlage und Abfassungszeit der Epitome des Florus | 0.50 |
| VAN'T HOFF und DAWSON: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIV. | 0.50 |
| HYMANS: über bläschenförmige Organe bei den Gespenstschrecken | 0.50 |

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1899.

| | |
|---|---------|
| SCHRADEL: die Opferstätte des pergamonischen Altars | M. 0.50 |
|---|---------|

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«

zu St. XXXV.

| | |
|---|-------------|
| FISCHER und F. ACH: Über die Isomere der Methylharnsäuren | Seit 633 |
|---|-------------|

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

| | |
|--|---------|
| Abhandlungen aus dem Jahre 1898 | „ 22 — |
| Daraus: Physikalische Abhandlungen | „ 14,50 |
| „ Philosophisch-historische Abhandlungen | „ 3,50 |

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1897, 1898, 1899.

| | |
|---|--------|
| WEINHOLD: Die mystische Neunzahl bei den Deutschen | „ 2,50 |
| ERMAN: Bruchstücke koptischer Volksliteratur | „ 3,50 |
| KÖHLER: Gedächtnissrede auf ERNST CURTIUS | „ 0,80 |
| HARNACK: Berichte des Secretars der Brandenburgischen Societät der Wissenschaften J. TH. JABLONSKI an den Präsidenten G. W. LEIBNIZ (1700—1715) | „ 6 — |
| WEINHOLD: Die Verehrung der Quellen in Deutschland | „ 3 — |
| VIRCHOW: Über die ethnologische Stellung der prähistorischen und protohistorischen Ägypter nebst Bemerkungen über Entfärbung und Verfärbung der Haare | „ 3 — |
| DÜMMLER: Gedächtnissrede auf WILHELM WATTENBACH | „ 1 — |
| ENGELMANN: Gedächtnissrede auf EMIL DU BOIS-REYMOND | „ 1 — |
| DAMES: Gedächtnissrede auf ERNST BEYRICH | „ 1 — |
| KOPSCHE: Das Rückenmark von <i>Elephas indicus</i> | „ 1,50 |
| FRÄNKEL: Epigraphisches aus Aegina | „ 2 — |
| KAYSER: Die Bogenspectren der Elemente der Platingruppe | „ 2,50 |
| BRENNER: Mafs-Beobachtungen 1896-97 in Lussin piccolo | „ — |
| RICHARZ und KRIGAR-MENZEL: Bestimmung der Gravitationsconstante und der mittleren Dichtigkeit der Erde durch Wägungen | „ 11 — |
| SCHUMANN: Die Verbreitung der <i>Catantopae</i> im Verhältniss zu ihrer systematischen Gliederung | „ 3,50 |

SITZUNGSBERICHTE DER AKADEMIE.

| | |
|---|--------|
| Preis der einzelnen Jahrgänge, 1882—1898 | „ 12 — |
| Daraus besonders zusammengestellt: | |
| Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen, 1882—1897, Preis des Jahrganges | „ 8 — |

Die Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen haben mit dem 1. Januar 1898 zu erscheinen aufgehört.

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

| | |
|--|---------|
| PASCHEN und WANNER: photometrische Messung der Emissionsfunction | M. 0.50 |
| VIRCHOW: die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung | - 0.50 |
| SALOMON: neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard | - 0.50 |
| LEISS: Index- und Strahlenflächen | - 0.50 |
| SCHWENDENER: über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei <i>Linaria spuria</i> | - 0.50 |
| SCHWENDENER: über den Öffnungsmechanismus der Antheren | - 0.50 |
| ROSENBUSCH: über Euktolith, ein neues Glied der theralithischen Effusivmagmen | - 0.50 |
| BELCK und LEBMANN: Bericht über eine Forschungsreise durch Armenien | - 0.50 |
| LIPSCITZ: Bemerkungen über die Differentiale von symbolischen Ausdrücken | - 0.50 |
| HAMBURGER: über die singulären Lösungen der algebraischen Differentialgleichungen höherer Ordnung | - 0.50 |
| HARNACK: das Aposteldecret (Act. 15, 29) und die Blass'sche Hypothese | - 1.— |
| FUCHS: Bemerkungen zur Theorie der associirten Differentialgleichungen | - 0.50 |
| SCHULZE: zur Histologie der Hexactinelliden | - 0.50 |
| LUDWIG: Jugendformen von Ophiuren | - 1.— |
| LÜDELING: über den täglichen Gang der erdmagnetischen Störungen an Polarstationen | - 0.50 |
| THELNIUS: vorläufiger Bericht über die Eiablage und erste Entwicklung der <i>Hatteria punctata</i> | - 0.50 |
| WALDEYER: Beiträge zur Anatomie der männlichen Harnröhre | - 0.50 |
| VAHLEN: Bemerkungen zum Emissus | - 0.50 |
| KEKULE von STRADONITZ: über das Bruchstück einer Portraitstatuette Alexander's des Grossen | - 0.50 |
| VON BEZOLD: über die Zunahme der Blitzgefahr während der letzten sechzig Jahre | - 0.50 |
| JOH. SCHMIDT: die elischen Verba auf <i>-eiv</i> und der urgriechische Declinationsablauf der Nomina auf <i>-eiv</i> | - 0.50 |
| HARNACK: über den ursprünglichen Text Act. Apost. 11, 27, 28 | - 0.50 |
| FROBENIUS: über die Composition der Charaktere einer Gruppe | - 0.50 |
| KLEIN: optische Studien I. | - 1.— |
| VAN'T HOFF und MEYERHOFER: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIII. | - 0.50 |
| LOHMANN: Auftrieb von Messina | - 1.— |
| PASCHEN: die Verteilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei niederen Temperaturen | - 0.50 |
| WILSING: über die Deutung des typischen Spectrums der neuen Sterne | - 0.50 |
| PLANCK: über irreversible Strahlungsvorgänge Fünfte Mittheilung (Schluss) | - 2.— |
| FROBENIUS: über die Darstellung der endlichen Gruppen durch lineare Substitutionen. II. | - 1.— |
| SACHAU: Studie zur Syrischen Kirchenlitteratur der Damascene | - 1.— |
| HIRSCHFELD: Anlage und Abfassungszeit der Epitome des Florus | - 0.50 |
| VAN'T HOFF und DAWSON: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIV. | - 0.50 |
| HEYMONS: über bläschenförmige Organe bei den Gespenstschrecken | - 0.50 |

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1899.

| | |
|---|---------|
| SCHRADE: die Opferstätte des pergamenischen Altars | M. 0.50 |
| LISCHKE und ACH: über die Isomerie der Methylharnsäuren | - 1.— |

**VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. XXXVI und XXXVII.**

| | Seit |
|--|------|
| KOHLHAUSCH und M. E. MULLER: Das elektrische Licht einigen wässriger Lösungen von Alkal. Chloriden und Nitraten | 665 |
| KOENIGSBERGER: Über die Irreducibilität algebraischer Functionalgleichungen in L. einer Differentialgleichungen | 672 |
| J. HARMANN: Über die relative Heliozeit der 11. Stern Mars und Jupiter nach Messungen mit einem neuen Photometer | 677 |
| L. HOLTZ und A. DAY: Über die Fernbeobachtung einiger Metalle | 694 |
| J. GILGEN: Einige geologische Vorkommnisse | 698 |

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

| | |
|--|-----------|
| Abhandlungen aus dem Jahre 1898 | fl. 22.00 |
| Daraus: Physikalische Abhandlungen | fl. 14.50 |
| - Philosophisch-historische Abhandlungen | - 3.50 |

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1897, 1898, 1899.

| | |
|--|----------|
| WEINHOLD: Die mystische Neunzahl bei den Deutschen | fl. 2.50 |
| ERMAN: Bruchstücke koptischer Volkslitteratur | - 3.50 |
| KÖHLER: Gedächtnissrede auf ERNST CURTIUS | 0.80 |
| HARNACK: Berichte des Secretärs der Brandenburgischen Societät der Wissenschaften J. FR. JABLONSKI an den Präsidenten G. W. LEIBNIZ (1700—1715) | 6.— |
| WEINHOLD: Die Verehrung der Quellen in Deutschland | - |
| VIRCHOW: Über die ethnologische Stellung der prähistorischen und protohistorischen Aegypter nebst Bemerkungen über Entfärbung und Verfärbung der Haare | 1.— |
| DÜMLER: Gedächtnissrede auf WILHELM WATTENBACH | 1.— |
| ENGELMANN: Gedächtnissrede auf EMIL DE BES-REYMOND | 1.— |
| DAMES: Gedächtnissrede auf ERNST BEYER | 1.— |
| KOPPE: Das Rüdennark von <i>Eoplistis ovata</i> | fl. 1.— |
| FRÄNKEL: Epigraphisches aus Aegina | 2.— |
| KAYSER: Die Bogenspectren der Elemente der Platingruppe | 2.50 |
| BRENNER: Mars-Beobachtungen 1896—97 in Lussin piccolo | — |
| RICHARZ und KIRCHER-MENZEL: Bestimmung der Gravitationsconstante in der Luft in Beziehung zur Erde durch Wagungen | 11.— |
| SCHUMANN: Die Verhältnisse der <i>Chlorococcum</i> im Verhältniss zu <i>Chlorocystis</i> | — |

SITZUNGSBERICHTE DER AKADEMIE.

| | |
|---|-----------|
| Preis der einzelnen Jahrgänge, 1882—1898 | fl. 11.00 |
| Daraus 10 Bände zusammengestellt | - |
| Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen, 1882—1897, Preis des Jahrganges | fl. 8.— |

Die Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen haben mit dem 1. Januar 1898 zu erscheinen aufgehört.

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

| | | |
|--|-----|------|
| PASCHEN und WANNER: photometrische Messung der Emissionsfunction | M. | 0.50 |
| VIRCHOW: die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung | - | 0.50 |
| SALOMON: neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard | - | 0.50 |
| LEISS: Index- und Strahlenflächen | - | 0.50 |
| SCHWENDENER: über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei <i>Linaria sparia</i> | - | 0.50 |
| SCHWENDENER: über den Öffnungsmechanismus der Antheren | - | 0.50 |
| ROSENBUSCH: über Euktolith, ein neues Glied der therolithischen Effusivmagmen | - | 0.50 |
| BEUCK und LEHMANN: Bericht über eine Forschungsreise durch Armenien | - | 0.50 |
| LIFSCHITZ: Bemerkungen über die Differentiale von symbolischen Ausdrücken | - | 0.50 |
| HAMBURGER: über die singulären Lösungen der algebraischen Differentialgleichungen höherer Ordnung | - | 0.50 |
| HARNACK: das Aposteldecret (Act. 15, 29) und die Blass'sche Hypothese | 1.— | |
| FUCHS: Bemerkungen zur Theorie der associirten Differentialgleichungen | - | 0.50 |
| SCHULZE: zur Histologie der Hexactinelliden | - | 0.50 |
| LUDWIG: Jugendformen von Ophiuren | 1.— | |
| LÜDFLING: über den täglichen Gang der erdmagnetischen Störungen an Polarstationen | - | 0.50 |
| THILENIUS: vorläufiger Bericht über die Eiablage und erste Entwicklung der <i>Halteria punctata</i> | - | 0.50 |
| WALDEYER: Beiträge zur Anatomie der männlichen Harnröhre | - | 0.50 |
| VAHLEN: Bemerkungen zum Eudius | - | 0.50 |
| KERULE von STRADONIZ: über das Bruchstück einer Portraitstatuette Alexander's des Grossen | - | 0.50 |
| VON BEZOLD: über die Zunahme der Blutzgefäße während der letzten sechszig Jahre | - | 0.50 |
| JOH. SCHMIDT: die elischen Verba auf - <i>eo</i> und der urgriechische Declinationsablaut der Nomina auf - <i>eo</i> | - | 0.50 |
| HARNACK: über den ursprünglichen Text Act. Apost. 11, 27, 28 | - | 0.50 |
| FROBENIUS: über die Composition der Charaktere einer Gruppe | - | 0.50 |
| KLEIN: optische Studien I. | 1 | |
| VAN't HOFF und MEYERHOFFER: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIII. | - | 0.50 |
| LOHMANN: Auftrieb von Messila | 1 | |
| PASCHEN: die Vertheilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei niederen Temperaturen | - | 0.50 |
| WILSON: über die Deutung des typischen Spectrums der neuen Sterne | - | 0.50 |
| PFAUND: über irreversible Strahlungsvorgänge. Fünfte Mittheilung (Schluss) | 2 | |
| FROBENIUS: über die Darstellung der endlichen Gruppen durch lineare Substitutionen. II. | 1.— | |
| SÄCHLID: Studie zur Syrischen Kirchenliteratur der Damascener | 1 | |
| HÜSCHERLEN: Anlage und Abflusszeit der Epitome des Florus | - | 0.50 |
| VAN't HOFF und DAWSON: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIV | - | 0.50 |
| REYNOLDS: über bläschenförmige Organe bei den Gespenstschnecken | - | 0.50 |

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1899.

| | | |
|--|----|------|
| SCHRADEL: die Opfersäule des pergamenischen Altars | M. | 0.50 |
| FISCHER und F. AEB: über die Isomerie der Methylharnsäuren | - | 1.— |
| KOHLRAUSCH und M. E. MALLIN: Lösungsvermögen von Lösungen | - | 0.50 |
| KOENIGSBERGER: Inductionstheorie von Functionalgleichungen und Differentialgleichungen | - | 0.50 |
| J. HARTMANN: relative Helligkeit der Planeten Mars und Jupiter | - | 0.50 |
| L. HORNBY und A. DAY: über die Thermoelectricität einiger Metalle | - | 0.50 |
| J. GEFFCKEN: eine gnostische Vision | - | 0.50 |

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«

zu St. XXXVIII.

| | |
|---|-------|
| Kohlrausch: Über den statischen Temperaturzustand eines sich erhaltenden Leiters und einwandrig Leiters | S. 11 |
| W. Jagger und H. Diesselhorst: Wundheilung, Elektrolyseanwendung, Wundheilung mit Eisen und ediger Metalle | 711 |
| H. Schäfer: Beiträge zur Selenpraxis von Romus über die Heilwirkung Argupris, auch Karyosis | 727 |
| W. Beer und C. F. Lehmann: Zweiter Versuch über die Färbungsstoffe in America | 745 |
| J. Wisning: Über die Einflüsse des Lichts und die Wirkung der Einwirkung des Wasserstoffes auf Chlor | 77 |

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

| | |
|--|--------|
| Abhandlungen aus dem Jahre 1898 | H. 22 |
| Daraus: Pöyschische Abhandlungen | H. 143 |
| » Philosophisch-historische Abhandlungen | 35 |

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1897, 1898, 1899.

| | |
|---|--------|
| Weinhold: Die mystische Neuzeit bei den Deutschen | H. 219 |
| Erdman: Bruchstücke epischer Völkstheorie | » 179 |
| Köhler: Gedächtnisstreife mit Eisen | » 18 |
| Harnack: Bericht des Secretärs der Brüdergemeinden, Societät der Wissenschaften, d. d. J. 1898 1899 | » 171 |
| Weinhold: Die Verheerung der Quellen in Deutschland | » 2 |
| Virehow: Über die ethnologische Stellung der Grabsteine von den christlichen Ägyptern in Beziehungen über Ethnologie und Verfertigung der Haut | » 1 |
| Dümmler: Geol. Hildesspode am Wilhelm-Waffenstein | » 14 |
| Engelmann: Geol. Hildesspode am Exh. de Boss-Beimste | » 1 |
| Dames: Geol. Hildesspode am Exh. D. | » 1 |
| Rösch: Das Rückenmark von <i>Felecanus</i> | H. 7 |
| Fränkel: Fingerringel aus Angola | » 1 |
| Kayser: Die Pöyschtheorie der Elemente der Platonische | » 21 |
| Brenner: Mitts-Berichte für 1898-97 in H. 1898 | » 1 |
| Richard und Kewal-Menzel: Bestimmung der Gravitationsstände von der Höhe d. D. 1897 über Leipzig | » 1 |
| Beinwax: Die Vertheilung der | » 1 |

SITZUNGSBERICHTE DER AKADEMIE.

| | |
|--|------|
| Fresherman: Sitzungsbericht 1887-1898 | H. 1 |
| Daraus: Besondere Mittheilungen | » 1 |
| Mathematisches Naturwissenschaftliches Mittheilungen 1882-1897 | H. 8 |

Die Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen haben mit dem 1. Januar 1898 zu erscheinen aufgehört.

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

| | | |
|---|----|------|
| PASCHEN und WANNER: photometrische Messung der Emissionfunction | M. | 0.50 |
| VIRCHOW: die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung | | 0.50 |
| SALOMON: neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard | | 0.50 |
| LEISS: Index- und Strahlenflächen | | 0.50 |
| SCHWENDENER: über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei <i>Linaria spuria</i> | | 0.50 |
| SCHWENDENER: über den Öffnungsmechanismus der Antheren | | 0.50 |
| ROSENBUSCH: über Euktolith, ein neues Glied der theralithischen Effusivmagmen | | 0.50 |
| BELCK und LEHMANN: Bericht über eine Forschungsreise durch Armenien | | 0.50 |
| LIPSHITZ: Bemerkungen über die Differentiale von symbolischen Ausdrücken | | 0.50 |
| HAMBURGER: über die singularen Lösungen der algebraischen Differentialgleichungen höherer Ordnung | | 0.50 |
| HARNACK: das Aposteldecret (Act. 15, 29) und die Blass'sche Hypothese | | 1.— |
| FUCHS: Bemerkungen zur Theorie der associirten Differentialgleichungen | | 0.50 |
| SCHULZE: zur Histologie der Hexactinelliden | | 0.50 |
| LUDWIG: Jugendformen von Ophiuren | | 1.— |
| LÜDLING: über den täglichen Gang der erdmagnetischen Störungen an Polarstationen | | 0.50 |
| TRILESIUS: vorläufiger Bericht über die Eiablage und erste Entwicklung der <i>Hatteria punctata</i> | | 0.50 |
| WALDEYER: Beiträge zur Anatomie der männlichen Harnröhre | | 0.50 |
| VAMLEN: Bemerkungen zum Einäus | | 0.50 |
| KERULF von STRADONIZ: über das Bruchstück einer Portraitstatuette Alexander's des Grossen | | 0.50 |
| VON BEZOLD: über die Zunahme der Blitzgefahr während der letzten sechzig Jahre | | 0.50 |
| JOH. SCHMIDT: die ehschen Verba auf -eo und der igrichische Declinationsablaul der Nomina auf -eo | | 0.50 |
| HARNACK: über den ursprünglichen Text Act Apost 11, 27, 28 | | 0.50 |
| FROENIUS: über die Composition der Charaktere einer Gruppe | | 0.50 |
| KLEIN: optische Studien I | | 1.— |
| VAN't HOFF und MEYERHOFER: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIII | | 0.50 |
| LOHMANN: Aufrüch von Messina | | 1.— |
| PASCHEN: die Vertheilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei niederen Temperaturen | | 0.50 |
| WILTING: über die Deutung des typischen Spectrums der leuchtenden Sterne | | 0.50 |
| PLANCK: über irreversible Strahlungsvorgänge. Fünfte Mittheilung (Schluss) | | 2.— |
| FROENIUS: über die Darstellung der endlichen Gruppen durch lineare Substitutionen. II. | | 1.— |
| SACHAU: Studie zur Syrischen Kavalenlitteratur der Damascener | | 1.— |
| HIRSCHERD: Anlage und Abfassungszeit der Epitome des Florus | | 0.50 |
| VAN't HOFF und DAWSON: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIV | | 0.50 |
| HEYMANN: über bläschenartige Organe bei der Gespenstschrecken | | 0.50 |

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1899.

| | | |
|---|----|------|
| SCHMIDT: die Opferstätte des pergamonischen Altars | M. | 0.50 |
| ESCHERICH und F. ACH: über die Isometrie der Methylarbsäuren | | 1.— |
| KREIBUSCH und M. L. MANN: Löslichkeitsverhältnisse von Lösungen | | 0.50 |
| KREIBUSCH: Irregularitäten von Functionalgleichungen und Differentialgleichungen | | 0.50 |
| J. HALLMANN: die Helligkeit der Planeten Mars und Jupiter | | 0.50 |
| J. HOLTZ und A. DAY: über die Thermoconductivität einiger Metalle | | 0.50 |
| J. GILLERKIN: die organische Vasculatur | | 0.50 |
| K. MEYERHOFER: Temperaturcoefficienten des Siedepunktes | | 0.50 |
| WILDLING und H. DÜSSELDORF: Wärmeleitung u. s. w. von Metallen | | 0.50 |
| H. SCHMIDT: Bericht über die ägyptischen Romane über die Eroberung Aegyptens durch Cambyses | | 1.— |
| U. F. | | 0.50 |

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. XXXIX und XL.

Seit
754
770

DÜMMER: Ueber eine Synodische des Papst Honorius II.
WABBERG: Über positive und negative Sphärenladung an reiner Gase.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

Abhandlungen aus dem Jahre 1898. # 220
Daraus: Physikalische Abhandlungen # 115
Philosophisch-historische Abhandlungen # 300

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1897, 1898, 1899.

WEINHOLD: Die mystische Neuzahl bei den Deutschen # 250
ERMAN: Bruchstücke koptischer Volksliteratur # 350
KÖHLER: Gedächtnissrede auf ERNST CURTIUS # 080
HARNACK: Bericht des Secretärs der Brandenburgischen Societät der Wissenschaften d. Landk.
BLONSKI an den Präsidenten G. W. LEHNZ (1790-1795) # 0
WEINHOLD: Die Verelendung der Quellen in Deutschland # 1
VIRCHOW: Über die ethnologische Stellung der prahistorischen und protahistorischen Aegypter nebst
Bemerkungen über Entfaltung und Verfall der Halbkultur # 1—
DÜMMER: Gedächtnissrede auf WILHELM WATTENBACH # 1—
ENGELMANN: Gedächtnissrede auf EMIL DU BOIS-REYMOND # 1—
DAMES: Gedächtnissrede auf ERNST BREMER # 1
KOPSCH: Das Ruchglocken *Hyphis maculata* # 150
FRÄNKEL: Fingerringe aus Aegla # 2—
KAYSER: Die Bogenbrücken der Elemente der Plätzgruppe # 200
BRENNER: Mops-Gebirge von 1896-97 in Lussin, p. 100
RICHARZ und KIRGAL-MENZEL: Bestimmung der Gravitationskonstante mit einem Pendel
der Erde mittel Wagnitzien # 1
SCHUMANN: Die Verhältnisse der *C. hibernica* im Verhältnis zu ihrer systematischen Gruppierung
1—

SITZUNGSBERICHTE DER AKADEMIE.

Preis der einzelnen Bände 1882-1898 # 17

Mathematisch-naturwissenschaftliche Mittheilungen

Mathematisch-naturwissenschaftliche Mittheilungen 1882-1897, 1898, 1899 # 18

Die Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen haben
mit dem 1. Januar 1898 zu erscheinen aufgehört.

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

| | | |
|--|----|------|
| PASCHEN und WANNER: photometrische Messung der Emissionsfunction | M. | 0.50 |
| VIRCHOW: die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung | | 0.50 |
| SALOMON: neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard | | 0.50 |
| LEISS: Index- und Strahlenflächen | | 0.50 |
| SCHWENDENER: über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei <i>Linaria spuria</i> | | 0.50 |
| SCHWENDENER: über den Öffnungsmechanismus der Antheren | | 0.50 |
| ROSENBUSCH: über Euktolith, ein neues Glied der theralithischen Effusivmagmen | | 0.50 |
| BELCK und LEHMANN: Bericht über eine Forschungsreise durch Armenien | | 0.50 |
| LIPSHITZ: Bemerkungen über die Differentiale von symbolischen Ausdrücken | | 0.50 |
| HAMBURGER: über die singulären Lösungen der algebraischen Differentialgleichungen höherer Ordnung | | 0.50 |
| HARNACK: das Aposteldecree (Act. 15, 29) und die Blass'sche Hypothese | | 1.— |
| FUCHS: Bemerkungen zur Theorie der associirten Differentialgleichungen | | 0.50 |
| SCHULZE: zur Histologie der Hexactinelliden | | 0.50 |
| LUDWIG: Jugendformen von Ophiuren | | 1.— |
| LÜDELING: über den täglichen Gang der erdmagnetischen Störungen an Polarstationen | | 0.50 |
| THELENUS: vorläufiger Bericht über die Eiablage und erste Entwicklung der <i>Halteria punctata</i> | | 0.50 |
| WALDEYER: Beiträge zur Anatomie der männlichen Harnröhre | | 0.50 |
| VAHLEN: Bemerkungen zum Ennius | | 0.50 |
| KEKULE von STRADONITZ: über das Bruchstück einer Portraitstatuette Alexander's des Grossen | | 0.50 |
| VON BEZOLD: über die Zunahme der Blitzgefahr während der letzten sechzig Jahre | | 0.50 |
| JOB. SCHMIDT: die elischen Verba auf - <i>ετο</i> und der urgriechische Declinationsablauf der Nomina auf - <i>ετο</i> | | 0.50 |
| HARNACK: über den ursprünglichen Text Act. Apost. 11, 27, 28 | | 0.50 |
| FROBENIUS: über die Composition der Charaktere einer Gruppe | | 0.50 |
| KLEIN: optische Studien I. | | 1.— |
| VAN'T HOFF und MEYERHOFFER: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIII. | | 0.50 |
| LOHMANN: Auftrieb von Messina | | 1.— |
| PASCHEN: die Vertheilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei niederen Temperaturen | | 0.50 |
| WILSING: über die Deutung des typischen Spectrums der neuen Sterne | | 0.50 |
| PLANCK: über irreversible Strahlungsvorgänge. Fünfte Mittheilung (Schluss) | | 2.— |
| FROBENIUS: über die Darstellung der endlichen Gruppen durch lineare Substitutionen. II. | | 1.— |
| SACHAU: Studie zur Syrischen Kirchenlitteratur der Damascene | | 1.— |
| HIRSCHFELD: Anlage und Abfassungszeit der Epitome des Florus | | 0.50 |
| VAN'T HOFF und DAWSON: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIV. | | 0.50 |
| HEYMONS: über bläschenförmige Organe bei den Gespenstschrecken | | 0.50 |

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1899.

| | | |
|--|----|------|
| SCHRADLER: die Opferstätte des pergamenischen Altars | M. | 0.50 |
| FISCHER und FACH: über die Isomerie der Methylharnsäuren | | 1.— |
| KOHLRAUSCH und M. E. MALBY: Leitvermögen von Lösungen | | 0.50 |
| KOENIGSBERGER: Irreducibilität von Functionalgleichungen und Differentialgleichungen | | 0.50 |
| J. HARMANN: relative Helligkeit der Planeten Mars und Jupiter | | 0.50 |
| L. HOLBOEN und A. DAY: über die Thermoelektricität einiger Metalle | | 0.50 |
| J. GELFREN: eine glotische Vision | | 0.50 |
| KOHLRAUSCH: Temperatur eines elektrisch geheizten Körpers | | 0.50 |
| W. JAEGEL und H. DIESELHORST: Wärmeleitung u. s. w. von Metallen | | 0.50 |
| H. SCHÄFER: Bruchstück eines koptischen Romans über die Eroberung Aegyptens durch Kambyses | | 1.— |
| W. BELCK und C. E. LEHMANN: zweiter Vorbericht über eine Forschungsreise in Armenien | | 0.50 |
| DÜNNLIER: über eine Synodalede Papst Hadrian's II. | | 0.50 |
| WÄRTELER: über positive und negative Spitzenentladung in reinen Gasen | | 0.50 |

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. XII, XIII und XLIII.

| | Seite- |
|---|--------|
| KOENIGSEBERGER: Über die Irreductibilität algebraischer Differentialgleichungen | 783 |
| VAN'T HOLL und D. CHARAVIÉDO: Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salz- ablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzagers, XV. | 810 |
| E. KÜSTER: Über Gewebespannung und passives Wachstum bei Meeresalgen (berzr. Taf. VI) | 819 |

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

| | |
|--|---------|
| Abhandlungen aus dem Jahre 1898. | # 22,50 |
| Daraus: Physikalische Abhandlungen | # 14,50 |
| • Philosophisch-historische Abhandlungen | 3,50 |

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1897, 1898, 1899.

| | |
|--|--------|
| WEINHOLD: Die mystische Neunzahl bei den Deutschen | # 2,50 |
| ERMAN: Bruchstücke koptischer Volkslitteratur | 3,50 |
| KÖHLER: Gedächtnissrede auf ERNST CURTIUS | 0,50 |
| HARNACK: Berichte des Secretars der Brandenburgischen Societät der Wissenschaften J. Th. JA- BLONSKI an den Präsidenten G. W. LEIBNIZ (1700—1715) | 6 — |
| WEINHOLD: Die Verehrung der Quellen in Deutschland | 3, — |
| VIRCHOW: Über die ethnologische Stellung der prähistorischen und protohistorischen Ägypter nebst Bemerkungen über Entfärbung und Verfarbung der Haare | 3, — |
| DÜMMLER: Gedächtnissrede auf WILHELM WATTESEACH | 1, — |
| ENGELMANN: Gedächtnissrede auf EMIL DU BOIS-REYMOND | 1, — |
| DAMES: Gedächtnissrede auf ERNST BEYRICH | 1, — |
| KOPSCHE: Das Rückenmark von <i>Elephas indicus</i> | # 1,50 |
| FRÄNKEL: Epigraphisches aus Aegina | 2, — |
| KAYSER: Die Bogenspectren der Elemente der Platingruppe | 2,50 |
| BRENNER: Mars-Beobachtungen 1896/97 in Lussin piccola | 2, — |
| RICHARZ und KRIGAR-MENZEL: Bestimmung der Gravitationsconstante und der mittleren Dichtigkeit der Erde durch Wägungen | 11, — |
| SCHUMANN: Die Verbreitung der <i>Cactaceae</i> im Verhältnis zu ihrer systematischen Gliederung | 5, 00 |
| SCHAUDINN: Untersuchungen über die Conjugationsweisen von <i>Trichophyton</i> | 7, — |

SITZUNGSBERICHTE DER AKADEMIE.

| | |
|---|--------|
| Preis der einzelnen Jahrgänge, 1882—1898 | # 12 — |
| Daraus besonders zusammengestellt: | |
| Mathematisch- und Naturwissenschaftliche Mittheilungen, 1882—1897. Preis des Jahrganges | # 8 — |

**Die Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen haben
mit dem 1. Januar 1898 zu erscheinen aufgehört.**

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

| | |
|--|---------|
| PASCHEN und WANNER: photometrische Messung der Emissionsfunction | M. 0.50 |
| VIRCHOW: die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung | 0.50 |
| SALOMON: neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard | 0.50 |
| LEISS: Index- und Strahlenflächen | 0.50 |
| SCHWENDENER: über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei <i>Linaria spuria</i> | 0.50 |
| SCHWENDENER: über den Öffnungsmechanismus der Antheren | 0.50 |
| ROSENBUSCH: über Euktolith, ein neues Glied der therallithischen Efflusivmagmen | 0.50 |
| BELCK und LEHMANN: Bericht über eine Forschungsreise durch Armenien | 0.50 |
| LIFSCHITZ: Bemerkungen über die Differentiale von symbolischen Ausdrücken | 0.50 |
| HAMBURGER: über die singulären Lösungen der algebraischen Differentialgleichungen höherer Ordnung | 0.50 |
| HARNACK: das Aposteldecret (Act. 15, 29) und die Blass'sche Hypothese | 1.— |
| FUCHS: Bemerkungen zur Theorie der associirten Differentialgleichungen | 0.50 |
| SCHULZE: zur Histologie der Hexactinelliden | 0.50 |
| LUDWIG: Jugendformen von Ophiuren | 1.— |
| LÜDELING: über den täglichen Gang der erdmagnetischen Störungen an Polarstationen | 0.50 |
| TRILENIUS: vorläufiger Bericht über die Eiablage und erste Entwicklung der <i>Halteria punctata</i> | 0.50 |
| WALDEYER: Beiträge zur Anatomie der männlichen Harnröhre. | 0.50 |
| VAHLEN: Bemerkungen zum Emmis | 0.50 |
| KEKULE von STRADONITZ: über das Bruchstück einer Portraitstatuette Alexander's des Grossen | 0.50 |
| VON BEZOLD: über die Zunahme der Blitzgefahr während der letzten sechzig Jahre | 0.50 |
| JOH. SCHMIDT: die elischen Verba auf <i>-tes</i> und der urgriechische Declinationsablauf der Nomina auf <i>-eus</i> ; | 0.50 |
| HARNACK: über den ursprünglichen Text Act. Apost. 11, 27, 28 | 0.50 |
| FROBENIUS: über die Composition der Charaktere einer Gruppe | 0.50 |
| KLEIN: optische Studien I. | 1.— |
| VAN'T HOFF und MEYERHOFFER: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIII. | 0.50 |
| LOHMANN: Auftrieb von Messina | 1.— |
| PASCHEN: die Vertheilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei niederen Temperaturen | 0.50 |
| WILSON: über die Deutung des typischen Spectrums der neuen Sterne | 0.50 |
| PLANCK: über irreversible Strahlungsvorgänge. Fünfte Mittheilung (Schluss) | 2.— |
| FROBENIUS: über die Darstellung der endlichen Gruppen durch lineare Substitutionen. II. | 1.— |
| SACHAU: Studie zur Syrischen Kirchenlitteratur der Damascene | 1.— |
| HIRSCHFELD: Anlage und Abfassungszeit der Epitome des Florus | 0.50 |
| VAN'T HOFF und DAWSON: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIV. | 0.50 |
| HEYMONS: über bläschenförmige Organe bei den Gespenstschrecken | 0.50 |

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1899.

| | |
|--|---------|
| SCHRADER: die Opferstätte des pergamenischen Altars | M. 0.50 |
| FISCHER und F. ACH: über die Isomerie der Methylharnsäuren | 1.— |
| KOHLRAUSCH und M. E. MALTBY: Leitvermögen von Lösungen | 0.50 |
| KOENIGSBERGER: Irreductibilität von Functiongleichungen und Differentialgleichungen | 0.50 |
| J. HARTMANN: relative Helligkeit der Planeten Mars und Jupiter | 0.50 |
| L. HOLBOEN und A. DAY: über die Thermo-Elektricität einiger Metalle | 0.50 |
| J. GEEFKEN: eine gnostische Vision | 0.50 |
| KOHLRAUSCH: Temperatur eines elektrisch geheizten Körpers | 0.50 |
| W. JAEGER und H. DIESSELHORST: Wärmeleitung u. s. w. von Metallen | 0.50 |
| H. SCHÄFER: Bruchstück eines koptischen Romans über die Eroberung Aegyptens durch Kambyzes | 1.— |
| W. BELCK und C. F. LEHMANN: zweiter Vorbericht über eine Forschungsreise in Armenien | 0.50 |
| DÜMLER: über eine Synodalrede Papst Hadrian's II. | 0.50 |
| WÄLBERG: über positive und negative Spitzenentladung in reinen Gasen | 0.50 |
| KOENIGSBERGER: über die Irreductibilität algebraischer Differentialgleichungen | 1.— |
| VAN'T HOFF und D. CHARAVELLOS: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XV. | 0.50 |
| F. KÜSTER: über Gewebespannungen und passives Wachstum bei Meerosalgen | 1.— |

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«

zu St. XLIV, XLV und XLVI.

Seite

R. REITZENSTEIN: Zwei neue Fragmente der Epoden des Archilochos (hierzu Taf. VII) 857

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

Abhandlungen aus dem Jahre 1898. # 22.50
 Daraus: Physikalische Abhandlungen # 11.50
 „ Philosophisch-historische Abhandlungen „ 3.50

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1897, 1898, 1899.

WEINHOLD: Die mystische Neunzahl bei den Deutschen # 2.50
 ERMAN: Bruchstücke koptischer Volkslitteratur „ 3.50
 KÖHLER: Gedächtnissrede auf ERNST CURTIUS „ 0.80
 HARSACK: Berichte des Secretärs der Brandenburgischen Societät der Wissenschaften J. FR. JABLONSKI an den Präsidenten G. W. LEHRIG (1700—1715) „ 6.—
 WEINHOLD: Die Verehrung der Quellen in Deutschland „ 3.—
 VUCHOW: Über die ethnologische Stellung der prähistorischen und protohistorischen Aegypter nebst Bemerkungen über Entfärbung und Verfärbung der Haare „ 3.—
 DÜMMLER: Gedächtnissrede auf WILHELM WALTENBACH „ 1.—
 ENGELMANN: Gedächtnissrede auf EMIL DE BOIS-REYMOND „ 1.—
 DAMES: Gedächtnissrede auf ERNST BEYRICH „ 1.—
 KOPSCH: Das Rückenmark von *Esopus schicus* # 1.50
 FRÜNKEL: Epigraphisches aus Aegha „ 2.—
 KAYSER: Die Bogenspectren der Elemente der Platingruppe „ 2.50
 BRENNER: Mars-Beobachtungen 1896-97 in Lussin piccolo „ 4.—
 RICHARZ und KRIGAR-MENZEL: Bestimmung der Gravitationsconstante und der mittleren Dichtigkeit der Erde durch Wägungen „ 11.—
 SCHUMANN: Die Verbreitung der *Cubacae* im Verhältniss zu ihrer systematischen Gliederung „ 5.00
 SCHAUDINN: Untersuchungen über den Gelerkenzwechsel von *Trichophrys* „ 7.—

SITZUNGSBERICHTE DER AKADEMIE.

Preis der einzelnen Jahrgänge, 1882—1898 # 12.—
 Daraus besonders zusammengestellt:
 Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen, 1882—1897. Preis des Jahrganges # 8.—

Die Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen haben mit dem 1. Januar 1898 zu erscheinen aufgehört.

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

| | | |
|--|----|------|
| PASCHEN und WANNER: photometrische Messung der Emissionsfunction | M. | 0.50 |
| VIRCHOW: die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung | | 0.50 |
| SALOMON: neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard | | 0.50 |
| LEISS: Index- und Strahlenflächen | | 0.50 |
| SCHWENDENER: über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei <i>Linaria spuria</i> | | 0.50 |
| SCHWENDENER: über den Öffnungsmechanismus der Antheren | | 0.50 |
| ROSENBUSCH: über Euktolith, ein neues Glied der therallithischen Effusivmagmen | | 0.50 |
| BEUC und LEHMANN: Bericht über eine Forschungsreise durch Armenien | | 0.50 |
| LIPSCHITZ: Bemerkungen über die Differentiale von symbolischen Ausdrücken | | 0.50 |
| HAMBURGER: über die singulären Lösungen n der algebraischen Differentialgleichungen höherer Ordnung | | 0.50 |
| HARNACK: das Aposteldecret (Act. 15, 29) und die Blass'sche Hypothese | | 1.— |
| FURZ: Bemerkungen zur Theorie der associirten Differentialgleichungen | | 0.50 |
| SCHULZ: zur Histologie der Hexactinelliden | | 0.50 |
| LUDWIG: Jugendformen von Ophiuren | | 1.— |
| LÄDFELING: über den täglichen Gang der erdmagnetischen Störungen an Polarstationen | | 0.50 |
| THILENIUS: vorläufiger Bericht über die Eiablage und erste Entwicklung der <i>Halteria punctata</i> | | 0.50 |
| WALDEYER: Beiträge zur Anatomie der männlichen Harnröhre. | | 0.50 |
| VAHLEN: Bemerkungen zum Ennius | | 0.50 |
| KERLE von STRADONITZ: über das Bruchstück einer Portraitsstatuette Alexander's des Grossen | | 0.50 |
| VON BEZOLD: über die Zunahme der Blutgefäße während der letzten sechzig Jahre | | 0.50 |
| JOH. SCHMIDT: die eiselcel. Verba auf <i>ec</i> und der uralische Declinationsablaute der Nomina auf <i>-evc</i> | | 0.50 |
| HARNACK: über den ursprünglichen Text Act. Apost. 11, 27, 28 | | 0.50 |
| FROBENIUS: über die Composition der Charaktere einer Gruppe | | 0.50 |
| KLEIN: optische Studien I. | | 1.— |
| VAN 'T HOFF und MEYERHOFFER: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIII. | | 0.50 |
| LOHMANN: Auftrieb von Messina | | 1.— |
| PASCHEN: die Vertheilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei niederen Temperaturen | | 0.50 |
| WILSON: über die Deutung des typischen Spectrums der neuen Sterne | | 0.50 |
| PLANK: über irreversible Strahlungsvorgänge. Fünfte Mittheilung (Schluss) | | 2.— |
| FROBENIUS: über die Darstellung der endlichen Gruppen durch lineare Substitutionen. II. | | 1.— |
| SACHAU: Studie zur Syriacal Kirchensliteratur der Damascene | | 1.— |
| HIRSCHFELD: Anlage und Abflussszeit der Epitome des Florus | | 0.50 |
| VAN 'T HOFF und DAWSON: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIV. | | 0.50 |
| HEYMANN: über bläschenförmige Organe bei den Gespenstschrecken | | 0.50 |

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1899.

| | | |
|--|----|------|
| SCHWABE: die Opferstätte des pergamenischen Altars | M. | 0.50 |
| FISCHER und F. ACH: über die Isomerie der Methylarbinsäuren | | 1.— |
| KOHLRAUSCH und M. E. MAYER: Leitvermögen von Lösungen | | 0.50 |
| KOENIGSBERGER: Irreductibilität von Functionalgleichungen und Differentialgleichungen | | 0.50 |
| J. HALLMANN: relative Helligkeit der Planeten Mars und Jupiter | | 0.50 |
| L. HÖRNIGS und A. DAVY: über die Thermoelektricität einiger Metalle | | 0.50 |
| J. GILBERT: eine gaostische Vision | | 0.50 |
| KOHLRAUSCH: Temperatur des elektrisch geladenen Körpers | | 0.50 |
| W. JAYGER und H. DIETSELHORST: Wärmelitung u. s. w. von Metallen | | 0.50 |
| H. S. HÄLLER: Bruchstück eines koptischen Romans über die Eroberung Aegyptens durch Kambyzes | | 1.— |
| W. BEUC und C. F. LEHMANN: zweiter Vorbericht über eine Forschungsreise in Armenien | | 0.50 |
| DESMAL: über eine Synchalede Papst Hadrian's II. | | 0.50 |
| W. SPILCOFF: über positive und negative Spitzenentladung in reinen Gasen | | 0.50 |
| KOENIGSBERGER: über die Irreductibilität algebraischer Differentialgleichungen | | 1.— |
| VAN 'T HOFF und D. CHIRACALLO: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XV. | | 0.50 |
| E. KÖHLER: über Gewebespannungen und passives Wachstum bei Meeresalgen | | 1.— |
| R. BRUNNENSTEIN: zwei neue Fragmente der Epenen des Archilochos | | 0.50 |

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. XLVII, XLVIII und XLIX.

| | |
|---|--------------|
| VIRCHOW: Ein Flachbeil aus Jadeit von der Becker Haide am Niederrhein | Seite 870 |
| HARNACK: Vorläufige Bemerkungen zu dem jüngst syrisch und lateinisch publicirten Testamentum domini nostri Jesu Christi | 878 |

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

| | |
|--|---------|
| Abhandlungen aus dem Jahre 1898. | M 22.50 |
| Daraus: Physikalische Abhandlungen | M 14.50 |
| • Philosophisch-historische Abhandlungen | 3.50 |

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1897, 1898, 1899.

| | |
|--|--------|
| WEINHOLD: Die mystische Neunzahl bei den Deutschen | M 2.50 |
| ERMAN: Bruchstücke koptischer Volkslitteratur | 3.50 |
| KÖHLER: Gedächtnissrede auf ERNST CURTIUS | 0.80 |
| HARNACK: Berichte des Secretars der Brandenburgischen Societät der Wissenschaften, J. Th. JABLONSKI an den Präsidenten G. W. LEIBNIZ (1700—1715) | 6 — |
| WEINHOLD: Die Verehrung der Quellen in Deutschland | 3 — |
| VIRCHOW: Über die ethnologische Stellung der prälitorischen und protohistorischen Ägypter nebst Bemerkungen über Entfärbung und Verfärbung der Haare | 3. — |
| DÜMMLER: Gedächtnissrede auf WILHELM WATTENBACH | 1 — |
| ENGELMANN: Gedächtnissrede auf EMIL DU BOIS-REYMOND | 1. — |
| DAMES: Gedächtnissrede auf ERNST BEYRICH | 1. — |
| | |
| KOPSCHE: Das Rückenmark von <i>Elphas inebens</i> | M 1.50 |
| FRÄNKEL: Epigraphisches aus Aegina | 2. — |
| KAYSER: Die Bogenspectren der Elemente der Platingruppe | 2.50 |
| BRENNER: Mars-Beobachtungen 1896-97 in Lussin piccolo | 1. — |
| RICHARZ und KRIGAR-MENZEL: Bestimmung der Gravitationsconstante und der mittleren Dichtigkeit der Erde durch Wägungen | 11. — |
| SCHUMANN: Die Vertheilung der <i>Unbavaria</i> im Verhältniss zu ihrer systematischen Gliederung | 5.50 |
| SCHAUDINN: Untersuchungen über den Generationswechsel von <i>Tetrahymena maculosa</i> Sars | 7. — |

SITZUNGSBERICHTE DER AKADEMIE.

| | |
|---|---------|
| Preis der einzelnen Jahrgänge, 1882—1898 | M 12. — |
| Daraus besonders zusammengestellt: | |
| Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen, 1882—1897. Preis des Jahrganges | M 8. — |

Die Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen haben mit dem 1. Januar 1898 zu erscheinen aufgehört.

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

| | |
|--|---------|
| PASCHEN und WANNER: photometrische Messung der Emissionsfunction | M. 0,50 |
| VIEHOW: die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung | 0,50 |
| SALOMON: neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard | 0,50 |
| LEISS: Index- und Strahlendflächen | 0,50 |
| SCHWENDENER: über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei <i>Linaria spuria</i> | 0,50 |
| SCHWENDENER: über den Öffnungsmechanismus der Antheren | 0,50 |
| ROSENFUSCH: über Eukolith, ein neues Glied der theralithischen Ellusivmagmen | 0,50 |
| BECK und LEHMANN: Bericht über eine Forschungsreise durch Armenien | 0,50 |
| LEPSCHITZ: Bemerkungen über die Differentiale von symbolischen Ausdrücken | 0,50 |
| HAMBURGER: über die singulären Lösungen der algebraischen Differentialgleichungen höherer Ordnung | 0,50 |
| HARNACK: das Aposteldecret (Act. 15, 29) und die Blass'sche Hypothese | 1,— |
| FUCHS: Bemerkungen zur Theorie der associirten Differentialgleichungen | 0,50 |
| SCHULZE: zur Histologie der Hexactinelliden | 0,50 |
| LUDWIG: Jugendformen von Ophiuren | 1,— |
| LADLINGS: über den täglichen Gang der erdmagnetischen Störungen an Polarstationen | 0,50 |
| TRIFENIUS: vorläufiger Bericht über die Embryologie und erste Entwicklung der <i>Halteria punctata</i> | 0,50 |
| WALDEYER: Beiträge zur Anatomie der männlichen Harnröhre | 0,50 |
| VAHLER: Bemerkungen zum Emms | 0,50 |
| KEKULE VON STRADONITZ: über das Buchstück einer Portraitstatuette Alexander's des Grossen | 0,50 |
| VON BEZOLD: über die Zunahme der Blitzgefälle während der letzten sechzig Jahre | 0,50 |
| JOH. SCHMIDT: die elischen Verba auf - <i>ere</i> und der ungricische Declinationsablauf der Nomina auf - <i>ere</i> | 0,50 |
| HARNACK: über den ursprünglichen Text Act. Apost. 11, 27, 28 | 0,50 |
| FROBENIUS: über die Composition der Charaktere einer Gruppe | 0,50 |
| KLEIN: optische Studien I. | 1,— |
| VAN' T HOFF und MEYERHOFFER: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIII. | 0,50 |
| LOHMANN: Aufruf von Messina | 1,— |
| PASCHEN: die Vertheilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei niederen Temperaturen | 0,50 |
| WELSHING: über die Deutung des typischen Spectrums der neuen Sterne | 0,50 |
| PLANCK: über irreversible Strahlungsorgane. Fünfte Mittheilung (Schluss) | 2,— |
| FROBENIUS: über die Darstellung der endlichen Gruppen durch lineare Substitutionen. II. | 1,— |
| SACHAU: Studie zur Syrischen Kirchenditteratur der Damascene | 1,— |
| HIRSCHLIED: Anlage und Abfassungszeit der Epitome des Florus | 0,50 |
| VAN' T HOFF und DAWSON: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIV. | 0,50 |
| HEYMONT: über bläschenförmige Organe bei den Gespenstheuschrecken | 0,50 |

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1899.

| | |
|---|---------|
| SCHLADER: die Opferstätte des pergarnischen Altars | M. 0,50 |
| FISCHER und F. ACH: über die Isomerie der Metallharzsauren | 1,— |
| KOHRAUSCH und M. E. MATHEY: Leitvermögen von Lösungen | 0,50 |
| KOENIGSBERGER: Irreducibilität von Functionalgleichungen und Differentialgleichungen | 0,50 |
| J. HARMANN: relative Helligkeit der Planeten Mars und Jupiter | 0,50 |
| L. HOLLERN und A. DAY: über die Theilmolekularität einiger Metalle | 0,50 |
| J. GELLENKEN: eine gnostische Vision | 0,50 |
| KOHLFASCH: Temperatur eines elektrisch geheizten Körpers | 0,50 |
| W. JÄGER und H. DESSENGROST: Wärmeleitung u. s. w. von Metallen | 0,50 |
| H. SCHÄFER: Bruchstück eines koptischen Romans über die Eroberung Aegyptens durch Kambyse | 1,— |
| W. BECK und C. F. LEHMANN: zweiter Vorbericht über eine Forschungsreise in Armenien | 0,50 |
| DEMMLER: über eine Synodalfrede Papst Hadriani's II. | 0,50 |
| WARBLUG: über positive und negative Spitzenladung in reinen Gasen | 0,50 |
| KOENIGSBERGER: über die Irreducibilität algebraischer Differentialgleichungen | 1,— |
| VAN' T HOFF und D. CHIARAMIGLIO: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XV. | 0,50 |
| E. KUSCHER: über Gewebespannungen und passives Wachstum bei Meeresalgen | 1,— |
| R. REIZENSTEIN: zwei neue Fragmente der Epoden des Archilochos | 0,50 |
| VIEHOW: ein I. abteil aus Jadeit von der Becker Hütte am Niederrhein | 0,50 |
| HOLMGR: Testamentum Jesu Christi | 0,50 |

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«

zu St. L.

Seite
895

SCHWENDENER: Die SCHUMANN'schen Einwände gegen meine Theorie der Blattstellungen

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

| | |
|--|----------|
| Abhandlungen aus dem Jahre 1898 | M. 22.50 |
| Daraus: Physikalische Abhandlungen | M. 14.50 |
| • Philosophisch-Historische Abhandlungen | • 3.50 |

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1897, 1898, 1899.

| | |
|---|---------|
| WEINHOLD: Die mystische Neunzahl bei den Deutschen | M. 2.50 |
| ERMAN: Bruchstücke koptischer Volksliteratur | • 3.50 |
| KÖHLER: Gedächtnissrede auf ERNST CURTIUS | • 0.80 |
| HARNACK: Berichte des Secretärs der Brandenburgischen Societät der Wissenschaften J. TH. JABLONSKI an den Präsidenten G. W. LEIBNIZ (1700—1715) | • 6.— |
| WEINHOLD: Die Verehrung der Quellen in Deutschland | • 3.— |
| VIRCHOW: Über die ethnologische Stellung der prähistorischen und protohistorischen Ägypter nebst Bemerkungen über Entfärbung und Verfärbung der Haare | • 3.— |
| DÖMMLER: Gedächtnissrede auf WILHELM WAFFENBACH | • 1.— |
| ENGELMANN: Gedächtnissrede auf EMIL DE BOIS-REYMOND | • 1.— |
| DAMES: Gedächtnissrede auf ERNST BEYRICH | • 1.— |
| KOPFSCHE: Das Rückenmark von <i>Elephas indicus</i> | M. 1.50 |
| FRÄNKEL: Epigraphisches aus Aegina | • 2.— |
| KAYSER: Die Bogenspectren der Elemente der Platingruppe | • 2.50 |
| BRENNER: Mafss-Beobachtungen 1896-97 in Lussin piccolo | • 0.— |
| RICHARZ und KRIGAR-MENZEL: Bestimmung der Gravitationsconstante und der mittleren Dichtigkeit der Erde durch Wagungen | • 11.— |
| SCHUMANN: Die Vererbung der <i>Octocorae</i> im Verhältniss zu ihrer systematischen Gliederung | • 5.50 |
| SCHAUDINN: Untersuchungen über den Generationswechsel von <i>Trichosphaerium abditum</i> SCHR. | • 7.— |

SITZUNGSBERICHTE DER AKADEMIE.

| | |
|---|---------|
| Preis der einzelnen Jahrgänge, 1882—1898 | M. 12.— |
| Daraus besonders zusammengestellt: | |
| Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen, 1882—1897. Preis des Jahrganges | M. 8.— |

Die Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen haben mit dem 1. Januar 1898 zu erscheinen aufgehört.

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

| | |
|---|---------|
| PASCHEN und WANNER: photometrische Messung der Emissionfunktion | M. 0,50 |
| VIRCHOW: die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung | 0,50 |
| SALOMON: neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard | 0,50 |
| LEISS: Index- und Strahlenflächen | 0,50 |
| SCHWENDENER: über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei <i>Linaria spuria</i> | 0,50 |
| SCHWENDENER: über den Ölfungsmechanismus der Antheren | 0,50 |
| ROSENBUSCH: über Euktolith, ein neues Glied der theraitischen Ellusivmagmen | 0,50 |
| BELCK und LEHMANN: Bericht über eine Forschungsreise durch Armenien | 0,50 |
| LUSCHITZ: Bemerkungen über die Differentiale von symbolischen Ausdrücken | 0,50 |
| HAMBURGER: über die singulären Lösungen der algebraischen Differentialgleichungen höherer Ordnung | 0,50 |
| HARSACK: das Aposteldecret (Act. 15, 29) und die Blass'sche Hypothese | 1,— |
| FLOHS: Bemerkungen zur Theorie der associirten Differentialgleichungen | 0,50 |
| SCHULZE: zur Histologie der Hexactinelliden | 0,50 |
| LUDWIG: Jugendformen von Ophiuren | 1,— |
| LÜDLING: über den täglichen Gang der erdmagnetischen Störungen an Polarstationen | 0,50 |
| TILLENUS: vorläufiger Bericht über die Eiablage und erste Entwicklung der <i>Halteria punctata</i> | 0,50 |
| WALDEYER: Beiträge zur Anatomie der männlichen Harnröhre | 0,50 |
| VAHLEN: Bemerkungen zum Emissus | 0,50 |
| KERULE von STRADONIZ: über das Bruchstück einer Portraitstatuette Alexander's des Grossen | 0,50 |
| von BEZOLD: über die Zunahme der Blitzgefahr während der letzten sechzig Jahre | 0,50 |
| JOH. SCHMIDT: die elischen Verba auf - <i>eo</i> und der urgriechische Declinationsablauf der Nomina auf - <i>εος</i> | 0,50 |
| HARSACK: über den ursprünglichen Text Act. Apost. 11, 27, 28 | 0,50 |
| FROBENIUS: über die Composition der Charaktere einer Gruppe | 0,50 |
| KLEIN: optische Studien I. | 1,— |
| VAN' T HOFF und MEYERHOFFER: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIII. | 0,50 |
| LOHMANN: Auftrieb von Messina | 1,— |
| PASCHEN: die Vertheilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei niederen Temperaturen | 0,50 |
| WUSING: über die Deutung des typischen Spectrums der neuen Sterne | 0,50 |
| PLANCK: über irreversible Strahlungsvorgänge. Fünfte Mittheilung (Schluss) | 2,— |
| FROBENIUS: über die Darstellung der endlichen Gruppen durch lineare Substitutionen. II. | 1,— |
| SACHAU: Studie zur Syrischen Kirchenliteratur der Damascene | 1,— |
| HILSCHELD: Anlage und Abfassungszeit der Epitome des Florus | 0,50 |
| VAN' T HOFF und DAWSON: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIV. | 0,50 |
| HEYMANN: über bläschenförmige Organe bei den Gespenstschrecken | 0,50 |

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1899.

| | |
|--|---------|
| SCHRADER: die Opferstätte des pergamenischen Altars | M. 0,50 |
| FISCHER und F. ACH: über die Isomerie der Methylharnsäuren | 1,— |
| KOHLRAUSCH und M. E. MATTEY: Aufnahmevermögen von Lösungen | 0,50 |
| KOENIGSBERGER: Irreducibilität von Funct. und Differentialgleichungen | 0,50 |
| J. HARMANN: relative Helligkeit der Planeten Mars und Jupiter | 0,50 |
| L. HOLDEN und A. DAY: über die Thermoelektricität einiger Metalle | 0,50 |
| J. GEFFKEN: eine geistliche Vision | 0,50 |
| KOHLRAUSCH: Temperatur eines elektrisch geladenen Körpers | 0,50 |
| W. JAEGER und H. DIESSELHORST: Wärmeleitung u. s. w. von Metallen | 0,50 |
| H. SCHÄFER: Bruchstück eines koptischen Romans über die Eroberung Aegyptens durch Kambyzes | 1,— |
| W. BELCK und C. F. LEHMANN: zweiter Vorbericht über eine Forschungsreise in Armenien | 0,50 |
| DEIMLER: über eine Synodaltrede Papst Hadrian's II. | 0,50 |
| WALBERG: über positive und negative Spitzeentladung in reinen Gasen | 0,50 |
| KOENIGSBERGER: über die Irreducibilität algebraischer Differentialgleichungen | 1,— |
| VAN' T HOFF und D. CHARAVIOTTE: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XV. | 0,50 |
| E. KISTNER: über Gewebespannungen und passives Wachstum bei Meeresalgen | 1,— |
| R. REIZENSTEIN: zwei neue Fragmente der Epoden des Archilochos | 0,50 |
| VIRCHOW: ein Inelchel aus Jaden von der Becker Halde am Niederrhein | 0,50 |
| HARSACK: Testamenten Jesu Christi | 0,50 |
| SCHWENDENER: die SCHUMANN'schen Einwände gegen meine Theorie der Blattstellungen | 1,— |

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. LI und LII.

Seite

| | |
|--|-----|
| C. DE BOOR: Bericht über eine Studienreise nach Italien, Spanien und England zum Zwecke handschriftlicher Studien über byzantinische Chronisten | 922 |
| MUNK: Über die Ausdehnung der Sinnessphären in der Grosshirnrinde | 936 |
| VAN'T HOFF und N. KASSAKIN: Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers. XVI. | 951 |
| A. WILSON: Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers. XVII. | 954 |

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

| | |
|--|---------|
| Abhandlungen aus dem Jahre 1898 | # 22.50 |
| Daraus: Physikalische Abhandlungen | # 14.50 |
| • Philosophisch-historische Abhandlungen | 3.50 |

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1897, 1898, 1899.

| | |
|---|--------|
| WEINHOLD: Die mystische Neunzahl bei den Deutschen | # 2.50 |
| ERMAN: Bruchstücke koptischer Volkslitteratur | 3.50 |
| KÖHLER: Gedächtnissrede auf ERNST CURTIUS | 0.80 |
| HARNACK: Berichte des Secretars der Brandenburgischen Societät der Wissenschaften J. Th. JABLONSKI an den Präsidenten G. W. LEIBNIZ (1700—1715) | 6.— |
| WEINHOLD: Die Verehrung der Quellen in Deutschland | 3.— |
| VIRCHOW: Über die ethnologische Stellung der prähistorischen und protohistorischen Ägypter nebst Bemerkungen über Entfärbung und Verfärbung der Haare | 3.— |
| DÜMLER: Gedächtnissrede auf WILHELM WATTEBACH | 1.— |
| ENGELMANN: Gedächtnissrede auf EMIL DU BOIS-REYMOND | 1.— |
| DAMES: Gedächtnissrede auf ERNST BEYERICH | 1.— |
| KOPSCHE: Das Rückenmark von <i>Elephas indicus</i> | # 1.50 |
| FRÄNKEL: Epigraphisches aus Aegina | 2.— |
| KAYSER: Die Bogenspectren der Elemente der Platingruppe | 2.50 |
| BRESNER: Mars-Beobachtungen 1896-97 in Lussin piccolo | 3.— |
| RICHARZ und KRIGAR-MENZEL: Bestimmung der Gravitationsconstante und der mittleren Dichtigkeit der Erde durch Wägungen | 11.— |
| SCHUMANN: Die Verbreitung der <i>Cinetocae</i> im Verhältniss zu ihrer systematischen Gliederung | 5.50 |
| SCHAUDINN: Untersuchungen über den Generationswechsel von <i>Trichocepharum sordidum</i> Seiw. | 7.— |

SITZUNGSBERICHTE DER AKADEMIE.

| | |
|---|--------|
| Preis der einzelnen Jahrgänge, 1882—1898 | # 12.— |
| Daraus besonders zusammengestellt | |
| Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen, 1882—1897. Preis des Jahrganges | # 8.— |

Die Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen haben mit dem 1. Januar 1898 zu erscheinen aufgehört.

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

| | | |
|--|----|------|
| PASCHEN und WANNER: photometrische Messung der Emissionsfunction | M. | 0.50 |
| VIRCHOW: die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung | | 0.50 |
| SALOMON: neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard | | 0.50 |
| LEINS: Index- und Strahlenflächen | | 0.50 |
| SCHWENDENER: über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei <i>Linaria spuria</i> | | 0.50 |
| SCHWENDENER: über den Öhlungsmechanismus der Antheren | | 0.50 |
| ROSENBRUCH: über Euktolith, ein neues Ghed der theralitischen Effusivmagmen | | 0.50 |
| BELK und LERHMANN: Bericht über eine Forschungsreise durch Armenien | | 0.50 |
| LIFSCHITZ: Bemerkungen über die Differentiale von symbolischen Ausdrücken | | 0.50 |
| HAMBURGER: über die singulären Lösungen der algebraischen Differentialgleichungen höherer Ordnung | | 0.50 |
| HARNACK: das Aposteldecret (Act. 15, 29) und die Blass'sche Hypothese | | 1.— |
| FUCHS: Bemerkungen zur Theorie der associirten Differentialgleichungen | | 0.50 |
| SCHULZE: zur Histologie der Hexactinelliden | | 0.50 |
| LUDWIG: Jugendformen von Ophiuren | | 1.— |
| LÜDING: über den täglichen Gang der erdmagnetischen Störungen an Polarstationen | | 0.50 |
| THELIER: vorläufiger Bericht über die Eablage und erste Entwicklung der <i>Halteria punctata</i> | | 0.50 |
| WALDEYER: Beiträge zur Anatomie der männlichen Harnröhre | | 0.50 |
| VAHLEN: Bemerkungen zum Emnis | | 0.50 |
| KEULE von STRADONITZ: über das Bruchstück einer Portraitstatuette Alexander's des Grossen | | 0.50 |
| VON BELZOLD: über die Zunahme der Blitzgefahr während der letzten sechzig Jahre | | 0.50 |
| JOH. SCHMIDT: die elischen Verba auf -ετα und der ungrleische Declinationsablauf der Nomina auf -εος | | 0.50 |
| HARNACK: über den ursprünglichen Text Act. Apost. 11, 27, 28 | | 0.50 |
| FROBENIUS: über die Composition der Charaktere einer Gruppe | | 0.50 |
| KLEIN: optische Studien I. | | 1.— |
| VAN' T HOFF und MEYERHOFFER: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIII. | | 0.50 |
| LOHMANN: Auftrieb von Messina | | 1.— |
| PASCHEN: die Vertheilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei niederen Temperaturen | | 0.50 |
| WILSING: über die Deutung des typischen Spectrums der neuen Sterne | | 0.50 |
| PLASCK: über irreversible Strahlungsvorgänge. Fünfte Mittheilung (Schluss) | | 2.— |
| FROBENIUS: über die Darstellung der endlichen Gruppen durch lineare Substitutionen. II. | | 1.— |
| SACHAU: Studie zur Syrischen Kirchenlitteratur der Damascene | | 1.— |
| HIRSCHFELD: Anlage und Abfassungszeit der Epitome des Florus | | 0.50 |
| VAN' T HOFF und DAWSON: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIV. | | 0.50 |
| HEYMONS: über bläschenförmige Organe bei den Gespenstschnecken | | 0.50 |

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1899.

| | | |
|--|----|------|
| SCHADLER: die Opferstätte des pergamenischen Altars | M. | 0.50 |
| FISCHER und F. ACH: über die Isomerie der Methylharnsäuren | | 1.— |
| KOHLRAUSCH und M. E. MALTEY: Leitvermögen von Lösungen | | 0.50 |
| KOHLRSBERGER: Irreductibilität von Functionalgleichungen und Differentialgleichungen | | 0.50 |
| J. HARTMANN: relative Helligkeit der Planeten Mars und Jupiter | | 0.50 |
| L. HOLBORN und A. DAY: über die Thermoelectricität einiger Metalle | | 0.50 |
| J. GIEFFEREN: eine gnostische Vision | | 0.50 |
| KOHLRAUSCH: Temperatur eines elektrisch geheizten Körpers | | 0.50 |
| W. JAEGER und H. DIENSELHORST: Wärmeleitung u. s. w. von Metallen | | 0.50 |
| H. SCHÄFER: Bruchstück eines koptischen Romans über die Eroberung Aegyptens durch Kambyzes | | 1.— |
| W. BELK und C. F. LERHMANN: zweiter Vorbericht über eine Forschungsreise in Armenien | | 0.50 |
| DUMMLER: über eine synodale rede Papst Hadrian's II. | | 0.50 |
| R. KELLERSTEN: über positive und negative Spitzenladung in reinen Gasen | | 0.50 |
| KOHLRSBERGER: über die Irreductibilität algebraischer Differentialgleichungen | | 1.— |
| VAN' T HOFF und D. CHARAVIGLIO: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XV. | | 0.50 |
| E. KÜSTER: über Gewebespannungen und passives Wachstum bei Meeresalgen | | 1.— |
| R. KELLERSTEN: zwei neue Fragmente der Epoden des Archilochos | | 0.50 |
| VIRCHOW: ein Flachbeil aus Jadeit von der Becker Hölde am Niederrhein | | 0.50 |
| HARNACK: Testamentum Jesu Christi | | 0.50 |
| SCHWENDENER: die SCHUMANN'schen Einwände gegen meine Theorie der Blattstellungen | | 1.— |
| C. DE BOER: byzantinische Studienreise | | 0.50 |
| MEYER: über die Ausdehnung der Sinnessphären in der Grosswürmde | | 0.50 |
| VAN' T HOFF und N. KASSARIN: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XVI. | | 0.50 |
| A. WILSON: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XVII. | | 0.50 |

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«

zu **St. LIII.**

| | |
|---|-------|
| | Seite |
| F. PASCHEN: Über die Vertheilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei höheren Temperaturen | 959 |
| Druckschriften-Verzeichniss | 977 |
| Namen-Register | 1011 |
| Sach-Register | 1018 |

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE.

| | |
|--|---------|
| Abhandlungen aus dem Jahre 1898 | # 22.50 |
| Daraus: Physikalische Abhandlungen | # 14.50 |
| • Philosophisch-historische Abhandlungen | 3.50 |

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1897, 1898, 1899.

| | |
|--|--------|
| WEINHOLD: Die mystische Neunzahl bei den Deutschen | # 2.50 |
| ERMAN: Bruchstücke koptischer Volkslitteratur | 3.50 |
| KÖHLER: Gedächtnissrede auf ERNST CURTIUS | 0.80 |
| HARNACK: Berichte des Secretärs der Brandenburgischen Societät der Wissenschaften, J. TH. JABLONSKI an den Präsidenten G. W. LEHNIZ (1700—1715) | 6.— |
| WEINHOLD: Die Verehrung der Quellen in Deutschland | 3 |
| VIRCHOW: Über die ethnologische Stellung der prähistorischen und protohistorischen Ägypter nebst Bemerkungen über Entfärbung und Verfübung der Haare | 3.— |
| DÜMLER: Gedächtnissrede auf WILHELM WATTENBACH | 1.— |
| ENGELMANN: Gedächtnissrede auf EML DE BOIS-REYMOND | 1.— |
| DAMES: Gedächtnissrede auf ERNST BEYRICH | 1.— |
| KOPSCH: Das Rückenmark von <i>Elephas indicus</i> | # 1.50 |
| FRÄNKEL: Epigraphisches aus Aegina | 2 — |
| KAYSER: Die Bogenspectren der Elemente der Platingruppe | 2.50 |
| BRENNER: Mars-Beobachtungen 1896-97 in Lussin piccolo | 3. |
| RICHARZ und KRIGAR-MENZEL: Bestimmung der Gravitationsconstante und der mittleren Dichtigkeit der Erde durch Wägungen | 11.— |
| SCHUMANN: Die Verwitterung der <i>Catuvae</i> im Verhältniss zu ihrer systematischen Gliederung | 5.50 |
| SCHAUDINN: Untersuchungen über den Generationswechsel von <i>Fröhesplaxen m. schabli</i> SCH. | 7. — |

SITZUNGSBERICHTE DER AKADEMIE.

| | |
|---|--------|
| Preis der einzelnen Jahrgänge, 1882—1899 | # 12.— |
| Daraus besonders zusammengestellt: | |
| Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen, 1882—1897. Preis des Jahrganges | # 8 — |

Die Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen haben mit dem 1. Januar 1898 zu erscheinen aufgehört.

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1899.

| | |
|---|---------|
| PASCHEN und WANNER: photometrische Messung der Emissionsfunction | M. 0.50 |
| VIRCHOW: die Bevölkerung der Philippinen. Zweite Mittheilung | 0.50 |
| SALOMON: neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard | 0.50 |
| LEISS: Index- und Strahlflächen | 0.50 |
| SCHWENDENER: über die Contactverhältnisse der jüngsten Blattanlagen bei <i>Linaria spuria</i> | 0.50 |
| SCHWENDENER: über den Öffnungsmechanismus der Antheren | 0.50 |
| ROSENBSCH: über Euktolith, ein neues Glied der therallithischen Effusivmagmen | 0.50 |
| BELCK und LEHMANN: Bericht über eine Forschungsreise durch Armenien | 0.50 |
| LIPSCHITZ: Bemerkungen über die Differentiale von symbolischen Ausdrücken | 0.50 |
| HAMBURGER: über die singulären Lösungen der algebraischen Differentialgleichungen höherer Ordnung | 0.50 |
| HARNACK: das Aposteldecret (Act. 15, 29) und die BLASS'sche Hypothese | 1.— |
| FUCHS: Bemerkungen zur Theorie der associirten Differentialgleichungen | 0.50 |
| SCHULZE: zur Histologie der Hexactinelliden | 0.50 |
| LUDWIG: Jugendformen von Ophiuren | 1.— |
| LÜDLING: über den täglichen Gang der erdmagnetischen Störungen an Polarstationen | 0.50 |
| THULENIUS: vorläufiger Bericht über die Eiablage und erste Entwicklung der <i>Hatteria punctata</i> | 0.50 |
| WALDEYER: Beiträge zur Anatomie der männlichen Harnröhre | 0.50 |
| VAHLEN: Bemerkungen zum Eritius | 0.50 |
| KEKULE von STRADONITZ: über das Bruchstück einer Portraitstatuette Alexander's des Grossen | 0.50 |
| VON BEZOLD: über die Zunahme der Blutzufuhr während der letzten sechzig Jahre | 0.50 |
| JOH. SCHMIDT: die elischen Verba auf - <i>eo</i> und der urgriechische Declinationsablauf der Nomina auf - <i>esc</i> | 0.50 |
| HARNACK: über den ursprünglichen Text Act. Apost. 11, 27, 28 | 0.50 |
| FROBENIUS: über die Composition der Charaktere einer Gruppe | 0.50 |
| KLEIN: optische Studien I. | 1.— |
| VAN' T HOFF und MEYERHOFFER: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIII. | 0.50 |
| LOHMANN: Auftrieb von Messina | 1.— |
| PASCHEN: die Vertheilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei niederen Temperaturen | 0.50 |
| WILSON: über die Deutung des typischen Spectrums der neuen Sterne | 0.50 |
| PLANCK: über irreversible Strahlungsorgänge. Fünfte Mittheilung (Schluss) | 2.— |
| FROBENIUS: über die Darstellung der endlichen Gruppen durch lineare Substitutionen. II. | 1.— |
| SACHAU: Studie zur Syrischen Kirehenlitteratur der Damascene | 1.— |
| HORSCHFELD: Anlage und Abflossungszeit der Epitome des Florus | 0.50 |
| VAN' T HOFF und DAWSON: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XIV. | 0.50 |
| HAYMONS: über blase-förmige Organe bei den Gespenstschrecken | 0.50 |

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1899.

| | |
|--|---------|
| SCHAEFER: die Opferstätte des pergamonischen Altars | M. 0.50 |
| FISCHER und F. ACH: über die Isolirung der Methylharnsäuren | 1.— |
| KOHLRAUSCH und M. L. MALLEY: Leitvermögen von Lösungen | 0.50 |
| KOENIGSBERGER: Irreducibilität von Functiongleichungen und Differentialgleichungen | 0.50 |
| J. HARTMANN: relative Helligkeit der Planeten Mars und Jupiter | 0.50 |
| L. HOLBORN und A. DAY: über die Thermo-elektricität einiger Metalle | 0.50 |
| J. GEFFCKEN: eine gnostische Vision | 0.50 |
| KOHLRAUSCH: Temperatur eines elektrisch geladenen Körpers | 0.50 |
| W. JALILER und H. DIESELHORST: Wärmeleitung u. s. w. von Metallen | 0.50 |
| H. SCHÄFER: Bruchstück eines koptischen Romans über die Eroberung Aegyptens durch Kambyse | 1.— |
| W. BELCK und C. F. LEHMANN: zweiter Vorbericht über eine Forschungsreise in Armenien | 0.50 |
| DIMMER: über eine Synodalrede Papst Hadrian's II. | 0.50 |
| WARBURG: über positive und negative Spitzenentladung in reinen Gasen | 0.50 |
| KOENIGSBERGER: über die Irreducibilität algebraischer Differentialgleichungen | 1.— |
| VAN' T HOFF und D. CHARAVIAGLO: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XV. | 0.50 |
| E. KÜSLER: über Gewebespannungen und passives Wachstum bei Meeresalgen | 1.— |
| R. REIZENSTEIN: zwei neue Fragmente der Epoden des Arnilochos | 0.50 |
| VIRCHOW: ein Flachheil aus Jadeit von der Becker Haide am Niederrhein | 0.50 |
| HARNACK: Testamentum Jesu Christi | 0.50 |
| SCHWENDENER: die SAUMANN'schen Einwände gegen meine Theorie der Blattstellungen | 1.— |
| C. DE BOOR: byzantinische Studienreise | 0.50 |
| MUNK: über die Ausdehnung der Sinnessphären in der Grosshirnrinde | 0.50 |
| VAN' T HOFF und N. KASSAKIAN: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XVI. | 0.50 |
| A. WILSON: Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzlager. XVII. | 0.50 |
| F. PASCHEN: die Vertheilung der Energie im Spectrum des schwarzen Körpers bei höheren Temperaturen | 1.— |









SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES



3 9088 01298 9539