



£ 1310.034

S 1310

C 20

ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

13.

DREIZEHNTEN BANDES

IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER XLVIII. BAND.

MÜNCHEN,

1880.

VERLAG DER K. AKADEMIE,

IN COMMISSION BEI G. FRANZ.



Inhalt des XIII. Bandes.

I. Abtheilung.		Seite
Studien über fossile Spongien. Erste Abtheilung. I Hexactinellidae. Von <i>Karl Alfred Zittel</i>		1
Studien über fossile Spongien. Zweite Abtheilung. II Lithistidae. Mit zehn lithographirten Tafeln. Von <i>Karl Alfred Zittel</i>		65
Die Anwendung der Wage auf Probleme der Gravitation. Von <i>Ph. von Jolly</i>		155
II. Abtheilung.		
Studien über fossile Spongien. Dritte Abtheilung. Monactinellidae, Tetractinellidae und Calcispongiae. Von <i>Karl Alfred Zittel</i>		1
Die Veränderlichkeit in der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft. Von <i>Ph. von Jolly</i>		49
Theorie der Gärung. Von <i>C. von Nägeli</i>		75
Vergleichend anatomische Untersuchungen über die äusseren weiblichen Geschlechts- und Begattungsorgane des Menschen und der Affen, insbesondere der Anthropoiden. Von <i>Dr. Th. L. W. von Bischoff</i> . Mit sechs Tafeln Abbildungen		207
III. Abtheilung.		
Beiträge zur Anatomie des Gorilla. Von <i>Dr. Th. L. W. von Bischoff</i> in München		1
Das Bayerische Präcisions-Nivellement. Fünfte Mittheilung von <i>Karl Max von Bauernfeind</i> . Mit einer Uebersichtskarte		49
Ueber die Berechnung der wahren Anomalie in nahezu parabolischen Bahnen. Von <i>Theodor Ritter von Oppolzer</i>		137
Ueber die äusseren weiblichen Geschlechtstheile des Menschen und der Affen, Nachtrag von <i>Dr. Th. L. W. von Bischoff</i> . Mit zwei Abbildungen		169
Ergebnisse aus Beobachtungen der terrestrischen Refraktion. Erste Mittheilung enthaltend die Feststellung von Thatsachen. Mit zwei Steindrucktafeln. Von <i>Karl Max von Bauernfeind</i>		179

22

ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

S. 1310. c.

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

DREIZEHNTEN BANDES

ERSTE ABTHEILUNG.

IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER XLVIII. BAND.



MÜNCHEN,

1878.

VERLAG DER K. AKADEMIE,

IN COMMISSION BEI G. FRANZ.

Nachträgliche Berichtigung zur ersten Abtheilung der Studien über fossile Spongien.

Beim Umbrechen des Satzes ist leider auf Seite 15 eine sinnentstellende Vertauschung der Worte Coralliospongia und Calicispongia vorgekommen; ausserdem steht auf derselben Seite Zeile 5 v. ob. „gemmulae ohne Nadeln“ anstatt „mit Nadeln.“

Die Zeilen 3—8 auf S. 15 sind darum durch beifolgende Einlage zu ersetzen.

Calicispongia. S. Kent.

Schwammkörper mit einem aus verflochtenem oder isolirten Nadeln bestehenden, niemals netzförmigen und zusammenhängenden Skelet. Gemmulä mit Nadeln.

Coralliospongia. Gray.

Schwammkörper mit anastomosirendem oder zusammenhängendem netzförmigen Skelet. Gemmulä häutig, ohne Nadeln.



ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

DREIZEHNTEN BANDES

ERSTE ABTHEILUNG.

IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER XLVIII. BAND.

MÜNCHEN,

1878.

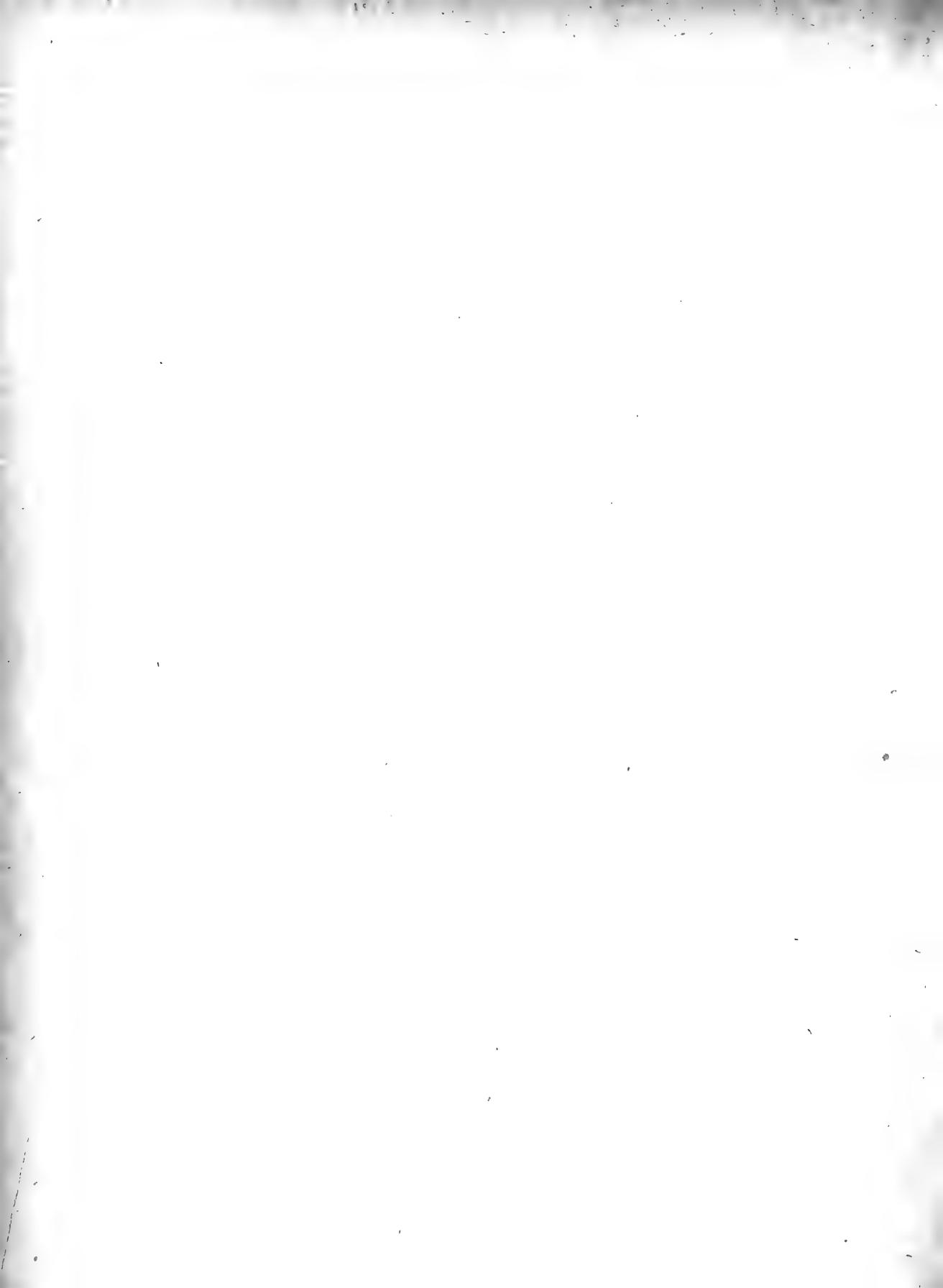
VERLAG DER K. AKADEMIE,

IN COMMISSION BEI G. FRANZ.



Inhalt.

	Seite
Studien über fossile Spongien. Erste Abtheilung. I. Hexactinellidae. Von <i>Karl Alfred Zittel</i>	1
Studien über fossile Spongien. Zweite Abtheilung. II. Lithistidae. Mit zehn lithographirten Tafeln. Von <i>Karl Alfred Zittel</i>	65
Die Anwendung der Waage auf Probleme der Gravitation. Von <i>Ph. von Jolly</i>	155



Studien

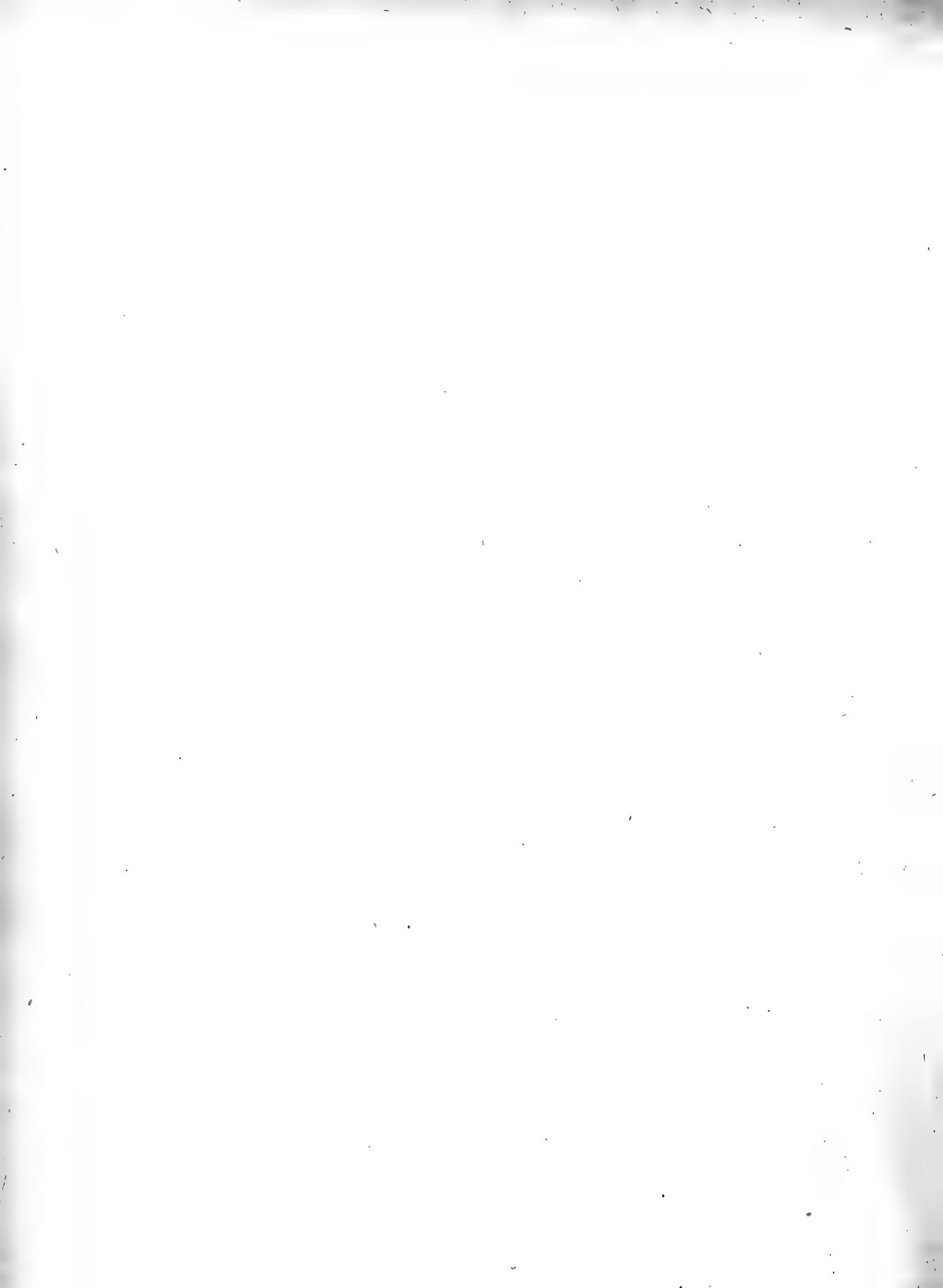
über

fossile Spongien

von

Karl Alfred Zittel,

ordentl. Mitglied der k. bayer. Akademie der Wissenschaften.



Studien über fossile Spongien

von

Karl Alfred Zittel,

ordentl. Mitglied der k. bayrerischen Akademie der Wissenschaften.

I. Hexactinellidae.

Systematische Stellung der Hexactinelliden.

Unter den zahlreichen Entdeckungen O. Schmidt's im Gebiete der Spongiologie hat in paläontologischer Hinsicht keine eine Bedeutung von so grosser Tragweite erlangt, wie die Aufstellung und Begrenzung der Ordnungen der Hexactinelliden und Lithistiden. ¹⁾ Es war zwar schon früher von Wyville Thomson ²⁾ auf die verwandtschaftlichen Beziehungen der Ventriculiten aus der englischen Kreide mit gewissen lebenden Kiesel-spongien hingewiesen worden, aber erst nachdem O. Schmidt gezeigt hatte, dass die sogenannten Glasschwämme (*Vitrea*) W. Thomson's zwei fundamental verschiedene Typen, die Hexactinelliden und Lithistiden enthalten, von denen jeder zahlreiche fossile Vorläufer besitzt, war für die Palaeontologie eine Grundlage geschaffen, auf welcher man fortbauen konnte.

1) Grundzüge einer Spongienfauna des Atlantischen Gebietes. Leipzig 1870.

2) The depth 5 of the Sea. Royal Dublin Society. April 1869 und 1873. S. 483.

Wie ich in einer früheren Abhandlung ³⁾ bereits nachgewiesen habe, wurde die Anregung der genannten Forscher von den Paläontologen wenig beachtet, man hielt nach wie vor an den verfehlten Systemen von d'Orbigny und Fromentel fest und obwohl schon früher durch Etallon, ⁴⁾ F. A. Roemer ⁵⁾ und neuestens durch Pomel ⁶⁾ schüchternere Versuche gemacht worden waren, den Strukturverhältnissen auch bei den fossilen Spongien einige Rechnung zu tragen, so blieben dieselben wegen der bisher fast ausschliesslich angewendeten makroskopischen Untersuchungsmethode beinahe resultatlos.

Mittlerweile ist die Kenntniss der lebenden Hexactinelliden und Lithistiden durch Carter, ⁷⁾ W. Marshall, ⁸⁾ Saville Kent, ⁹⁾ Bowerbank, ¹⁰⁾ Wyville Thomson, ¹¹⁾ Wright ¹²⁾ u. A. so wesentlich gefördert worden, dass diese verhältnissmässig spät entdeckten Ordnungen der Spongien jetzt zu den am sorgfältigst studirten gehören.

Ueber die Abgrenzung der Hexactinelliden und Lithistiden, welche noch von Gray als *Coralliospongia*, von W. Thomson als *Vitrea* und von Bowerbank als *Siliceo-fibrous Sponges* vereinigt worden waren, besteht jetzt zwischen den meisten Kennern der lebenden Spongien keine nennenswerthe Differenz mehr. Die Unterscheidung beider Ordnungen ist in der That ungemein scharf und auch für die fossilen Formen mit gleicher Sicherheit durchführbar.

Bei den Hexactinelliden besteht nämlich das Kieselskelet aus Elementen, denen fast ausnahmslos drei rechtwinklich sich kreuzende Axen zu Grunde liegen, während bei den Lithistiden die Axen meist unter

3) Ueber *Coeloptychium*. Abh. der k. bayr. Ak. II. Cl. Bd. XII. Abth. III. 1876.

4) *Actes de la société jurassienne d'émulation pendant 1858*. Porrentruy 1860. S. 129.

5) *Die Spongitarier des Norddeutschen Kreidegebirges*. *Palaeontographica* XIII. 1864.

6) *Paléontologie de la Province d'Oran*. 5. fasc. *Spongiaires*. 1872.

7) *Annals and Magazine nat. hist.* 4. Ser. vol. XII. 1873. S. 349 u. 437.

8) *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie* Bd. XXV. Supplem. u. Bd. XXVII. S. 113.

9) *Monthly microscop. Journ.* 1870. vol. IV. S. 241.

10) *Monograph of the siliceo-fibrous Sponges*. *Proceed. zool. soc. Lond.* part. I. 1869 S. 66 II. *ibid.* S. 323. III. 1875. S. 272. IV. *ibid.* S. 503 V. *ibid.* S. 558 VI. 1876. S. 535.

11) *Annals and Mag. nat. hist.* 4 Ser. vol. I. 1868. S. 119; *The Depth of the Sea*. 1873 u. *Philos. transactions* 1869. (on *Holténia*) S. 701.

12) *Quart. journ. microscop. Soc.* vol. X. 1870. S. 4.

einem Winkel von 120° ¹³⁾ zusammenstossen und auf diese Weise der Hauptsache nach vierstrahlige Körper bilden, die in eigenthümlicher Weise mit einander verbunden sind, wie dies in einer späteren Abhandlung gezeigt werden soll.

Neben den drei- und vieraxigen Grundformen kommen sowohl bei Hexactinelliden als auch bei Lithistiden einaxige Nadeln in reichlicher Menge und mehr vereinzelt auch vielaxige Kieselkörper vor.¹⁴⁾

O. Schmidt, Carter und Marshall finden zwischen den Hexactinelliden und den übrigen jetzt lebenden Spongien keine engeren Beziehungen. Die Ordnung steht vollständig isolirt und lässt nach keiner Richtung Uebergänge zu anderen Familien erkennen. Wenn Saville Kent anfänglich in der Gattung *Dorvillia*¹⁵⁾ ein Bindeglied zwischen Hexactinelliden und Thetyiden gefunden zu haben glaubte, so stellte sich später heraus,¹⁶⁾ dass die von Kent beobachteten sechsstrahligen Nadeln zufällig in den Schwammkörper gelangt waren und dass somit die Gattung *Dorvillia* als Synonym von *Tethya* aus der Literatur zu verschwinden habe.

Nicht weniger scharf als die lebenden, sind die fossilen Hexactinelliden von allen anderen Spongien, namentlich auch von den Lithistiden geschieden. Es widerspricht dieser Satz den in meiner Monographie von *Coeloptychium* ausgesprochenen Anschauungen,¹⁷⁾ welche ich auf das Vorkommen der freien Kieselgebilde in den *Coeloptychien*-Skeleten begründet hatte. Ich glaubte damals aus dem Vorkommen und dem Erhaltungszustand dieser vielgestaltigen Körper den Schluss folgern zu dürfen, dass der Gattung *Coeloptychium* Kieselnadeln von einaxigem, 3-, 4-, 5- und vielaxigem Typus zugehören, allein meine fortgesetzten Studien über fossile Spongien belehrten mich, dass die freien Kieselgebilde nur in seltenen Fällen noch so innig mit dem zusammenhängenden Skelet verbunden sind, dass sie systematissh verwerthet werden können. Häufig findet man an gewissen Localitäten ganz verschiedene Spongien-

13) Nicht 130° , wie in meiner Monographie über *Coeloptychium* S. 45 in Folge eines Druckfehlers angegeben wird.

14) Letztere sind mit voller Sicherheit nur bei Lithistiden nachgewiesen.

15) *Monthly microscop. journ.* 1870. S. 293.

16) *Annals and Mag. nat. hist.* 1871. 4 ser. vol. VII. S. 37 u. vol. X. S. 209.

17) l. c. S. 34. 49. 53.

körper mit den gleichen Nadeln erfüllt und eine Prüfung des umschliessenden Gesteins zeigt auch fast immer eine Ueberfülle an entsprechenden Gebilden. Die Spongiennadeln spielen in petrogenetischer Hinsicht überhaupt eine viel grössere Rolle, als bisher angenommen wurde.¹⁸⁾

Was nun die in meiner Monographie von *Coeloptychium* abgebildeten freien Kieselgebilde betrifft, so glaube ich jetzt die auf Taf. VII dargestellten Formen und namentlich die unregelmässig gestalteten mit den kurzen Axencanälen zum grössten Theil auf bestimmte Lithistidengattungen zurückführen zu können. Zur gleichen Ordnung dürfte wohl auch die Mehrzahl der auf Taf. VI abgebildeten Anker, Vier- und Achtstrahler gehören.

Im Allgemeinen möchte ich mich nunmehr den Anschauungen Carter's anschliessen und den freien Kieselgebilden, welche sich wahrscheinlich als zufällige Einschwemmungen in den *Coeloptychien*-Gerüsten finden, einen verschiedenartigen Ursprung zuschreiben.

Damit wird selbstverständlich auch meinen auf die Beschaffenheit der freien Kieselnadeln basirten systematischen Folgerungen¹⁹⁾ die Grundlage entzogen.

O. Schmidt²⁰⁾ leitet in einer phylogenetischen Tafel die lebenden Hexactinelliden von den fossilen „*Ventriculitidae*“ ab. Wenn mit der letzteren Bezeichnung lediglich eine Altersverschiedenheit ausgedrückt werden soll, so lässt sich dagegen Nichts einwenden. Als systematischer Begriff jedoch müssen die *Ventriculitidae*, wenigstens in dem von O. Schmidt angewendeten Sinne verschwinden, da sie sich in jeder Hinsicht den ächten Hexactinelliden anschliessen.

Ebenso wenig dürfen die sogenannten „*Vermiculatae*“, welche O. Schmidt als Vorläufer der Lithistiden ansieht, von diesen geschieden werden. Die Bezeichnung *Vermiculatae* wäre indess auch aus dem weiteren Grunde zu beseitigen, weil sich unter den fossilen Spongien „mit wurmförmigem Gewebe“ sowohl ächte Lithistiden, als Kalkschwämme mit anastomosirenden Fasern befinden.

Ob die Lithistiden als ein Seitenzweig aus den Hexactinelliden hervorgegangen sind, wie W. Marshall²¹⁾ auf speculativem Wege wahr-

18) Vgl. auch Rutot Anñ. de la soc. malacologique de Belgique IX. 1874.

19) l. c. S. 53.

20) l. c. 83.

21) Ideen über d. Verwandtschaftsverh. der Hexactinelliden. Zeitschr. f. wiss. Zool. XXVII. S. 134.

scheinlich zu machen sucht, muss vorläufig dahin gestellt bleiben. Vom paläontologischen Standpunkt lässt sich kaum etwas für diese Hypothese geltend machen; denn wenn über die Verbreitung der fossilen Lithistiden auch wenig Verlässliches veröffentlicht ist, so haben sich dieselben doch keinesfalls erst in der Kreide, wie Marshall annimmt, entwickelt. Ich kenne aus dem Jura zahlreiche typische Lithistiden, ja es treten dieselben schon in der Silurzeit (*Aulocopium*) als ein selbstständiger Stamm neben den Hexactinelliden auf.

Bis jetzt scheinen somit die Untersuchungen über lebende und fossile Hexactinelliden für diese Ordnung eine allseitige scharfe Begrenzung zu ergeben.

Erhaltungszustand der fossilen Hexactinelliden.

Bei der überraschenden morphologischen Uebereinstimmung vieler fossilen und recenten Formen muss es einigermaßen befremdlich erscheinen, dass die engen verwandtschaftlichen Beziehungen von den Paläontologen bisher gänzlich verkannt wurden.

Die Hauptursache dieser Erscheinung beruht in der bisherigen mangelhaften, rein makroskopischen Untersuchungs-Methode der Paläontologen. Es darf jedoch andererseits auch nicht verschwiegen bleiben, dass abgesehen von *Farrea* bis in die neueste Zeit nur solche Formen von lebenden Hexactinelliden (*Hyalonema*, *Euplectella*) bekannt waren, welche als die differenzirtesten Ausläufer der ganzen Gruppe mit den fossilen Vertretern die geringste Uebereinstimmung zeigen. Dazu kommt nun noch der höchst eigenthümliche Erhaltungszustand sehr vieler fossiler Hexactinelliden, welcher fast mit Nothwendigkeit irrige Anschauungen über die chemische Zusammensetzung dieser Schwammkörper hervorrufen musste.

Ein Blick in die paläontologische Literatur zeigt uns denn auch bis in die neueste Zeit die abweichendsten Ansichten über die ursprüngliche Beschaffenheit der hier näher zu betrachtenden fossilen Spongiën.

Von den älteren Autoren (*Guettard*, *Parkinson*, *Münster*, *Goldfuss* u. A.) wurden die versteinerten Seeschwämme entweder für Umwandlungsgebilde horniger Skelete oder für ursprüngliche Kalkskelete erklärt. *Toullin Smith* bezeichnet den ursprünglichen Zustand der *Ventriculiten* als

„membranaceous“. D'Orbigny, Etallon, Quenstedt, Pictet und Fromentel halten fast alle fossilen Formen für Kalkschwämme (Petrospongia). Unter den Autoren, welche in neuerer Zeit auf spongiologischem Gebiete thätig waren, schliessen sich Pagenstecher, Capellini, Rosen, Sinzow, Harvey Holl, Kayser u. A. der Meinung an, dass die fossilen Skelete kalkige oder kieselige Pseudomorphosen eines ursprünglich aus Hornfasern bestehenden Körpers seien. Nur F. A. Römer und A. Pomel schreiben wenigstens einer Anzahl von fossilen Formen ein kieseliges Skelet zu.

Diese Unsicherheit über die ursprüngliche chemische Beschaffenheit erregt Befremden, namentlich da es sich um eine so widerstandsfähige Substanz, wie Kieselerde handelt. Dass gewisse Spongien aus der weissen Kreide von England und Norddeutschland (z. B. aus den Quadraten-Mergeln von Ahlten, Coesfeld), und namentlich aus dem Malm des fränkisch-schwäbischen Jura durch Behandlung mit verdünnter Salzsäure so vollständig vom Nebengestein befreit werden können, dass die Skelete ganz rein, wie frisch aus dem Meere entnommen erscheinen, war wenigstens für die jurassischen Formen schon seit längerer Zeit bekannt. Nichts desto weniger wurden diese schönen Skelete in der Regel als Umwandlungsprodukte von Horn- oder Kalkschwämmen betrachtet. Der Grund zu dieser Annahme lag darin, dass in den Schichten, welche solche Spongien enthalten, meist zahlreiche andere Versteinerungen mit ursprünglich kalkigen Schalen (Mollusken und Echinodermen) verkieselt vorkommen. Ueberdies zeigte sich, dass in manchen Fällen die Hälfte oder ein kleiner Theil eines Schwammkörpers durch Behandlung mit verdünnter Säure vortrefflich präparirt wurde, während sich die ganze übrige, scheinbar gleichartig beschaffene Masse vollständig auflöste. Durch Herstellung von Dünnschliffen liess sich ermitteln, dass derartige vollständig lösliche Spongien in der That ein aus Kalkspath bestehendes Skelet besitzen.

Im schwäbisch fränkischen und im schweizerischen Jura sind Spongien, welche morphologisch mit den lebenden Hexactinelliden vollkommen übereinstimmen, häufiger mit Kalk- als mit Kieselskeleten versehen. An anderen Localitäten dagegen, z. B. bei Nattheim, Oerlingen, Muggendorf, Engelhardsberg u. s. w. erscheinen die Spongien, wie fast alle anderen

Versteinerungen in roh verkieseltem Zustand, der jedoch augenscheinlich unter Einfluss des Fossilisationsprocesses hervorgerufen wurde.

In den oberen Kreideablagerungen von Ahlten, Linden und Lemförde in Hannover, Coesfeld in Westfalen sind die hexactinelliden Spongien gleichfalls fast ohne Ausnahme kieselig. Aber während die Skelete aus Nattheim und den zuletzt genannten jurassischen Fundorten eine halbkrySTALLINISCHE, rauhe Beschaffenheit angenommen haben und bei mikroskopischer Betrachtung die feineren Strukturverhältnisse (wie Axencanäle, Verzierung der Fasern) nicht mehr erkennen lassen, verhalten sich die cretacischen Formen unter dem Mikroskop ganz ähnlich, wie macerirte Skelete von lebenden Hexactinelliden.

Eine entsprechende Beschaffenheit besitzen auch die kieseligen Theile solcher Spongien, bei denen ein Theil des Skeletes aus Kalkspath besteht oder welche aus Schichten stammen, in denen kalkige und kieselige Skelete neben einander vorkommen. Hieher gehören insbesondere die Formen aus den eigentlichen Spongitenkalken des weissen Jura γ und δ in Schwaben und Franken. Bei derartigen Vorkommnissen lässt sich zum Voraus kaum bestimmen, ob das Skelet bei Behandlung mit Säure völlig zerstört oder vorzüglich macerirt wird. Die hier gewonnenen, zuweilen prachtvollen, zuweilen ganz fragmentarischen Kieselskelete stehen, was Erhaltung der feinsten Verzierungen und Deutlichkeit der Axencanäle betrifft, nur wenig hinter den lebenden Hexactinelliden zurück. In optischer Hinsicht jedoch zeigen sie ein eigenthümliches Verhalten.

Legt man nämlich kleine durch Aetzen gewonnene Fragmente oder Dünnschliffe in Canadabalsam oder in irgend ein anderes Harz mit ähnlichem Brechungscoefficient, so erhält man bei Prüfung unter dem Mikroskop ein sehr undeutliches Bild. Die Umrisse sind nicht scharf abgegrenzt und alle feineren Verzierungen kommen kaum zum Vorschein. Das Objekt hebt sich wenig von der einschliessenden Substanz ab und zeigt offenbar ganz ähnliche Lichtbrechungsverhältnisse, wie Canadabalsam. Behandelt man dagegen das gleiche Objekt mit Glycerin oder Wasser, so lässt das Bild an Klarheit und Schärfe nichts zu wünschen übrig. Es müssen darum sämtliche Präparate, welche von derartigen Spongien herrühren in Glycerin eingeschlossen werden. Das gleiche Verhalten zeigen auch viele cretacische Spongien aus dem norddeutschen und böhmischen Pläner, bei denen

ebenfalls nur einzelne Theile des Skeletes noch aus Kieselerde bestehen und beim Aetzen mit Salzsäure zurückbleiben.

Für lebende Kieselpongien, sowie für fossile Skelete von den oben genannten Localitäten der Kreideformation, wo die hexactinelliden Schwämme stets kieselige Beschaffenheit zeigen, ist Canada-Balsam das beste Medium zur Herstellung von Präparaten. Bringt man dagegen lebende oder cretacische Spongien, die in Canadabalsam vorzüglich klare Bilder liefern, in Glycerin, so zeigt sich eine ähnliche Erscheinung, wie wenn man Juraspongien mit Canadabalsam behandelt. Das Bild verliert alle Schärfe und Klarheit, ja es wird unter Umständen so verwischt, dass es bei einigermaßen heller Beleuchtung kaum noch zu sehen ist.

Mit diesen auffallenden Erscheinungen correspondirt auch ein abweichendes Verhalten unter polarisirtem Licht. Sämmtliche recente Kieselpongien, von welcher Form auch die Skelettheile sein mögen, bestehen aus einfach brechender amorpher Kieselerde. Ebenso verhalten sich viele cretacische Formen, welche in Canadabalsam eingeschlossen werden müssen. Bringt man jedoch ein in Glycerin oder Wasser behandeltes Präparat von den oben beschriebenen jurassischen Formen unter den Polarisationsapparat, so erhält man bei Drehung des Nicol'schen Prisma die lebhaftesten Farbenerscheinungen. Die Gerüstfragmente oder Nadeln zeigen das für Quarz so charakteristische fleckige buntfarbige Irisiren und zwar manchmal ebenso stark wie kleine Quarzkörnchen, welche zufällig mit in das Präparat gelangt sind. Ein ähnliches optisches Verhalten kenne ich an organisirter Kieselerde sonst nicht. Man beobachtet zwar an Diatomeen oder Radiolarien zuweilen schwache Farben bei Drehung des Prisma, niemals aber eine so intensive Erscheinung, wie bei den beschriebenen jurassischen oder cretacischen Spongien. Zwischen dieser entschieden doppelt brechenden und der unverändert amorphen Kieselerde gibt es nun vielfache Uebergangsstadien. Die Kieselchwämme aus der Quadratenkreide von Linden bei Hannover z. B. sind sowohl in Canadabalsam, als auch in Glycerin sichtbar und bei diesen erhält man auch im Polarisations-Mikroskop bei einer gewissen Stellung des Prisma schwache Farbenerscheinungen.

Dieses sonderbare optische Verhalten weist mit Bestimmtheit darauf hin, dass in den älteren Kieselpongien eine physikalische Veränderung

eingetreten ist, wodurch die ursprünglich einfach brechende Kieselerde in doppelt brechende übergeführt wurde. Ob diese Erscheinung durch starke Zerklüftung und zahlreiche feine Risse oder durch eine Umlagerung der Moleküle hervorgerufen wurde, ähnlich wie dies bei der langsamen Umwandlung von amorphem Zucker in krystallinischen stattfindet, oder ob hier chemische Einflüsse mitgewirkt haben, vermag ich vorläufig nicht zu entscheiden.²²⁾ Jedenfalls beweisen aber die optischen Eigenschaften der erwähnten fossilen Kieselspongien, dass eine gewisse Veränderung in der Substanz der Skelete eingetreten ist. Diese Thatsache wird noch bestätigt durch ihre sonstige Beschaffenheit.

Bei auffallendem Licht betrachtet, erscheinen dieselben nicht lebhaft glasglänzend und durchsichtig wie lebende Kieselspongien, sondern matt, weiss und undurchsichtig. Von den feinen concentrischen Schichten, aus welchen die Kieselgebilde der Spongien aufgebaut sind, ist selbst bei den stärksten Vergrösserungen nie etwas wahrzunehmen, auch ist die ganze Oberfläche durch zahllose kleine Vertiefungen und Erhöhung mehr oder weniger corrodirt. Durch Canadabalsam oder Glycerin können die ursprünglich trüben Fragmente allerdings vollständig oder doch mehr oder weniger durchsichtig gemacht werden, ohne jedoch die wasserklare Beschaffenheit der recenten Glasschwämme zu erhalten.

Da diese Erscheinungen am auffallendsten an solchen Localitäten beobachtet werden, wo gleichzeitig fossile Hexactinelliden oder Lithistiden mit verkalkten Skeleten vorkommen, so drängt sich der Gedanke an eine physikalische Veränderung unwiderstehlich auf. Zum gleichen Schlusse führt auch das Verhalten gegen ätzende Alkalien. Während sich nämlich amorphe Kieselerde in Kali- und Natronlauge ziemlich leicht auflöst, werden die jurassischen Hexactinelliden mit doppelter Lichtbrechung auch bei starkem Kochen wenig angegriffen und lösen sich erst nach langer Digestion unter Hinterlassung eines sehr geringen Rückstandes auf. Etwas leichter löslich sind die wenig veränderten cretacischen Kiesel-skelete mit einfacher Lichtbrechung.

22) Aehnliche optische Erscheinungen beim Feuerstein, welcher doch gewiss wie der einfach brechende Menolith ursprünglich aus amorpher Kieselerde entstanden ist, lassen auch für die massenhaften Kieselausscheidungen in der Kreide eine derartige Umwandlung vermuthen.

Von beachtenswerther Seite wurde in mündlicher Erörterung die Vermuthung geäußert, es habe unter den fossilen Spongien Formen gegeben, welche zwar morphologisch vollständig mit gewissen lebenden Hexactinelliden oder Lithistiden übereinstimmten, bei denen jedoch das Skelet ursprünglich nicht aus Kieselerde, sondern aus kohlensaurem Kalk zusammengesetzt gewesen sei.

Eine mikroskopische Prüfung der verkalkten Hexactinelliden widerlegt diese Annahme sofort. Wenn man z. B. an einem Schwammkörper aus dem weissen Jura von Streitberg, der zur Hälfte verkalkt, zur Hälfte kieselig ist, einen Dünnschliff des verkalkten Theils untersucht, so zeigt sich, dass die rechtwinklich sich kreuzenden Trabekeln, welche cubische Maschen bilden aus krystallisirtem Kalkspath bestehen. In der allgemeinen Form sind die kalkigen Skelettheile von den kieseligen nicht zu unterscheiden, aber während bei den letzteren im Innern der Trabekeln die Axencanäle aufs Deutlichste erhalten sind, erweisen sich die kalkigen Theile als vollständig dicht. Der Kalkspath bildet eine gleichnässige, undifferenzirte Masse. Der Mangel an Axencanälen in den kalkigen und deren Vorhandensein in den kieseligen Theilen ein und desselben Schwammkörpers scheint mir den unwiderleglichen Beweis zu liefern, dass Kieselerde die ursprüngliche Substanz des Skeletes bildete und dass die aus Kalkspath bestehenden Hexactinelliden und Lithistiden nur in Folge des Fossilisations-Processes ihre chemische Beschaffenheit geändert haben. An die Stelle der ursprünglich vorhandenen amorphen Kieselerde ist demnach Kalkspath getreten.

Diese etwas ungewöhnliche Pseudomorphose verlangt, dass vor dem Eindringen des kohlensauren Kalkes das Kieselskelet aufgelöst und weggeführt wurde. Bei der verhältnissmässig leichten Löslichkeit von amorpher Kieselerde in einem mit alkalischen Substanzen imprägnirten Wasser bietet dieser Process nichts Auffallendes, namentlich wenn man bedenkt, welche ausgedehnte Oberfläche die mit Axencanälen versehenen und aus concentrischen Lagen bestehenden Kieseltheile dem Lösungsmittel darboten.

Das Vorkommen von Hexactinelliden und Lithistiden, bei denen entweder ein Theil oder auch das ganze Kieselgerüst beseitigt ist und bei denen die Stelle der Kieselfasern durch hohle Röhren, welche in der eingedrungenen Gesteinsmasse ein Maschennetz bilden, eingenommen

wird, gehört in der That zu den ganz gewöhnlichen Erscheinungen. Solche Beispiele hat bereits Toulmin Smith aus der weissen Kreide von England beschrieben, noch häufiger zeigt sich dieser Erhaltungszustand bei den Spongien aus der eisenschüssigen und sandigen oberen Kreide von Saratow in Russland. Durch Behandlung in verdünnter Säure werden bei solchen Schwammkörpern einzelne und zwar meist nur kleine Parthien des Skeletes prächtig macerirt, während sich weitaus der grössere Theil des Fossils vollständig auflöst. Eine Prüfung mit der Loupe zeigt dann auch sofort, dass an den löslichen Stellen das Kieselgerüst durch feine Hohlräume ersetzt ist, die ein treues Bild des ursprünglichen Skeletes liefern. ²³⁾

Nicht selten zeigen sich die durch Beseitigung der Kieselfasern entstandenen Hohlräume ganz oder theilweise mit rostfarbigem Eisenoxydhydrat ausgefüllt. Dieser Erhaltungszustand ist besonders häufig im norddeutschen und böhmischen Pläner, seltener bei Spongien aus der weissen Kreide, aus dem Sandstein von Saratow und aus dem oberen Jura.

Die Ausfüllung der Hohlräume durch krystallisirten Kalkspath kommt hauptsächlich in den Schwammkalken des oberen Jura in der Schweiz, Württemberg, Bayern und Polen vor. Hier gibt es Lokalitäten, wo sämtliche Kieselgerüste vollständig in Kalkspath umgewandelt sind (Würgau, Boll, Oberbuchsiten), während an anderen (z. B. Schauergraben bei Streitberg, Wodna bei Krakau) die ursprüngliche Kieselsubstanz erhalten blieb, jedoch die früher erwähnte optische Beschaffenheit annahm.

Hält man obige Erklärungsweise der verschiedenen Erhaltungszustände für richtig und bei der morphologischen Identität der fossilen und lebenden Hexactinelliden sind andere Hypothesen, welche den betreffenden Spongien ein ursprünglich horniges oder kalkiges Skelet zuschreiben, geradezu unannehmbar, so entsteht die Frage, wo die aufgelöste Kieselerde der Spongiengerüste hingekommen sei.

In der weissen Kreide macht diese Frage keine besondere Schwierigkeiten. Es wird ja das massenhafte Vorkommen von Feuersteinknollen ziemlich allgemein durch eine Concentration der Kieselerde erklärt,

23) Vgl. darüber Rosen. Ueber die Natur der Stromatoporen. Dorpat. 1867. S. 16 u. f. Dass die von Rosen versuchte Erklärung dieser Erhaltungszustände irrig ist, dürfte sich aus obigen Auseinandersetzungen ergeben.

welche durch Auslaugung kieseliger Organismen und insbesondere von Spongien gewonnen wurde. Auch in den Spongitarienkalken des weissen Jura fehlen solche Kieselausscheidungen nicht vollständig, wenn sie auch weniger reichlich vorhanden sind, als in der weissen Kreide. In gewissen Regionen freilich (Spongienschichten von Boll, Streitberg etc.) sucht man vergeblich nach Feuersteinknollen und dennoch finden sich an solchen Localitäten neben wenig veränderten Kieselskeleten auch zahlreiche in Kalkspath umgewandelte Exemplare. In solchen Fällen wurde die ausgelaugte Kieselerde häufig zur Verkieselung anderer Versteinerungen verwendet, denn gerade in unmittelbarster Nähe von Spongien zeigen sich die meisten Mollusken und Echinodermenschalen in Kieselerde umgewandelt. Aber auch in anderer Form scheint die ausgelaugte Kieselerde im Gestein vertheilt zu sein. Beim Behandeln von ganz oder theilweise verkalkten Juraspongien erhält man nämlich im Aetzrückstand häufig zahllose rundliche, mit tiefen Eindrücken versehene rauhe Kieselscheibchen oder auch ganz unregelmässig gestaltete wurmförmige Körper.²⁴⁾

Ausser den bisher beschriebenen Erhaltungszuständen findet man zuweilen den ganzen Schwammkörper von Schwefelkies durchdrungen und theilweise in Brauneisenstein umgewandelt. Solche Vorkommnisse gewähren, wie die roh verkieselten Exemplare nur ein Bild der äusseren Form, zur Untersuchung der Strukturverhältnisse sind sie ganz ungeeignet.

Classifications-Versuche von Sav. Kent, Carter und Marshall.

Alle bisherigen Versuche, die Verwandtschaftsverhältnisse der Hexactinelliden in einer systematischen Classification auszudrücken, mussten sich wegen der völligen Unkenntniss des feineren Baues der fossilen Formen, auf die lebenden Repräsentanten beschränken. Da Bowerbank unter den „Fibro-siliceous Sponges“ sowohl die Hexactinelliden als Lithistiden begreift und seine in kleinen Abtheilungen erschienene Monographie eigentlich nur aus Speciesbeschreibungen besteht, so kann dieselbe hier nicht näher in Betracht kommen.

24) Ein derartiger Körper ist bei Osear Schmidt (Spong. Atl. Oc. T. II. fig. 19) abgebildet.

Der erste Versuch zu einem System rührt von Saville Kent²⁵⁾ her. Die Hexactinelliden zerfallen nach diesem Autor in zwei Unterordnungen:

Coralliospongia. Gray.

Schwammkörper mit einem aus verflochtenen oder isolirten Nadeln bestehendem, niemals netzförmigen und zusammenhängendem Skelet. Gemmulä ohne Nadeln.

Calicispongia. S. Kent.

Schwammkörper mit anastomosirenden oder zusammenhängendem netzförmigen Skelet. Reproductiv Gemmulä häutig, ohne Nadeln.

W. Marshall²⁶⁾ hat bereits den Bedenken, welche gegen eine systematische Verwerthung der noch so wenig bekannten Gemmulä bestehen, Ausdruck verliehen. Für fossile Formen ist dieses Merkmal natürlich unbrauchbar. Aber auch die Gruppierung der Gattungen erscheint nicht naturgemäss. In der ersten Unterordnung stehen z. B. Euplectella und Habrodictyon neben Farrea und Aphrocallistes, während die beiden ersteren doch offenbar viel nähere Beziehungen zu Hyalonema, Askonema, Holtenia etc. aufweisen. Dass die Lithistiden-Gattung Mac Andrewia Gray noch bei den Coralliospongien Platz findet, dürfte auf einem Versehen beruhen.

Eine vollständige Uebersicht aller bis zum Jahr 1873 bekannten lebenden Hexactinelliden nebst einer systematischen Anordnung veröffentlichte Carter in zwei vortrefflichen Abhandlungen über Hexactinelliden und Lithistiden.²⁷⁾ Der ausgezeichnete Spongienkenner hebt zunächst den Unterschied zwischen den „Skeletnadeln“, welche das eigentliche Kieselskelet bilden und meist eine ziemlich gleichförmige Beschaffenheit besitzen und den sogn. „Fleischnadeln“ hervor, welche stets frei in der Sarkode eingebettet sind und sich meist durch ihre winzige Grösse und ausserordentliche Mannichfaltigkeit der Form auszeichnen.

Carter zerlegt die Hexactinelliden in folgende drei Gruppen:²⁸⁾

1. **Vitreohexactinellida.** Nadeln durch verkieselte Fasern verbunden.

Dactylocalyx, Myliusia, Euplectella, Aspergillum,
Aphrocallistes, Aulodictyon, Farrea, Sympagella.

25) Monthly microscop Journ. vol. IV. S. 242.

26) l. c. XXV. S. 146

27) Ann. Mag. nat. hist. 1873. 4 ser. Vol. XII. S. 348 u. 437.

28) Ann. Mag. nat. hist. 1873. S. 357 u. 1875. S. 199.

2. **Sarcohexactinellida.** Nadeln durch amorphe Sarkode verbunden.

Askonema, Crateromorpha, Rosella, Habrodictyon, Hyalonema, Pheronema, Meyerina.

3. **Sarco-vitreohexactinellida.** Nadeln theils durch Kieselfasern, theils durch amorphe Sarkode verbunden.

Euplectella cucumer.

Die zwei ersten Familien zerfallen in mehrere Unterabtheilungen, für welche theils die äussere Form des Schwammkörpers, theils die Beschaffenheit der „Fleischnadeln“ namentlich der sogen. „Rosetten“ massgebend sind.

Wie man sieht, legen Kent und Carter bei Abgrenzung ihrer Hauptgruppen in erster Linie darauf Gewicht, ob das Skelet nur aus isolirten Nadeln besteht oder ob die einzelnen Theile mit einander verschmolzen sind und ein zusammenhängendes Gerüste bilden. So viele Vorzüge nun auch die Carter'sche Eintheilung gegenüber der von Sav. Kent besitzt, befriedigen kann sie nicht, wenn Formen von so offener Verwandtschaft wie Euplectella Aspergillum, Habrodictyon und Euplectella cucumer in drei verschiedene Familien gebracht werden. Eine weitere Schwäche des Carter'schen Systems scheint mir darin zu bestehen, dass der Beschaffenheit der Fleischnadeln ein zu hohes, jener des eigentlichen Skeletes ein zu geringes Gewicht beigelegt wird.

Die erste Abhandlung W. Marshall's²⁹⁾ zerfällt in einen allgemeinen und einen speciellen Theil. Im ersteren gibt Marshall zunächst eine kritische Uebersicht der bisherigen Arbeiten über die Hexactinelliden, ferner eine Darstellung ihrer äusseren Gestalt und Verbreitung und lässt darauf eine sehr sorgfältige Beschreibung der Sarkode und des Skeletes dieser Spongien folgen. Der vom Kieselskelet handelnde Abschnitt bietet besonderes Interesse dar. Marshall weist darin nach, dass sämtliche Hexactinelliden aus Nadeln bestehen, die in ihrer Gestalt dem Achsensystem eines Octaëders folgen. Aus der Spaltung oder Verkümmernng einzelner Strahlen oder ganzer Axen lassen sich die mannichfaltigen complicirten oder reducirten Kieselgebilde bleiten.

29) Untersuchungen über Hexactinelliden. I. c. Bd. XXV.

Bei den einfachsten Formen, den Stabnadeln, zeigt sich sehr häufig noch in den Axencanälen die kreuzförmige Anordnung der drei rechtwinklichen Axen. Diese Axencanäle sind darum auch von besonderer Wichtigkeit bei den Hexactinelliden. Marshall beschreibt ausführlich die Verhältnisse, welche die Axencanäle und deren Cylinder, sofern solche vorhanden sind, bei den verschiedenen Formen aufweisen. Im Allgemeinen sind die Axencanäle bei den Hexactinelliden mit zusammenhängenden Kieselgerüsten bedeutend weiter, als bei denen mit isolirten Nadeln.

Besondere Aufmerksamkeit schenkt Marshall ferner der Verbindung der Kieseltheile im Schwammkörper. Diese erfolgt nach Marshall auf dreierlei Weise: 1) die Nadeln sind nur durch Sarcode vereinigt und bleiben isolirt, 2) sie sind verschmolzen oder 3) sie verwachsen.

Bei der „Verschmelzung“ sind die Nadeln nur oberflächlich, durch geschichtete Kieselsubstanz zusammengekittet, die Axencanäle selbst bleiben vollständig isolirt und fließen niemals ineinander. Bei *Euplectella Aspergillum* findet die Verkittung durch plattenförmige „Neubildung“ von Kieselerde statt, welche brückenartige Verbindungen zwischen zwei benachbarten Nadeln herstellt. Bei *Farrea*, *Aphrocallistes* und *Eurete* werden in der Regel zwei nebeneinander liegende Axencanäle von einem gemeinsamen Kieselcylinder umschlossen. Auf dieses Verhalten hatte bereits Carter (im Gegensatz zu Bowerbank) aufmerksam gemacht, aber während der englische Spongiologe das Vorkommen zusammenhängender Axencanäle von benachbarten Nadeln bei den Hexactinelliden läugnet, glaubt W. Marshall bei einer einzigen Form (*Sclerothamnus*) ein zusammenhängendes Canalsystem der verwachsenen Sechsstrahler beobachtet zu haben. Diese Erscheinung wird als „Verwachsung“ bezeichnet und derselben eine besondere phylogenetische Bedeutung zugeschrieben.

Im speciellen Theil nimmt die eingehende Darstellung einer neuen *Euplectella* (*E. Oweni*) mit freien Kieselnadeln hervorragendes Interesse in Anspruch, weil Marshall hier in überzeugendster Weise darlegt, dass der Verkittung sämtlicher oder einzelner Nadeln bei *E. Aspergillum* und *Cucumer* nur eine ganz secundäre Bedeutung zukommt und dass bei den drei Formen in allen wesentlichen Merkmalen (in der äusseren Form, in der Gestaltung und Anordnung der Skelet- und Fleischnadeln) die grösste Ueberein-

Abb. d. II. Cl. d. k. Ak. d. Wiss. XIII. Bd. I. Abth. 3

stimmung herrscht, so dass eine generische Trennung derselben ganz undenkbar ist.

Mit diesem Nachweis wird die Carter'sche Eintheilung der Hexactinelliden wesentlich erschüttert. Marshall sucht dieselbe denn auch in einer zweiten Abhandlung³⁰⁾ durch eine neue Classification zu ersetzen. In dieser legt er auf die Verwachsung der Axencanäle bei Sclerothamnus grosses Gewicht. Er denkt sich die Hexactinelliden ursprünglich aus Chalynthus ähnlichen Schwämmen entstanden, bei denen sich im Syncytium parallel verlaufende Sarcodzüge bildeten, welche sich rechtwinklig kreuzten und auf diese Weise ein Fachwerk mit cubischen Maschen erzeugten. Dieses Sarcodgitterwerk wurde darauf durch Ablagerung von Kieselerde befestigt und zwar bildeten sich nach Marshall anfänglich zusammenhängende Gerüste mit durchlaufenden Axencanälen (Sclerothamnus und fossile Hexactinelliden?), die später mehr oder weniger vollständig in vereinzelte Sechsstrahler zerfielen.

Nach dieser Auffassung zerlegt Marshall die Hexactinelliden in zwei Gruppen:

I. Synauloïdae.

Das Lumen der Röhren der verschiedenen Nadeln hängt, wie diese selbst, continuirlich mit einander zusammen, so dass das ganze Gittergewebe des Schwammes von einem gleichfalls zusammenhängenden Röhrensystem durchzogen ist.

Sclerothamnus. Marsh.

II. Asynauloïdae.

Das Lumen der Schenkel verschiedener Nadeln hängt nie zusammen; jede Nadel ist, was den Centralfaden betrifft, ein selbständig entwickeltes Individuum.

Die Asynauloïden zerfallen wieder in drei Familien:

a) Monakidae mit einer einzigen Nadelform, dem reinen Sechsstrahler. Eurete. Marsh.

b) Pleionakidae, Hauptmasse des Skelets aus reinen, voll entwickelten Sechsstrahlern bestehend, daneben Besengabeln oder Rosetten oder

30) Ideen über die Verwandtschaftsverhältnisse der Hexactinelliden. I. c. Bd. XXVII.

beide zusammen. In den Maschen des Skelets herrscht die cubische Form vor.

1. *Nadeln unverschmolzen.*

Lanuginella, Askonema.

2. *Nadeln verschmolzen.*

Farrea, Dactylocalyx, Periphragella, Aulodictyon, Fiedlingia, Aphrocallistes.

c) Pollakide, Hexactinelliden mit zahlreichen Nadelformen, mit besonderem Deralskelet und Auskleidung der Magenhöhlungen, meist mit Wurzelschopf. In den Maschen, besonders des Deralskelets, herrscht die einfach quadratische Form vor.

Holtenia, Crateromorpha, Rosetta, Sympagella, Phacodictyon, Euplectella, Habrodictyon, Labaria, Pheronema, Semperella, Hyalonema.

Niemand wird die Vortheile verkennen können, welche die von Marshall vorgeschlagene Gruppierung der Gattungen besitzt. Namentlich die Aufstellung der Familie der Pollakiden scheint mir ein überaus glücklicher Griff zu sein. Sie umfasst unstreitig die am meisten differenzirten, mannichfaltigsten und zierlichsten Hexactinelliden, welche sich von den fossilen Vorläufern am weitesten entfernen. Obwohl der Erhaltung dieser Formen kein Hinderniss im Wege stünde, so sind bis jetzt in den Erdschichten noch keine Ueberreste davon entdeckt worden. Die ganze Gruppe scheint auf die Gegenwart beschränkt zu sein und ihr spätes Auftreten würde somit auch für die Hexactinelliden eine fortschreitende Entwicklung vom Unvollkommenen zum Vollkommeneren andeuten.

In anderen Punkten freilich bin ich nicht in der Lage den Anschauungen Marshall's zu folgen. Wäre die Annahme richtig, dass dem festen Hexactinellidenskelet ein aus weichen Sarcodenzügen bestehendes Gitterwerk vorausging, so müssten die älteren fossilen Hexactinelliden nothwendiger Weise, wie dies Marshall auch voraussetzt, zu den Synauloïden gehören. Dies ist indess keineswegs der Fall. Meine Untersuchungen der fossilen Formen haben gezeigt, dass die zusammenhängenden Gittergerüste ausnahmslos aus verschmolzenen Sechsstrahlern bestehen, deren Axencanäle zwar häufig übereinander liegen und dann anscheinend zusammenfließende Röhren bilden, aber in Wirklichkeit sind sie stets

getrennt und meist liegen sie auch wie bei den lebenden Gattungen *Farrea*, *Eurete* und *Aphrocallistes* in der Art neben einander, dass die zu den verschiedenen Sechsstrahlern gehörigen Axenfäden deutlich geschieden erscheinen, Dieses Verhalten der fossilen Formen veranlasste mich zu einer abermaligen Prüfung der Gattung *Sclerothamnus*, von welcher ich ein Fragment der Güte des Herrn Dr. Marshall verdanke. Die optischen Verhältnisse bei dem mir zur Verfügung stehenden Material sind leider sehr ungünstig, indem die Axencanäle nur bei gewisser Beleuchtung und auch dann nur sehr undeutlich zum Vorschein kommen. Nach Kochen des Skelets in Schwefelsäure oder Salpetersäure treten die äusserst feinen, von Axencylindern umgebenen Canäle jedoch etwas deutlicher hervor und man kann sich überzeugen, dass auch bei *Sclerothamnus* das Gittergerüst durch Verschmelzung einzelner Sechsstrahler zu Stande kam, deren Axencanäle sich begegnen und sich häufig so übereinander legen, dass sie scheinbar eine einzige Röhre bilden ohne jedoch wirklich in einander zu fliessen.

Damit wird aber die Abtheilung der Synauloïden überflüssig ³¹⁾ und *Sclerothamnus* tritt in die Gruppe der Pleionakiden ein.

Es blieben also noch die drei Abtheilungen der Monakiden, Pleionakiden und Pollakiden, welche auf die grössere oder geringere Differenzirung der Skelettheile basirt sind.

Ob es unter den lebenden Hexactinelliden überhaupt Monakiden gibt, scheint mir noch zweifelhaft. Von der einzigen hieher gerechneten Gattung *Eurete* Semp. ist nur ein „sehr stark gebleichtes und abgespültes“ Exemplar vorhanden. Da nun das zusammenhängende Kieselskelet vollständig mit *Farrea* übereinstimmt und Bowerbank ³²⁾ bei *Farrea fistulata* (welche vielleicht identisch mit *Eurete simplicissima* Marsh. ist) nachgewiesen hat, dass „Spicula überall in grosser Zahl vorhanden sind, wo das Skelet mit dunkelbrauner Sarkode überzogen ist, dass aber nicht eine einzige Nadel zu sehen ist, wenn die Sarkode fehlt“, so halte ich die Gruppe der Monakiden in der Marshall'schen Auffassung für bedenklich.

31) Herr Dr. Marshall hat sich, wie er mir brieflich mittheilt, gleichfalls von dieser Thatsache überzeugt und wird die Synauloïden in einer demnächst zu veröffentlichenden Abhandlung zurückziehen.

32) l. c. part. III. S. 276.

Für den Palaeontologen ist überhaupt jede auf die freien Nadeln basirte Classification unbrauchbar, da sich nur in sehr seltenen Fällen die Zusammengehörigkeit von Hexactinelliden-Skeleten mit den benachbarten „Fleischnadeln“ beweisen lässt. Ueberdies kommen, wie ich bereits in meiner Monographie von *Coeloptychium* gezeigt habe, unter den freien fossilen Kieselgebilden ungemein wenige von hexactinellidem Typus vor. Ich habe namentlich niemals eine Spur von „Rosetten, Tannenbäumchen, Besengabeln“ und von den anderen, allerdings meist winzig kleinen und sehr zerbrechlichen Formen auffinden können, von denen Carter bei Abrennung seiner Gattungen vorzugsweise Gebrauch macht.

Will man den „Fleischnadeln“ eine überwiegende systematische Bedeutung zuerkennen, so bleiben aber nicht allein die fossilen Hexactinelliden unbestimmbar, sondern auch alle diejenigen lebenden Formen, deren Skelete abgespült und nicht mehr mit Sarcodien bekleidet sind.

Abgesehen von diesem praktischen Bedenken, stehen einem derartigen Classificationsprincip auch noch innere Gründe gegenüber. Die Fleischnadeln bilden gewissermassen die äussere Verzierung des Schwammkörpers, sie sind zu vergleichen mit dem Gefieder der Vögel und mit der Hautbedeckung der Fische, Reptilien und Säugethieren. Stellen wir uns auf den Boden der Transmutationstheorie, so haben wir in den Fleischnadeln sicherlich diejenigen Theile des Schwammkörpers vor uns, welche am leichtesten durch Anpassung sich verändern und welche darum den ursprünglichen Typus am leichtesten abstreifen. Ganz anders verhält es sich mit den Skeletnadeln. Schon ihr passend gewählter Name deutet an, dass ihnen eine ähnliche Bedeutung zukommt wie dem Knochengüst der Vertebraten. Die Skeletnadeln der Hexactinelliden bilden den conservativsten Theil des Körpers dieser charakteristischen Schwämme. Mit ausserordentlicher Zähigkeit halten sie den Grundtypus des Sechsstrahlers fest und wenn auch bei dem höchsten Zweige des Stammes, bei den Pollakiden, durch Reduction der Strahlen mancherlei aberrante Formen vorkommen, so lassen sie sich doch stets auf den Sechsstrahler zurückführen.

Eigene Beobachtungen.

Ist es möglich, die Skeletnadeln zur Grundlage eines Systemes zu machen, so dürfte ein solches unbedingt die vererbten Eigenthümlichkeiten und somit die natürlichen Verwandtschaftsbeziehungen der Hexactinelliden am schärfsten zum Ausdruck bringen. Wenn aber bisher von den Zoologen gerade den eigentlichen Skeletnadeln geringere Aufmerksamkeit, als den Fleischnadeln geschenkt wurde, so lag dies offenbar in der Gleichförmigkeit, welche selbst ziemlich entfernt stehende Gattungen in ihrer Skelettbildung besitzen. Bei den Fleischnadeln traten die Differenzen bestimmter hervor und überdies mussten dieselben schon wegen ihrer wunderbaren Schönheit das Interesse der Entdecker am lebhaftesten fesseln. So finden wir denn in den Abhandlungen von O. Schmidt und Carter die Fleischnadeln sehr sorgfältig, das Skelet nur wenig berücksichtigt. Grössere Aufmerksamkeit wurde demselben von W. Marshall und namentlich von Bowerbank geschenkt, welchem man die eingehendsten Analysen von lebenden Hexactinelliden mit zusammenhängendem Gittergerüst und zahlreiche Abbildungen von unübertrefflicher Naturwahrheit verdankt.

Bei den fossilen Hexactinelliden sind die Skeletnadeln in der Regel das einzige, was überhaupt der Beobachtung zugänglich ist und schon aus diesem Grund muss denselben besondere Beachtung zugewendet werden. Sie sind aber auch in systematischer Hinsicht keineswegs so unbrauchbar, wie bisher vielfach angenommen wurde.

Für die ganze Entwicklung und Gestaltung der Skeletnadeln ist die Art und Weise, in welcher sie sich mit einander verbinden, massgebend.

In dieser Hinsicht zerfallen die Hexactinelliden in zwei natürliche und wie es scheint scharf getrennte Gruppen:

I. Lyssakina. Zitt.

Formen, bei denen die Skeletnadeln in der Regel isolirt bleiben und nur durch Sarcode verbunden sind.

II. Dictyonina. Zitt.

Formen, bei denen die Skeletnadeln in regelmässiger Weise verschmolzen sind und ein zusammenhängendes Gitterwerk mit cubischen oder polyëdrischen Maschen bilden.

Die Lyssakinen umfassen sämtliche Sarcodactylidae Carter's, ausserdem aber auch Euplectella Aspergillum und cucumer. Wie bereits Marshall gezeigt hat, erfolgt die Verkittung der Skelettnadeln bei den zwei letztgenannten Formen durch ein Uebermaass von Kieselsäure, welche im Syncytium abgeschieden wird und welche die sonst durch Sarcodactyliden eingenommenen Zwischenräume der Nadeln wenigstens stellenweise ausfüllt. Die Skelettnadeln selbst werden durch diese Kieselausscheidung weder in ihrer Anordnung, noch in ihrer Ausbildung gehemmt und es kann daher dieser Erscheinung, welche ich als „Verkittung“ bezeichne, nur ganz secundäre Bedeutung beigelegt werden. Bei den Lyssakinen selbst würde sich eine weitere Gruppierung nach der grösseren oder geringeren Differenzierung der Fleischnadeln, wie sie in ähnlicher Weise von W. Marshall für die Asynauloïden vorgeschlagen wurde, empfehlen. Die wenigen bis jetzt bekannten fossilen Repräsentanten dieser Unterordnung besitzen höchst wahrscheinlich nur eine Form von Skelettnadeln und wären darum als Monakiden den Pleionakiden und Pollakiden gegenüber zu stellen.

Die zweite Gruppe der Dictyoninen enthält die Hexactinelliden mit regelmässig verschmolzenen Sechsstrahlern. Bei normaler Entwicklung erfolgt die Verschmelzung in der Art, dass jeder Arm einer Nadel sich dicht an den entsprechenden Arm eines benachbarten Sechsstrahlers anlegt. Die beiden Strahlen werden sodann von einer gemeinsamen Kieselhülle, welche sich gleichförmig um dieselben ablagert, zusammengeschweisst und verschmelzen so vollständig miteinander, dass ihre ehemalige Selbstständigkeit nur noch durch die Anwesenheit von zwei getrennten Axencanälen angedeutet wird. Auf diese Weise entstehen regelmässige zusammenhängende Gittergerüste, bei denen jeder Balken aus zwei Armen von zwei verschiedenen Nadeln besteht. Häufig treten nun Unregelmässigkeiten in der Anordnung der Gittermaschen dadurch ein, dass ein Sechsstrahler gewissermassen die Reihe verlässt und seine Arme in beliebiger Weise an das übrige Gerüst ankittet. Heften sich ein oder zwei Strahlen solcher unregelmässig gelagerter Nadeln zufällig an das verdickte Kreuzungscentrum eines Sechsstrahlers an, so können von einem derartigen Centralpunkt mehr als sechs Arme ausgehen. Eine sorgsame Prüfung ergibt jedoch immer, dass die überzähligen Axencanäle zu einem benachbarten

Sechsstrahler gehören und gewöhnlich auch das Centrum des Axenkreuzes nicht erreichen. Andere Unregelmässigkeiten werden dadurch veranlasst, dass sich einzelne Strahlen umbiegen oder ihre Richtung verlassen, wobei die beiden Arme einer Axe nicht mehr in gerader Linie verlaufen.

Die Stelle, wo sich die Axencanäle kreuzen, also das ideale Centrum, von welchem alle sechs Arme einer Nadel ausstrahlen und wo die Kieselröhren zusammentreffen, ist stets durch eine Anschwellung, „den Kreuzungsknoten“, angedeutet.

Für die Systematik der Hexactinelliden bietet die Beschaffenheit der Kreuzungsknoten wichtige Anhaltspunkte. Es treten hier zwei Modificationen auf.

1. Die Kreuzungsknoten bilden um das eingeschlossene sechsstrahlige Axenkreuz der Centralcanäle eine einfache stärkere oder schwächere Verdickung. (*Farrea*, *Aphrocallistes*, *Craticularia*, *Porospongia* etc.)

2) Die Kreuzungsknoten haben die Gestalt eines hohlen Octaäders. Diese eigenthümliche Bildung entsteht dadurch, dass die Kieselausscheidung des Syncytiums an den Kreuzungsknoten in geringerer Menge stattfindet. Die Centralcanäle der sechs Strahlen bilden ein von ganz dünnen Röhren umgebenes Axenkreuz in einem hohlen octaädrischen Raum, welcher durch schräge Kieselbalken, womit die sechs verdickten Arme der verschmolzenen Sechsstrahler verbunden sind, begrenzt wird. Solcher schräger Verbindungsbalken gibt es stets 12 um einen Kreuzungsknoten und zwar liegen dieselben immer genau wie die Kanten eines regulären Octaäders. Je nach dem Umfang dieses von dichten Kieselstäben umschlossenen Hohlraumes, je nach der Stärke der octaädrischen Kanten und je nach der mehr oder weniger regelmässigen oder verzerrten Gestalt des Lumens an Stelle der Seitenflächen der hohlen Octaëder ergeben sich für die Systematik werthvolle Merkmale. Bei günstiger Erhaltung lässt sich mit voller Bestimmtheit erkennen, dass die Axencanäle ununterbrochen durch den Hohlraum verlaufen und ein höchst zierliches Axenkreuz in demselben bilden. Da jedoch ihre Kieselhüllen sehr dünn sind, so werden sie leicht zerstört und die octaädrischen Knotenpunkte gewähren dann das von O. Schmidt für *Scyphia striata* beschriebene Bild. ³³⁾

³³⁾ Atlant. Spong. T. II Fig. 16.

Unter den lebenden Hexactinelliden kennt man Gittergerüste mit solchen octaëdrischen Knotenpunkten (Laternen-Nadeln) nur bei *Myliusia Grayi*. Bow. und *Myliusia Zitteli*. Marsh. M. S., bei den fossilen Formen dagegen sind sie sehr verbreitet. (*Coeloptychium*, *Ventriculites*, *Becksia*, *Plocoscyphia*, *Pachyteichisma* etc.)

Eine eigenthümliche Erscheinung bei den Gattungen *Farrea*, *Dactylocalyx* und *Aphrocallistes* bilden die winzig kleinen sechsstrahligen Sternchen, welche mit einem Strahl auf einer Kieselfaser des Gittergerüsts festgewachsen sind, sonst aber den übrigen Sechsstrahlern des Gerüsts in jeder Hinsicht gleichen und auch feine Axencanäle besitzen, während sonst in den wurzelartigen Fortsätzen oder Dornen der Kieselfasern nie Canäle zu beobachten sind. Möglicher Weise sind diese Sternchen, die ich auch bei einzelnen fossilen Hexactinelliden kenne, junge, noch unausgebildete Nadeln, möglicher Weise vertreten sie aber auch die Funktionen der Fleischnadeln, obwohl sie nicht frei in der Sarcodermis liegen. Bowerbank bildet solche kleine Nadeln bei vielen *Farrea*-Arten ab, Carter bezeichnet sie als Afterbildungen.

Im Allgemeinen sind die Verschiedenheiten, welche die Gittergerüste der fossilen Hexactinelliden aufweisen, so erheblich, dass man in vielen Fällen schon ein kleines isolirtes Fragment oder ein Präparat generisch bestimmen kann. Die Grösse der Maschen, die octaëdrische oder dichte Beschaffenheit der Kreuzungsknoten, die Verzierung der Kieselfasern mit Stacheln, Dornen oder wurzelartigen Ausläufern, sowie die Anordnung der verschmolzenen Sechsstrahler selbst liefern wichtige systematische Anhaltspunkte, die bei ein und derselben Art oder auch Gattung nur wenig variiren.

Immerhin würde indess die einseitige Berücksichtigung der Mikrostruktur des Gerüsts zu keinem befriedigenden Ergebniss führen. Mehrere, in sonstigen Merkmalen sehr differirende Formen besitzen fast genau übereinstimmenden Skeletbau. So hat schon W. Marshall³⁴⁾ gezeigt, dass das Balkenwerk von *Eurete* in so hohem Grade mit dem mancher fossiler Hexactinelliden übereinstimmt, dass es bisweilen ganz unmöglich ist, zu sagen, ob ein mikroskopisches Präparat von dem

34) Untersuchungen I. c. S. 186.
 Abh. d. II. Cl. d. k. Ak. d. Wiss. XIII. Bd. I. Abth.

recenten philippinischen Schwämme oder von einem fossilen der fränkischen Schweiz herrührt. Die gleiche Erscheinung zeigen mehrere Gattungen fossiler Hexactinelliden, wenn man sie unter einander vergleicht.

Man bedarf somit zur Abgrenzung der Genera noch anderer Merkmale. Da die Fleischnadeln bei den fossilen Skeleten in der Regel fehlen oder da die Zugehörigkeit isolirter Kieselgebilde, wenn solche überhaupt vorhanden sind, mit den benachbarten Skeleten nur selten zu beweisen ist, so können dieselben in einem Systeme der Dictyoninen, welches sich auch auf die fossilen Formen erstrecken will, nur nebenbei verwerthet werden.

Um so werthvoller sind dafür die Eigenthümlichkeiten, welche die Oberfläche des festen Skeletes, ferner das Wasser-Canalsystem mit den dazu gehörigen Ostien und endlich die äussere Form des Schwammkörpers darbieten.

1. Die Oberfläche der Dictyoninen-Skelete unterscheidet sich bei manchen Gattungen in keiner Weise von den inneren Theilen. Die Gittermaschen besitzen dieselbe Grösse, die Kieseltrabekeln die gleiche Anordnung und Beschaffenheit wie das übrige Skelett, kurz die Oberfläche ist vollständig nackt. Dieser verhältnissmässig seltene Fall ist bei verschiedenen Arten der lebenden Gattungen *Eurete*, *Farrea* und *Myliusia* bekannt, unter den fossilen Dictyoninen besitzen z. B. *Pachyteichisma* und *Verrucocoelia* nackte Oberfläche.

Viel häufiger sind jedoch entweder beide Oberflächen oder wenigstens die äussere ganz oder theilweise mit Deckschichten von verschiedenartiger Beschaffenheit versehen. Auf die Wichtigkeit der Deckschichten (*Perienchym* Etallon, *Epidermis* F. A. Roemer, *couche pelliculaire* Pomel) haben schon Etallon, Roemer und Pomel die Aufmerksamkeit gelenkt.

Eine häufige Form von Deckschichtbildung besteht darin, dass sich die in der Ebene der Oberfläche gelegenen Arme der äussersten Sechsstrahlerschicht verdicken oder plattig ausbreiten oder durch Absendung von Seitenästen, welche wieder mit einander verschmelzen und sich gleichzeitig verdicken, rauhe und löcherige rechtwinklich gekreuzte Balken von sehr ungleicher Form bilden. Der nach Aussen gerichtete Strahl der Sechsstrahler verkümmert stets, der nach unten gerichtete dagegen steht mit dem Gittergerüst in Verbindung.

Derartige Deckschichten sind nur leichte Modificationen des Gittergerüsts selbst. Sie lassen meist noch eine maschenartige Anordnung deutlich erkennen, obwohl das Lumen der Maschen beträchtlich und sehr ungleich verengt sein kann. Je nach der stärkeren oder geringeren Abscheidung von Kieselerde erhält die Oberfläche eine grob- oder feilöcherige Beschaffenheit. Aus der regelmässigen Lage der Axencanäle lässt sich übrigens auch in der Deckschicht noch die Anordnung des darunter liegenden Gittergerüsts erkennen. (Beisp. Marshallia, Calodictyon, Pleurope, Plocoscyphia, Unterseite von Coeloptychium, Craticularia etc.)

Zuweilen entstehen Deckschichten dadurch, dass die oberste Sechstrahlerschicht des Skeletes wurzelartige Fortsätze aussendet, welche mit einander anastomosiren und auf diese Weise ein aus dichten Kieselfasern bestehendes verfilztes Gewebe bilden. Dasselbe überzieht entweder die Oberfläche gewisser Theile des Schwammkörpers oder es füllt nur die Maschen der obersten Lage des Gitterskeletes aus. (Etheridgia).

Eine grössere Unabhängigkeit vom eigentlichen Skelet erhält die Deckschicht, wenn sie eine grob- oder feilöcherige Kieselhaut bildet, in welcher Axenkreuze von der Grösse und Form der in den Skeletnadeln befindlichen regellos vertheilt liegen. (Sporadopyle, Craticularia, Sphenaulax, Sporadoscinion etc.)

In ganz anderer Weise entstehen unabhängige Deckschichten, wenn die äussere, innere, oder auch beide Oberflächen des Schwammkörpers von einer zuweilen äusserst zarten Spinnwebe ähnlichen Hülle von Sechstrahlern übersponnen ist, welche in verschiedener Weise entweder nur an den Spitzen oder mit der ganzen Schenkellänge aneinander gekittet sind. (Casearia, Cypellia, Tremadictyon etc). Auch bei diesen Sechstrahlern, welche sich zuweilen sehr wesentlich von denen des übrigen Skeletes unterscheiden, ist der nach Aussen gerichtete Strahl stets verkümmert. Bei gewissen Gattungen (Cypellia) sind die grossen Sechstrahler der Deckschicht zuweilen nur an ihren Spitzen durch schwache kieselige Brücken untereinander verbunden, bei anderen liegen sie wie Sterne in einer dünnen Kieselhaut eingebettet, welche die Oberfläche des Schwammes überzieht. (Porocypellia, Porospongia).

In denjenigen Fällen, wo die Nadeln der Deckschicht eine von den

Skeletnadeln abweichende Gestalt besitzen, vertreten sie ohne Zweifel die Fleischnadeln, ob dies aber auch dann der Fall ist, wenn die Deckschicht nur durch eine Verdichtung des Skeletes selbst entsteht, scheint mir zweifelhaft. Die Frage wird sich wohl erst entscheiden lassen, wenn einmal lebende Hexactinelliden mit ähnlicher Beschaffenheit der Oberfläche bekannt sein werden.

Bei einzelnen fossilen Dictyoninen (*Cystispongia*, *Lepidospongia*) ist die Aussenseite des Schwammkörpers mit einer dichten Kieselhaut überzogen, welche gänzlich frei von Axenkreuzen oder eingeschlossenen Nadeln ist.

Diese verschieden entwickelten Oberflächengebilde haben offenbar den Zweck, dem Schwammkörper grössere Festigkeit zu verleihen und ihn gegen Angriffe von Aussen zu schützen. Die Deckschichten selbst beeinflussen übrigens auch die äussere Erscheinung der fossilen Spongien in so hohem Masse, dass ihnen bereits A. Roemer und Pomel eine, wie mir scheint, allerdings zu weit gehende systematische Bedeutung beilegen.

2) In physiologischer Hinsicht wichtiger als die Deckschichten ist das Canalsystem zur Circulation des ein- und ausströmenden Wassers, nebst den dazu gehörigen Oeffnungen.

Bei den Hexactinelliden besitzen die Wände der Schwammkörper meist nur geringe Dicke und umschliessen einen sehr weiten Centralraum von röhriker, cylindrischer oder trichterförmiger Gestalt. Bei den kreisel-, trichter- und cylinderförmigen Hexactinelliden wird man den weiten Centralraum am besten als gemeinsame Magenöhle auffassen und somit derartige Spongien als monozoische Körper betrachten; die obere terminale Oeffnung wäre dann als Osculum zu bezeichnen. Bei ästigen, plattigen, knolligen und aus mäandrischen Röhren zusammengesetzten Körpern ist die Individualitätsfrage in der Regel schwer zu entscheiden, da die bisher meist als Oscula gedeuteten Oeffnungen oft ganz beliebig vertheilt sind und häufig mit Gastralhöhlen kaum in Beziehung zu stehen scheinen. (*Guettardia*, *Pleurostoma*, *Pleurope*.)

Im Gegensatz zu diesen Oscula und Pseudo-Oscula verhalten sich die Wege, auf denen das Wasser in den Schwammkörper eindringt und denselben durchspült, bei den verschiedenen Formen ausserordentlich constant

und liefern dadurch treffliche systematische Anhaltspunkte. Nach Haeckel³⁵⁾ ist das Canal- und Wassergefäß-System das bedeutendste, physiologisch und morphologisch wichtigste Organsystem aller Spongien. Es bestimmt nicht allein die wesentlichsten Unterschiede in der Körperform der verschiedenen Gruppen, sondern auch mehr oder weniger die Struktur und Form des Skeletes.“

Im Allgemeinen zeigt das Canalsystem bei den Hexactinelliden sehr einfache Verhältnisse, die in vielfacher Hinsicht an jene der Syconen erinnern. In der Regel beschränkt sich dasselbe auf eine grosse Anzahl einfacher, sehr selten verzweigter Canäle, welche in radialer Richtung entweder senkrecht oder schräg in die Wand eindringen. Nur ausnahmsweise durchbohren die Canäle die ganze Dicke der Wand (Aphrocallistes), viel häufiger beginnen sie entweder auf der Aussen- oder Innenseite der Wand und endigen blind unmittelbar unter der entgegengesetzten Oberfläche. (Ventriculites, Coscinopora, Sporadopyle etc.). Auf diese Weise stehen dann die meist runden Ostien der beiden Oberflächen in alternirenden Reihen.

In der einfachsten Form wird die Wassercirculation bewerkstelligt, wenn bei dünner Wandung des Schwammkörpers das Gitterskelet und die Oberfläche so grobmaschig sind, dass das Wasser ungehemmt eindringen und wieder austreten kann. In diesem Fall sind eigentliche Canäle überflüssig und es dürfte im lebenden Zustand wohl jeder Maschenöffnung der Skeletoberfläche eine Dermalpore im Syncytium entsprechen haben. Beispiele von Hexactinelliden mit grobmaschigem Skelet ohne alle Canäle und Ostien bieten die Gattungen *Farrea*, *Eurete*, *Myliusia*, *Marshallia*, *Callodictyon*.

Bei gewissen Hexactinelliden kann die Wassercirculation in Ermangelung eigentlicher Radialcanäle durch eine starke Faltung der Wand bewirkt werden. Es gibt z. B. *Ventriculiten*, bei denen sich die Wand in mäandrische Falten legt, zwischen denen auf beiden Oberflächen tiefe Längsfurchen vom oberen Rande des Bechers bis zur Basis verlaufen. Diese Furchen genügen vollständig für die Durchspülung des

35) Die Kalkschwämme I. S. 210.

Schwammkörpers und es können demgemäss auch alle Radialcanäle oder grösseren Oberflächenöffnungen fehlen.

Wenn sich jedoch bei Hexactinelliden mit mäandrisch gefalteter Wand die Falten dicht nebeneinander legen und auf diese Weise eine continuirliche Mauer bilden (Ventriculites) oder wenn die Wand eine ungewöhnliche Dicke erlangt (Pachyteichisma), dann stellt sich das Bedürfniss nach einem Canalsystem ein, welches das Wasser in das Innere des Skeletes zu führen vermag. Es treten jetzt die blinden Radialcanäle auf, deren Ostien in verschiedener Weise auf den beiden Oberflächen vertheilt sind.

Im Allgemeinen lässt sich für die Hexactinelliden die Regel constataren, dass mit der Stärke der Wand oder mit der Dichtigkeit des Gittergerüsts die Entwicklung des Canalsystems gleichen Schritt hält. Sämmtliche Gattungen mit sehr feinmaschigem Gewebe besitzen Canäle und zwar selbst dann, wenn die Wand zu einer papierdünnen Lamelle reducirt ist. (*Leptophragma Murchisoni*).

Ein ganz eigenthümliches, complicirtes Canalsystem besitzen einige der ältesten Hexactinelliden mit kugeligen, ungestielten Schwammkörpern (*Astylospongidae*). Bei diesen merkwürdigen Schwämmen besitzt die Wand eine sehr bedeutende Dicke; die Centralhöhle fehlt entweder ganz oder sie befindet sich als eine trichterförmige Vertiefung auf der Oberseite. Die ganze Masse des Schwammkörpers wird von zahlreichen in Radien gelegenen einfachen Canälen durchzogen, die von der Peripherie nach dem Centrum verlaufen. Diese Radialcanäle werden von anderen, stärkeren Canälen gekreuzt, die gleichfalls in Radialreihen geordnet sind, aber den Schwammkörper seiner ganzen Höhe nach durchziehen, indem sie parallel der Oberfläche verlaufen. Diese an lebenden und mesolithischen Hexactinelliden niemals vorkommende Beschaffenheit der Canäle entspricht fast genau dem bei gewissen Lithistiden beobachteten Wassergefäss-System. Auf die Mikrostruktur der Skeletnadeln scheinen indess die Canäle bei den *Astylospongiden* keinen Einfluss ausgeübt zu haben, denn diese unterscheiden sich vom Skelet der Lithistiden schon so scharf als jene der späteren Hexactinelliden.

Neben dem eigentlichen Wassergefäss-System findet sich bei einzelnen Hexactinelliden auch ein sogenanntes Inter-Canalsystem. Die röhren-

artigen Hohlräume und grösseren oder kleineren Oeffnungen an der Oberfläche, welche Haeckel ³⁶⁾ mit diesem Namen bezeichnet, entstehen lediglich in Folge eigenthümlicher Verwachsung gewisser Theile der Schwammkörper. Sie haben mit dem eigentlichen Canalsystem physiologisch Nichts gemein und zeigen auch niemals constante Verhältnisse in ihrem Verlauf oder in ihrer Gestalt. Was Haeckel über das Intercanal-System der Kalkschwämme sagt, hat im Wesentlichen auch für die Hexactinelliden Giltigkeit und ich kann darum einfach auf die classische Monographie der Calcispongien verweisen.

Bei den Hexactinelliden entsteht ein Intercanal-System nur an zusammengesetzten Stöcken und zwar hauptsächlich dann, wenn die Cormen aus Röhren zusammengesetzt sind, welche labyrinthisch durcheinander wachsen und unregelmässige Zwischenräume frei lassen. In ausgezeichneter Weise zeigt sich das Intercanal-System entwickelt bei *Etheridgia*, *Tremabolites*, *Cystispongia* und *Plocoscyphia*.

Man muss sich sehr hüten, die scheinbaren Magenöhrlungen (Pseudogastren) und Mündungen (Pseudostomen), welche das Intercanal-System an der Oberfläche bildet (*Etheridgia*, *Plocoscyphia* etc.) mit wirklichen Gastralräumen und deren Mündungen zu verwechseln. Eine Untersuchung der Vertiefung wird in den meisten Fällen sofort zeigen, dass derartige Scheinmägen nicht in die eigentliche Skeletmasse eingesenkt sind und von einer continuirlichen Wand begrenzt werden, sondern dass sie vielmehr Zwischenräume von meist unregelmässiger Gestalt darstellen, deren Wandungen durch die Aussenseite verschiedenwerthiger Theile eines Schwammkörpers gebildet werden.

3) Obwohl die äussere Form der Schwammkörper im Allgemeinen der grössten Veränderlichkeit unterworfen ist und in allen neueren Systemen der lebenden Spongien kaum noch berücksichtigt wird, so verdient dieselbe doch bei den Glas- und Kalkschwämmen mit festen steinartigen Skeleten höhere Beachtung. Man wird zwar nur ausnahmsweise Gattungen sofort an ihrer charakteristischen äusseren Gestalt zu erkennen im Stande sein (*Coeloptychium*, *Euplectella*), da sich im Allgemeinen die gleichen Formen bei den Hexactinelliden, Lithistiden und

³⁶⁾ Kalkschwämme I. S. 275.

Kalkschwämmen mit anastomosirenden Fasern genau wiederholen. Auch ist es absolut unmöglich einen becher-, schüssel-, trichter- oder cylinderförmigen Schwamm aus der Ordnung der Hexactinelliden generisch zu bestimmen, ohne die Skeletstruktur und das Canalsystem zu berücksichtigen.

Nichtsdestoweniger darf die allgemeine Körperform als secundäres Hilfsmittel bei einer natürlichen Systematik nicht vernachlässigt werden. Sind die verwandtschaftlichen Beziehungen einer Hexactinellide durch Untersuchung des Skeletes und des Canalsystems festgestellt, dann liefert die äussere Erscheinung in der Regel vorzügliche Merkmale zur Unterscheidung der Gattungen und Arten.

Haeckel und Carter, denen man gewiss keine Unterschätzung des mikroskopischen Baues und noch weniger eine Ueberschätzung der äusseren Erscheinung des Schwammkörpers vorwerfen kann, haben innerhalb der grösseren Gruppen die Gattungen sowohl bei den Calcispongien, als auch bei den Hexactinelliden vorzugsweise nach ihrer äusseren Form unterschieden. Was aber bei den lebenden Spongien berechtigt ist, wird auch bei den fossilen zulässig sein.

Die ganze Gestalt des Schwammkörpers, die Beschaffenheit und Stärke der Wand, die Grösse, Form und Lage der Centralhöhle, die Art und Weise der Verwachsung bei den polyzoischen Formen liefern werthvolle Momente für die Systematik. Besonderes Interesse verdient auch die Befestigung der Schwämme am Boden. Der Mangel einer sogn. Wurzel und die Beschaffenheit derselben, wenn sie vorhanden ist, dient zuweilen zur Erkennung der verschiedenen Gattungen.

Bei den fossilen Dictyoninen sind bartförmige, aus langen isolirten Kieselnadeln bestehende Wurzeln bis jetzt nicht mit Sicherheit nachgewiesen. Meist bildet die Wurzel eine stielartige Verlängerung, eine knollige oder plattige Ausbreitung oder eine verästelte Basis des Schwammkörpers. Dieselbe besteht aus Kieselementen, die entweder mit denen des übrigen Schwammkörpers in Form und Anordnung mehr oder weniger übereinstimmen oder das Gewebe der Wurzel lässt eine weitgehende Differenz gegen das eigentliche Gitter erkennen. Die Gitterstruktur wird undeutlich, und die Wurzel besteht aus parallelen, langen Kieselfasern meist ohne Axencanäle, deren Entstehung aus Hexactinelliden-

Gewebe in der Regel nur noch durch die in mehr oder weniger regelmässigen Abständen befindlichen Querverbindungen angedeutet wird.

Eine ausführlichere Erörterung aller bisher erwähnten Verhältnisse muss ich einer speciellen Arbeit über die in Deutschland vorkommenden fossilen Schwämme vorbehalten. Zu dieser umfangreichen Monographie liegen bereits ein Theil des Textes, sowie die Abbildungen der Mikrostruktur fast aller Hexactinelliden-Gattungen vollendet vor. Ich bin zu dieser grösseren Arbeit theils durch den beklagenswerthen Zustand der paläospongiologischen Literatur, theils aber auch durch ein Gefühl der Verantwortlichkeit gedrängt worden, welches mir gebietet auf der durch eine neue Untersuchungsmethode gewonnenen sicheren Basis nicht nur das rohe Gerüste eines Systemes in der vorliegenden Abhandlung aufzubauen, sondern das Gebäude auch in fertigem Zustande den Fachgenossen zu übergeben. Der Beschaffung des Materials zu einer umfassenden Untersuchung fossiler Spongien stehen freilich grössere Schwierigkeiten im Wege, als ich anfänglich vermuthete; denn im Allgemeinen erfreuten sich diese Versteinerungen bisher nur in geringem Maasse der Aufmerksamkeit. In Folge dieses Umstandes fehlt es noch an grösseren vollständigen Sammlungen, selbst in den reichhaltigsten Museen sind in der Regel nur einzelne Localitäten in genügender Weise vertreten. Es ist mir indess durch die grosse Zuvorkommenheit zahlreicher befreundeter Fachgenossen³⁷⁾ schon jetzt gelungen, nicht allein aus Deutschland und Böhmen eine grosse Anzahl der von Goldfuss, Münster, Ferd. Roemer, Reuss, Geinitz, Schlüter, F. A. Roemer u. A. beschriebenen Arten theils in den typischen Originalstücken, theils in Exemplaren zu erhalten, welche mit authentischen Bestimmungen der Verfasser versehen waren, sondern auch aus Russland und England erlangte ich durch die Güte der Herren F. Schmidt in St. Petersburg, Prof. Sinzow in Odessa, Constantin Milaschewitsch in Moskau und Edw. Lee in Torquay ein reiches Ver-

37) Es drängt mich an dieser Stelle den Herren, welche mir in liberalster Weise Material zu meinen Untersuchungen zur Verfügung stellten, meine Erkenntlichkeit öffentlich auszusprechen. Ich habe meinen Dank namentlich darzubringen den Herren K. Andrae in Bonn, E. Beyrich in Berlin, W. Dames in Berlin, Theodor Fuchs in Wien, W. Gümbel in München, H. B. Geinitz in Dresden, J. Krenner in Pesth, Ottmer in Braunschweig, Ferd. Roemer in Breslau, H. Roemer in Hildesheim, A. Schlönbach in Salzgitter, Cl. Schlüter in Bonn, K. von Seebach in Göttingen und G. Tschernack in Wien.

gleichs-Material. Für Mittheilung lebender Hexactinelliden und Lithistiden bin ich Herrn Dr. W. Marshall in Weimar und Herrn Dr. J. W. Carter in BudleighSalterton zu besonderem Danke verpflichtet.

Der nachstehende Versuch eines Hexactinelliden-Systems ist nicht aus dem Wunsche hervorgegangen; die bisherigen Classificationen um jeden Preis umzugestalten, allein nachdem die mikroskopische Untersuchungsmethode, welche sich bereits bei den lebenden Hexactinelliden so vortrefflich bewährt hatte, auch auf die fossilen Spongien angewendet worden war, ergaben sich so viele neue Thatsachen und Gesichtspunkte, dass nothwendiger Weise nicht nur in den bisherigen Classificationsversuchen der fossilen, sondern auch der lebenden Hexactinelliden mehr oder weniger tiefgreifende Veränderungen nothwendig wurden.

Uebersicht der fossilen und lebenden Hexactinelliden geordnet nach ihren Verwandtschafts-Verhältnissen.

Classe: **Spongiae.**

Ordnung: **Hexactinellidae.** O. Schmidt.

Kieselschwämme mit isolirten oder gitterförmig verschmolzenen Nadeln von sechsstrahliger Form. Sämmtlichen Kieselgebilden liegt ein Axenkreuz aus drei rechtwinklich sich schneidenden Centralcanälen zu Grunde. Ausser den eigentlichen Skeletnadeln³⁸⁾ sind häufig noch zahlreiche isolirte „Fleischnadeln“ von meist sehr zierlicher Form vorhanden.

I. Unter-Ordnung: **Dictyonina.**

Skelet-Nadeln in der Art verschmolzen, das jeder Arm eines Sechsstrahlers sich an den entsprechenden Arm einer benachbarten Nadel anlegt, wobei beide von einer gemeinsamen Kieselhülle umschlossen werden. Die zusammen-

38) Die Skeletnadeln werden von Carter (l. c. S. 353) ursprünglich definirt als: „large spicules which are only concerned in the formation of the supporting structure or skeleton“. In einer soeben erschienenen Abhandlung „on two vitreohexactinellid sponges“ (Ann. Mag. nat. hist. 1877. S. 121) wird die Bezeichnung „Skeletnadeln“ lediglich auf die grösseren, freien Kieselgebilde der Hexactinelliden angewendet. Die verschmolzenen Sechsstrahler, welche das zusammenhängende Gitterskelet bilden und welche ich in der vorliegenden Abhandlung vorzugsweise Skeletnadeln genannt habe, heissen bei Carter „vitreous fibre“. (Anmerkung während des Druckes).

hängenden Skelete bestehen aus einem Gitterwerk mit Maschen von cubischer und unregelmässiger Form. Fleischnadeln vorhanden oder fehlend.

1. Familie: Astylospongidae.

Schwammkörper sehr dickwandig, ungestielt, frei (zuweilen auch mit breiter Basis festgewachsen). Wassergefässsystem aus radialen von der Oberfläche nach dem Centrum gerichteten Canälen bestehend, zu denen meist noch Verticalröhren kommen, die ebenfalls zu 8—10 in radialen Reihen stehen. Gittergerüst ziemlich unregelmässig mit dichten Kreuzungsknoten.

Astylospongia F. Roem. Silur.

Palaeomation F. Roem. Silur.

Protachilleum. Zitt. Silur.

Eospongia. Billings. Silur.

2. Familie: Euretidae.

Schwammkörper becherförmig, cylindrisch, kreiselförmig oder ästig, festgewachsen. Skelet gitterförmig, die Kreuzungsknoten der verschmolzenen Sechsstrahler undurchbohrt. Oberfläche nackt oder durch Verdichtung der äusseren Skeletschicht geschützt, zuweilen mit einem sehr zarten Netz verschmolzener Nadeln überzogen, welche in der Form von denen des übrigen Skeletes wenig abweichen. Diese maschige Oberhaut überspinnt auch die Ostien. Wurzelstruktur jener des übrigen Schwammkörpers ähnlich. Fleischnadeln fehlend oder vorhanden.

a. Canalsystem wohl entwickelt. Ostien der blinden Radialcanäle abwechselnd auf beiden Oberflächen.

?Protospongia. Salt. Silur.

Calathium. Billings. Silur.

Archaeocyathus. Billings. Silur.

?Trachyum. Billings. Silur.

?Steganodictyon. M'Coy. Devon.

Tremadictyon. Zitt. Ob. Jura.

Craticularia. Zitt. Mittl. u. ob. Jura. Kreide. Miocaen.

?Eubrochus. Sollas. Gault.

Sphenaulax. Zitt. Ob. Jura.

Sporadopyle. Zitt. Ob. Jura.

*Sclerothammus. Marsh.³⁹⁾

b. Canalsystem fehlend oder kaum entwickelt.

*Farrea. Bowb. Tertiär.

*Eurete. Marshall.

Verrucocoelia. Ob. Jura. Kreide.

*Aulodictyon. S. Kent.

3. Familie: Coscinoporidae.

Schwammkörper becherförmig, sternförmig oder ästig, öfters zusammengedrückt. Radialcanäle sehr zahlreich, einfach, gerade, blind. Ostien klein, Skelet feinmaschig, dicht, steinartig, durch die zahlreichen Radialcanäle an einer regelmässigen Bildung von cubischen Maschen gehindert. Kreuzungsknoten der Sechsstrahler dicht, selten durchbohrt. Deckschicht meist fehlend oder nur durch Verdichtung der äussersten Skeletlage gebildet.

?Bothroconus. King. Dias.

Leptophragma. Zitt. Kreide.

Pleurostoma. Roem. Kreide.

Guettardia. Mich. Kreide. Eocaen.

Coscinopora. Goldf. Kreide.

4. Familie: Mellitionidae.

Schwammkörper ästig, kugelig oder plattig. Wand von zahlreichen röhrenförmigen Wassercanälen vollständig durchbohrt und dadurch in wabenähnliche Zellen eingetheilt. Skeletnadeln mit dichten Kreuzungsknoten. Oberfläche (?nackt oder) mit einer zarten, maschigen oder porösen Kieselhaut überspannen, welche auch die Oeffnungen der Canäle bedeckt. Wurzel fehlt.

*Aphrocallistes. Gray. Kreide. Miocaen.

*?Fieldingia Sav. Kent.⁴⁰⁾

5. Familie: Ventriculitidae.

Schwammkörper einfach oder polyzoisch, becher-, trichter-, cylinder-, kreiselförmig oder ästig. Wand mäandrisch gefaltet. Gittergerüst mit octaëdrisch

39) Die mit * bezeichneten Gattungen gehören der Jetztzeit an.

40) Ausserdem Stauronema Sollas. Vgl. Anhang. (Spätere Anmerkung.)

durchbohrten Kreuzungsknoten. Canalsystem meist wohlentwickelt. Radialcanäle blind. Beide Oberflächen mit Ostien oder Längsfurchen. Deckschicht selten fehlend, in der Regel durch Verdichtung der äussern Skeletlage entstanden. Wurzel aus verlängerten, durch Querbrücken verbundenen Kieselfasern ohne Axencanäle bestehend.

a. Ohne Wurzel.

Pachyteichisma. Zitt. Jura.

Trochobolus. Zitt. Jura.

b. Mit Wurzel.

Ventriculites. Mantell. Kreide.

Schizorhabdus. Zitt. Kreide.

Tretostamnia. Pomel. Miocaen.

Rhizopoterion. Zitt. Kreide.

Sporadoscinia. Pomel. Kreide.

Limosinion. Pomel. Kreide.

Polyblastidium. Zitt. Kreide.

c. Oberrand des Bechers mit feinporöser Deckschicht.

Cephalites. Toulmin Smith (p. p.). Kreide.

d. Aeussere Oberfläche mit einer dichten Kieselhaut versehen.

Lepidospongia. Roem. Kreide.

6. Familie: Staurodermidae.

Schwammkörper kreisel-, trichter-, cylinderförmig, selten ästig. Gitterskelet mehr oder weniger regelmässig. Kreuzungsknoten dicht oder octaëdrisch durchbohrt. Aeussere oder beide Oberflächen der Wand mit sternförmigen Nadeln versehen, welche sich in der Form von denen des übrigen Skeletes unterscheiden und entweder nur lose mit einander verkittet sind, oder in einer zusammenhängenden Kieselhaut eingebettet liegen.

a. Canalsystem wohl entwickelt. Schwammkörper becherförmig, cylindrisch oder ästig.

Cypellia. Pomel. Jura.

Stauroderma. Zitt. Jura.

Porocypellia. Pomel. Jura.

Casearia. Quenst. Jura.

b. Canalsystem schwach entwickelt. Schwammkörper plattig.

Porospongia. d'Orb. Jura.

Ophrystoma. Zitt. Kreide.

?Placochlaenia. Pomel. Miocaen.

7. Familie: Maeandrospongidae.

Schwammkörper aus mäandrisch verschlungenen und anastomosirenden, dünnwandigen Röhren oder Blättern bestehend. Canalsystem fehlend oder kaum entwickelt. Intercanalsystem stets vorhanden. Deckschicht fehlend oder eine zusammenhängende Kieselhaut auf der Oberfläche bildend.

a. Ohne besondere Deckschicht.

Plocoscyphia. Reuss. Kreide.

*Dactylocalyx. Stutchb.

*Periphragella. Marshall.

*Myliusia. Gray. (p. p.)

b. Mit Deckschicht.

Tremabolites. Zitt. Kreide.

Etheridgia. Tate. Kreide.

Toulminia. Zitt. Kreide.

Camerospongia. d'Orb. Kreide.

Cystispongia. Roem. Kreide.

8. Familie: Callodictyonidae.

Schwammkörper becherförmig. Wand aus sehr regelmässigem weitmaschigem Gittergerüst mit octaëdrischen Kreuzungsknoten bestehend; Canalsystem fehlend oder auf die zuweilen sehr dicke Deckschicht der Aussenseite beschränkt. Im Innern der Wand findet die Wassercirculation direct durch die Maschen des Gitterskelets statt.

a. Wand nackt.

Callodictyon. Zitt. Kreide.

Marshallia. Zitt. Kreide.

Becksia. Schlüter. Kreide.

b. Aussenseite der Wand mit einer dicken Deckschicht versehen, welche in der Struktur mit dem Wurzelgewebe übereinstimmt.

Pleurope. Zitt. Kreide.

Diplodictyon. Zitt. Kreide.

9. Familie: Coeloptychidae.

Schwammkörper schirmförmig, gestielt. Wand dünn, tief gefaltet, die Centralhöhle in radiale Kammern zerlegt. Oberseite flach oder vertieft ganz von einer zusammenhängenden Deckschicht überzogen, welche in der Regel aus abwechselnd grob und fein porösen Streifen besteht. Canalostien nur auf der Unterseite des Schirms auf dem Rücken der Falten, zuweilen auch auf dem Stiel. Gittergerüst mit grossen, regelmässigen cubischen Maschen. Die Kreuzungsknoten der verschmolzenen Sechsstrahler octaëdrisch durchbohrt; Arme der Sechsstrahler mit dornigen und wurzelartigen Fortsätzen.

Coeloptychium. Goldf. Kreide.

II. Unter-Ordnung: *Lyssakina*.

Ganzes Skelet aus Nadeln bestehend, welche nur durch Sarkode (ausnahmsweise auch durch plattige Kieselsubstanz in unregelmässiger Weise) verbunden sind. Fleischnadeln meist reichlich vorhanden und sehr differenzirt.

1. Familie: Monakidae. Marshall.

Ganzer Schwammkörper nur aus gleichartigen Nadeln zusammengesetzt.

Acanthospongia. Salt. Silur. Kohlenkalk.

Stauractinella. Zitt. Jura.

2. Familie: Pleionakidae. Marsh.

Hauptmasse des Skelets aus reinen Sechsstrahlern, daneben Besengabeln oder Rosetten.

*Askonema. Kent.

*Lanuginella. Schmidt.

3. Familie: Pollakidae. Marsh.

Form der Skelet- und Fleischnadeln sehr mannigfaltig. Besonderes Dermal-skelet und Auskleidung der Magenöffnungen vorhanden. Basis meist einen Wurzelschopf aus langen Kieselnadeln bildend.

- *Holtenia. Schmidt.
- *Pheronema. Leidy.
- *Crateromorpha. Gray.
- *Rosella. Carter.
- *Sympagella. Schmidt.
- *Placodictyon. Schmidt.
- *Euplectella. Owen.
- *Habrodictyon. W. Thomson.
- *Labaria. Gray.
- *Semperella. Marshall. (Meyerina. Gray.)
- *Hyalonema. (Carteria) Gray.
- ?Acestra. Roem. Silur.

Existenzbedingungen und Verbreitung der fossilen Hexactinelliden.

W. Marshall gibt in seiner ersten, mehrfach erwähnten Abhandlung⁴¹⁾ eine tabellarische Uebersicht des geographischen und bathymetrischen Vorkommens der lebenden Hexactinelliden, Darnach finden sich diese Schwämme von circa 65^o n. Br. bis gegen 50^o s. Br. und zwar in der beträchtlichen Tiefe von 500 bis 4000 Fuss. Die lebenden Hexactinelliden sind somit exquisite Tiefseebewohner.

Diese Thatsache berechtigt a priori zu dem Schlusse, dass auch die fossilen Formen wahrscheinlich unter ähnlichen Verhältnissen existirt haben. Berücksichtigt man nun die Art und Weise des Vorkommens der fossilen Hexactinelliden, so gelangt man in der That zum gleichen Resultat.

Die paläozoischen Formen gewähren in dieser Hinsicht allerdings keinen Aufschluss. Die bis jetzt im Silur bekannten Gattungen (Astylospongia, Palaeomanon, Protachilleum, Eospongia, Protospongia, Calathium, Trachyum, Archaeocyathus, Acanthospongia und ?Acestra) unterscheiden sich in wesentlichen Merkmalen von den späteren Hexactinelliden und

41) l. c. S. 150.

bedurften möglicherweise anderer Lebensbedingungen als ihre Nachfolger. Im Devon, Kohlenkalk und in der Dyas ist unsere Ordnung bis jetzt nur durch die sehr ungenügend untersuchten Gattungen *Steganodictyon* (Devon), *Acanthospongia* (Carbon) und *Bothroconis* (Dyas) vertreten. In Canada finden sich *Archaeocyathus* und *Eospongia* in der Potsdam-, *Calathium* und *Trachyum* in der Quebec-Gruppe, also bereits in den ältesten Silur- (resp. Cambrischen) Bildungen; in Tennessee liegen zahlreiche Exemplare von *Astylospongia* und *Palaeomanon* im mittelsilurischen Kalk, während in Europa die erstere Gattung in Esthland und Gotland in obersilurischen Ablagerungen und in ganz Norddeutschland als Diluvialgeschiebe auf sekundärer Lagerstätte aufgefunden wird. In der Regel werden die Spongien begleitet von Brachiopoden, Trilobiten und Pteropoden und kommen in Ablagerungen vor, denen man wohl ebensogut einen pelagischen als litoralen Charakter zuschreiben darf.

Aus Trias und Lias sind bis jetzt keine Hexactinelliden bekannt und auch im Dogger finden sich nur vereinzelte Exemplare der Gattungen *Tremadictyon* und *Craticularia* und zwar im unteren Oolith, in der Bath- und Kelloway-Gruppe.

Eine reiche Entfaltung von Hexactinelliden zeigt der obere Jura, jedoch nur da, wo derselbe in der Form von Kalkstein auftritt. Die Spongitenkalke des weissen Jura γ und δ , sowie der sog. Birmensdorfer Schichten in Polen, im schweizerischen und französischen Jura und in der Gegend von Niort sind die Hauptfundorte von jurassischen Hexactinelliden und Lithistiden. Ganz vereinzelt treten sie auch in der Corallenfacies verschiedener Localitäten auf. Sie fehlen jedoch vollständig den schlammigen oder sandigen Litoralbildungen Nordfrankreichs, Englands und Norddeutschlands. Wirft man einen Blick auf die übrige Fauna der eigentlichen Spongitenkalke, so spricht auch der Reichthum an Brachiopoden, Crinoiden und stellenweise an Foraminiferen, sowie der Mangel an ächten uferbewohnenden Gastropoden und Lamellibranchiern für eine Entstehung dieser Ablagerungen in tiefem Wasser. Die im oberen Jura verbreiteten Gattungen sind *Tremadictyon*, *Craticularia*, *Sphenaulax*, *Sporadopyle*, *Verrucocoelia*, *Pachyteichisma*, *Trochobolus*, *Cypellia*, *Stauroderma*, *Casearia*, *Porospongia*, *Porocypellia*, *Stauractinella*.

Zum gleichen Ergebniss führt die Verbreitung der Hexactinelliden in der Kreideformation. Sie fehlen in den älteren Stufen fast ganz oder kommen doch nur vereinzelt vor. Erst mit der Cenoman-Gruppe stellen sie sich da in grösserer Menge ein, wo die als „Pläner“ entwickelten Ablagerungen durch Reichthum an Foraminiferen und Armuth an Litoralthieren den Charakter von Tiefseegebilden tragen. In Norddeutschland, Sachsen, Böhmen, Schlesien und Polen liegen die ausgiebigsten Fundorte für mittelcretacische Hexactinelliden aus den Gattungen *Ventriculites*, *Cystispongia*, *Camerospongia*, *Diplodictyon*, *Plocoscyphia*, *Pleurostoma* etc.

Die grösste Mannichfaltigkeit an fossilen Hexactinelliden und Lithistiden liefert die obere Abtheilung der cretacischen Formation, jedoch nur in solchen Ablagerungen, welche wie die Schreibkreide oder gewisse Kreidemergel seit langer Zeit aus vielfachen Gründen als Tiefseebildungen betrachtet werden. Im litoralen Kreidetuff von Maestricht, im Korallenkalk von Faxoe oder in der craie pisolithique des Pariser Beckens hat man bis jetzt vergeblich nach Hexactinelliden gesucht. Die cretacischen Hexactinelliden zeichnen sich zum grössten Theil durch octaëdrisch durchbohrte Kreuzungsknoten der Sechsstrahler gegenüber den paläozoischen und jurassischen Formen aus und gehören mit wenig Ausnahmen eigenthümlichen, auf die Kreideformation beschränkten Gattungen an. (*Ventriculites*, *Schizorhabdus*, *Limosinion*, *Sporadoscina*, *Rhizopoterion*, *Cephalites*, *Lepidospongia*, *Leptophragma*, *Pleurostoma*, *Guettardia*, *Coscinopora*, *Ophrystoma*, *Plocoscyphia*, *Tremabolites*, *Etheridgia*, *Toulminia*, *Camerospongia*, *Cystispongia*, *Marshallia*, *Callodictyon*, *Pleurope*, *Diplodictyon*, *Coeloptychium*). Mit der Juraformation gemeinsam sind nur die Gattungen *Craticularia* und *Verrucocoelia*.

Der Mangel an eigentlich abyssischen Absätzen in Nordeuropa während der verschiedenen Phasen der Tertiärzeit dürfte den Mangel an Hexactinelliden in dieser Formation am einfachsten erklären. Abgesehen von kleinen Skelettrümmern, die möglicher Weise zu den Gattungen *Farrea* und *Myliusia* gehören aus eocänem Sandstein von Brüssel⁴²⁾ und aus miocänem Sand von Ruditz in Mähren, sowie einem miocänen *Aphrocallistes* aus

42) Rutot l. c. pl. 3. Fig. 33. 34.

Russland kenne ich keine tertiären Hexactinelliden aus dem nördlichen und mittleren Europa.

Aber auch in den südeuropäischen Nummulitenbildungen, denen man theilweise wenigstens eine Entstehung in tiefem Wasser zuschreibt, kommen sie auffallender Weise nur als grosse Seltenheiten vor. Der einzige sichere Nachweis besteht in einer eocänen Guettardia, welche d'Archiac aus der Gegend von Biarritz beschrieben hat.

Diese vorläufig noch unaufgeklärte Lücke wird indess durch A. Pomel's wichtige Entdeckung von zahlreichen Miocänspongien in der Provinz Oran theilweise ausgefüllt. Unter den nordafrikanischen Hexactinelliden spielt die Gattung Craticularia Zitt. (Laocoetis Pom.) durch erstaunlichen Formenreichthum die Hauptrolle, daneben werden noch Arten von Aphrocallistes (Badinskia Pom.), Tretostannia Pom. und Placochlaenia Pom., sowie eine beträchtliche Menge Lithistiden beschrieben.

Wenn sich somit die fossilen Hexactinelliden durch ihre eigenthümliche geologische Verbreitung fast ebenso bestimmt als Tiefseebewohner ausweisen, wie ihre lebenden Verwandten, so gewinnen wir in diesen Organismen ein wichtiges Moment zur Beurtheilung der Bildungsweise urweltlicher Ablagerungen.

Die Beschränkung der fossilen Hexactinelliden auf Tiefseeabsätze bedingt aber auch mit Nothwendigkeit das sprungweise, durch lange Unterbrechungen geschiedene Auftreten derselben. In Formationsgliedern, welche bis jetzt nur in litoraler Facies bekannt sind, gibt es keine Hexactinelliden. Die verschiedenen Spongienhorizonte sind desshalb auch theilweise durch enorme zeitliche Zwischenräume auseinander gerückt. Es folgen z. B. auf die silurischen Formen unmittelbar die oberjurassischen (im Devon, Kohlenkalk und in der Dyas kennt man keine eigentlichen Spongien-schichten) und auch diese sind wieder durch eine weite Kluft von den mittel- und obercretacischen geschieden. Dies erklärt am besten die fundamentalen Verschiedenheiten der im Alter aufeinander folgenden Spongienfaunen in Silur, in Jura, in Kreide und im Miocän. Wir haben uns unter diesen Umständen eher darüber zu wundern, dass überhaupt einzelne Gattungen zwei Formationen gemein sind, als dass z. B. die jurassischen und cretacischen Hexactinelliden grosse Verschiedenheiten aufweisen.

Es dürfte überhaupt wenige erhaltungsfähige Abtheilungen des Thierreichs geben, von welchen die Paläontologie ein gleich fragmentarisches Bild ihrer Phylogenie liefert. Unsere ganze Kenntniss der fossilen Hexactinelliden beschränkt sich auf vereinzelte weit zerstreute Reste einer Entwicklungsreihe, deren Zwischenglieder vielleicht in Ablagerungen begraben liegen, welche jetzt unter den Meeresspiegel versenkt sind oder sich in noch unerforschten Erdtheilen befinden. Dass bei solchen Verhältnissen die Construction von Stammbäumen zur Zeit wenigstens ein ebenso unfruchtbares als undankbares Bemühen bleiben muss, bedarf kaum noch der Erwähnung.

U e b e r s i c h t

der fossilen Hexactinelliden-Gattungen.⁴³⁾

A. *Dictyonina*. Zitt.

1. Familie: Astylospongiadae.

Astylospongia. Ferd. Roem.

Silur. Fauna des westl. Tennesee. S. 8.

Schwammkörper kugelig oder dick scheibenförmig, frei, ohne Anwachsstelle. Centralhöhle klein, schwach vertieft oder ganz fehlend. Wassercirculations-system aus zahlreichen von der Peripherie nach dem Centrum verlaufenden und aus verticalen dem Umriss des Schwammkörpers parallelen Canälen gebildet. Skelet aus verschmolzenen Sechsstrahlern mit dichten Kreuzungsknoten bestehend. Gittergerüst unregelmässig mit polyëdrischen, dreieckigen

43) Bei den mit Diagnosen versehenen Gattungen habe ich abgesehen von wenigen Ausnahmen die Mikrostruktur selbst untersucht. Genera, von denen mir keine Originalstücke zugänglich waren, sind ohne weitere Bemerkung unter Hinweis auf die Originalbeschreibung citirt. Eine Synonymik wurde nicht angestrebt, wohl aber sind bei jeder Gattung eine oder mehrere typische Arten als Beispiele angegeben. Wo mir eine Art nur aus Abbildung und Beschreibung bekannt wurde, ist ein † beigefügt. Diejenigen Arten, von denen ich die Originalexemplare eines früheren Autors untersuchen konnte, sind mit * bezeichnet.

oder viereckigen Maschen. In der Regel heften sich an einen Kreuzungsknoten Arme mehrerer benachbarten Sechsstrahler an.

Astylospongia praemorsa. Goldf. sp. Roem. l. c. I. 1.

Astylospongia castanea. Roem. Silur. Fauna von Sadewitz III. 3.

Palaeomanon. F. Roem. Silur. Fauna. des westl. Tennsee. S. 12.

Von voriger Gattung nur durch die napfförmige Gestalt, weite Centralhöhle und grösseren Ostien auf den Seiten verschieden.

P. cratera. F. Roem. l. c. I. 4.

Protachilleum. Zitt.

Schwammkörper pilzförmig, gestielt, Oberseite gewölbt, ohne Centralhöhle. Skelet aus grossen verschmolzenen Sechsstrahlern mit verdickten Kreuzungsknoten bestehend.

†P. Kayseri. Zitt. Kayser Beitr. zur Geol. und Paläontol. der Argent. Republik II. 1. S. 22. t. V. Fig. 10.

?Eospongia. Billings.

Geolog. Surv. of Canada. Palaeozoic foss. Vol. I. S. 19.

2. Familie: Euretidae.

Protospongia. Salter.

Quart. journ. geol. Soc. 1864. XX. S. 238 t. XIII. 12. ⁴⁴⁾

Calathium. Billings.

Palaeozoic fossils. Geolog. Surv. of Canada. Vol. I. 1865. S. 208—211. 335—38. 358.

?Trachyum. Billings ibid. S. 211.

Archaeocyathus. Billings ibid. S. 3—5. 354.

?Steganodictyum. McCoy.

Palaeozoic fossils of the Cambridge Museum. t. 2 A. Fig. 1—4.

44) ?Amphispongia Salt. (Mem. geol. Surv. Explanation of Edinburgh Sheet etc. pl. 2. Fig. 3) gehört möglicher Weise hierher, vielleicht aber auch zu den Lyssakinen.

Tremadictyon. Zitt.

Becherförmig, tellerartig, walzig. Centralhöhle weit. Wand auf beiden Seiten mit ziemlich grossen in alternirenden Reihen stehenden rhomboidischen oder ovalen Ostien. Radialcanäle blind. Wurzel knollig. Gitterskelet der Wand und Wurzel aus grossen, aber ungleichen und unregelmässig geformten Maschen bestehend, indem die Arme der verschmolzenen Sechsstrahler sich häufig verdicken oder plattig ausbreiten. Kreuzungsknoten dicht. Oberfläche der Wand beiderseits mit einem äusserst zarten, maschigen Netz verschmolzener Sechsstrahler überzogen, welches auch die Ostien überspinnnt. Wurzel ohne Ostien und Canäle.

Scyphia reticulata. Goldf. t. VI. 1.

(*Scyphia polyommata.* Goldf.)

Spongites obliquatus. Quenst. Jura t. 81. 97.

Craticularia. Zitt.

Schwammkörper einfach oder ästig. Beide Oberflächen mit zahlreichen rundlichen oder ovalen Ostien, welche in verticalen und horizontalen Reihen stehen und sich rechtwinklich kreuzen; zuweilen liegen die Ostien der einen Oberfläche auch in Längsfurchen. Die blinden Radialcanäle sind geradlinig, ziemlich stark. Skelet aus grossen verschmolzenen Sechsstrahlern mit dichten Kreuzungsknoten bestehend, welche ein regelmässiges, lockeres Netzwerk mit cubischen Maschen bilden. Zuweilen ein Deckgespinnst wie bei Tremadictyon vorhanden.

**Scyphia parallela.* Goldf. t. III. 3.

Scyphia clathrata. Goldf. III. 1.

**Scyphia paradoxa.* Münst. Goldf. XXI. 6.

**Scyphia Beaumonti.* Reuss. Böhm. Kr. t. XVII. 12.

†*Laocoetis infundibulata.* Pom. Paléontologie de l'Oran. I^{bis} 3. 4.

†*Laocoetis dichotoma.* Pom. l. c. t. II^{bis} 3. 5.

Eubrochus. Sollas.⁴⁵⁾

Geolog. Mag. 1876. S. 398.

45) Die Gattung Eubrochus ist ungenügend charakterisirt, möglicherweise identisch mit Craticularia.

Sphenaulax. Zitt.

Kreisel-, becher- oder keilförmig. Oberrand abgestutzt. Wand dick, in grobe mäandrische Falten gelegt, die auf der Aussenseite durch tiefe Längsfurchen geschieden sind. Die Falten von blinden Radialcanälen durchzogen, deren runde Ostien an der Wand der Centralhöhle münden und in horizontalen und vertikalen Reihen stehen, welche sich rechtwinklich kreuzen.

Skelet und Deckhaut wie bei Craticularia.

Scyphia costata. Goldf. t. II. Fig. 10.

Sporadopyle. Zitt.

Becherförmig, trichterförmig oder ästig. Aeussere Oberfläche mit zerstreut oder im Quincunx stehenden Ostien. Radialcanäle einfach, blind. Innere Wand mit reihenförmig geordneten Ostien. Skelet und Oberflächenschicht ähnlich Craticularia.

Scyphia obliqua. Goldf. III. 5^{a, b, d}.

*Scyphia texturata. Goldf. II. 5.

*Scyphia secunda. Mst. Goldf. XXXIII. 7.

Spongites ramosus. Quenst. Jura. t. 83. 1.

Verrucocoelia. Etallon.

Actes de la société jussassienne d'émulation de Porrentruy 1860. S. 129.
Polyzoisch, ästig, häufig mit knospenartig um einen gemeinsamen Stamm gestellten Kelchen. Centralhöhlen röhrig, communicirend, mit terminaler Oeffnung oder geschlossen. Canalsystem kaum entwickelt, Ostien sehr klein, unregelmässig vertheilt. Oberfläche nackt. Skelet wie Sporadopyle.

Achsenanäle der Sechsstrahler weit.

*Scyphia verrucosa. Goldf. t. XXXVIII. 8^{a-d}.

Scyphia gregaria. Quenst. Jura. t. 81. 80.

*Polycoelia laevigata. F. A. Roem. Spongit. t. XI. 8.

3. Familie: Coscinoporidae.

?Bothroconis. King.⁴⁶⁾

A. Monograph of the Permian fossils. Pal. Soc. 1849. S. 14.

46) Die Stellung dieser Gattung ist sehr zweifelhaft. Nach der Abbildung (Perm. foss. t. II. Fig. 7a) scheint sie zu den Hexactinelliden zu gehören. Noch problematischer ist Conis Lonsd. Quart. Journ. V. S. 55—65 aus Atherfield, die möglicher Weise ein Kalkskelet besass.

Leptophragma. Zitt.

Schwammkörper becherförmig. Wand dünn. Beide Oberflächen mit zahlreichen, kleinen, meist in Längs- und Querreihen geordneten Ostien von ganz feinen, blinden Radialcanälen. Skelet steinartig aus dichtem Gittergewebe von ziemlich unregelmässiger Anordnung bestehend. Die Maschen zwischen den Kieselfasern von sehr verschiedenartiger Gestalt. Kreuzungsknoten der Sechstrahler dicht. Struktur der Wurzel mit der Wand übereinstimmend.

*Scyphia Murchisoni. Goldf. t. LXV. 8.

Scyphia striato-punctata. Roem. Kr. 3. 7.

Scyphia angularis. Roem. Kr. 3. 2.

Scyphia fragilis. Roem. Kr. 3. 11.

Pleurostoma. Roem. (p. p.)

Nordd. Kr. S. 5.

Schwammkörper blatt- und becherförmig oder ästig, stets stark zusammengedrückt, mit einer Reihe grosser Oeffnungen an den abgerundeten schmalen Seiten. Wand dünn, beiderseits mit zahlreichen, unregelmässig geordneten, kleinen Ostien. Radialcanäle einfach blind. Skeletstruktur wie bei voriger Gattung.

Pleurostoma radiatum. Roem. Kr. 1. 11.⁴⁷⁾

Pleurostoma Bohemicum. Zitt. nsp.

Guettardia. Mich.

Iconogr. zoophyt. S. 121.

Schwammkörper sternförmig gefaltet. Die 3—8 Falten der Wand reichen fast bis zum Centrum und werden von zwei parallelen, ebenen Wänden begrenzt, die einen canalartigen, in die Centralhöhle mündenden Raum einschliessen. Auf den stumpfen Kanten der Flügel befinden sich mehrere übereinander stehende grosse Oeffnungen. Beide Oberflächen der Wand sind mit zahlreichen, runden Ostien von feinen, blinden Radialcanälen bedeckt.

Skelet wie bei Pleurostoma.

Guettardia stellata. Mich. Ic. zooph. pl. 30 (excl. Fig. 6.)

†Ventriculites quadrangularis Mant. geol. Sup. XV. 6.

Pleurostoma trilobata. Roem. Spongit. V. 8.

47) Pleurostoma lacunosum. Roem. gehört in die Familie der Callodictyonidae und ist die typische Species der Gattung Pleurope.

†Guettardia Thiolati. d'Arch. Mém. Soc. geol. 2 ser. II. pl. V. 15.
pl. VIII. 5—7.

Coscinopora. Goldf.

Petr. Germ. I. S. 30.

Becherförmig, mit verästelter Wurzel. Wand beiderseits mit zahlreichen im Quincunx stehenden Ostien von geraden blinden Radialcanälen bedeckt. Skelet zwischen den Canälen aus sehr unregelmässigem Gittergerüst gebildet, welches sich sowohl an der Oberfläche, als an den Wandungen der Canäle durch Zwischenbalken verdichtet. Kreuzungsknoten der Sechsstrahler zum Theil octaëdrisch durchbohrt, zum Theil dicht. Wurzel aus langen durch Querbrücken verbundenen Kieselfasern bestehend.

Coscinopora infundibuliformis. Goldf. IX. 16. XXX. 10.

Coscinopora macropora. Goldf. ibid. IX. 17.

4. Familie: Mellitionidae.

Aphrocallistes. Gray.

Proceed. zool. Soc. 1858. S. 115.

Polyzoisch, ästig, knollig; die röhriegen Aeste am Ende geschlossen. Wand aus prismatischen, beiderseits offenen Radialröhren von sechsseitiger Form bestehend. Diese perforirenden Radialcanäle sind durch dünne Wände aus Gitterskelet geschieden. Letzteres besteht aus verschmolzenen Sechsstrahlern, welche durch die Canäle an einer regelmässigen Anordnung gehindert sind. Die Kreuzungsknoten sind undurchbohrt. Bei den lebenden Arten überzieht ein sehr zartes Gitternetz die Oberfläche und die Ostien der Canäle; ausserdem sind sog. Besengabeln als Fleischnadeln reichlich vorhanden.

Scyphia alveolites. Roem. Kr. III. 6.

Aphrocallistes beatrix. Gray. Proceed. zool. Soc. 1858. S. 115.

Aphrocallistes Bocagei. Wright. Quart. journ. microscop. Soc. vol. X.
S. 4. pl. 1.

5. Familie: Ventriculitidae.

Pachyteichisma. Zitt.

Kreiselförmig oder schüsselförmig, mit sehr dicker aus senkrechten, mäandrischen Falten bestehender Wand. Die Falten sind auf der Aussenwand durch tiefe, auf der Innenwand durch seichte Längsfurchen von einander
Abh. d. II. Cl. d. k. Ak. d. Wiss. XIII. Bd. I. Abth.

geschieden. Im Innern der Falten befinden sich blinde Radialcanäle, deren runde Ostien in Längsreihen auf der Magenwand stehen. Durch Abreibung der Oberfläche sind die Canäle häufig auch äusserlich sichtbar. Skelet aus sehr regelmässig geordneten grossen Sechsstrahlern mit octaëdrischen Knotenpunkten bestehend. Deckschicht und Wurzel fehlen.

Pachyteichisma Carteri. Zitt.

(= Fungit. Knorr & Walch Petref. tab. F. 3. Nr. 48. Fig. 5.)

Spongites lopus. Quenst. Jura. 83. 5.

Trochobolus. Zitt.

Kreiselförmig oder cylindrisch, dickwandig mit ziemlich enger Centralhöhle. Oberfläche mit schollenförmigen Erhöhungen, welche durch tiefe Furchen von einander geschieden sind. Die Ostien der meist gewundenen Radialcanäle befinden sich auf der Wand der Leibeshöhle. Skelet ähnlich der vorigen Gattung, die Maschen jedoch beträchtlich kleiner. Deckschicht und Wurzel fehlen.

Trochobolus crassicosta. Zitt. nsp. (Ob. Jura. Streitberg.)

Scyphia texata. Goldf. XXXII. 7.

Ventriculites. Mantell.

Fossils of the South Downs. pag. 167—178.

Schwammkörper schüssel-, becher-, cylinder- oder trichterförmig. Centralhöhle weit. Wand mäandrisch gefaltet, die Falten entweder auf einer oder auf beiden Seiten durch Längsfurchen geschieden oder dicht aneinander gedrängt. Radialcanäle zahlreich, ziemlich weit, meist in Längsreihen stehend, stets blind, ihre Ostien in sehr verschiedener Weise geordnet, theils auf beiden Seiten vorhanden, theils auf der inneren oder äusseren Oberfläche der Wand durch Furchen ersetzt. Skelet aus verschmolzenen Sechsstrahlern mit octaëdrischen Kreuzungsknoten. Anordnung derselben mehr oder weniger unregelmässig, Maschen ziemlich gross. Die Oberfläche der Wand und der Canäle durch plattige Ausbreitung oder Verdickung der Sechsstrahlerbalken zu einer porösen Deckschicht verdichtet.

Wurzel aus langen, durch Querbrücken verbundenen Längsfasern ohne Axencanäle.

Ventriculites striatus. T. Smith. Ann. Mag. 1848. XIII. 6 u. 13.

*Scyphia Oeynhauseni. Goldf. LXV. 7.

*Coeloptychium muricatum. Roem. Kr. IV. 16.

Scyphia angustata. Roem. Kr. VIII. 10.

*Scyphia Zippei. Reuss. Böhm. Kr. XVIII. 5.

Schizorhabdus. Zitt.

Stabförmig, gegen oben schwach erweitert. Die ganze Wand auf einer Seite vom Rand bis zum Beginn der Wurzel aufgeschlitzt. Beide Seiten mit mehrfach sich spaltenden Längsfurchen versehen, in welchen sich die Ostien der blinden Radialcanäle befinden. Wurzel sehr stark verlängert, einfach, selten mit Seitenknospen; auf der Oberfläche gefurcht, im Innern mit zahlreichen Verticalröhren. Mikrostruktur wie bei Ventriculites.

Schizorhabdus libycus. Zitt. nsp.

Tretostannia. Pomel.

Paléontologie de l'Oran. S. 70.

Rhizopoterion. Zitt.

Schwammkörper becherförmig, gegen unten allmählig in einen sehr dicken verlängerten Stamm übergehend, welcher an seiner Basis horizontale Seitenäste aussendet. Beide Oberflächen des oberen becherförmigen Theiles mit länglich ovalen, in alternirenden Längsreihen stehenden Ostien von blinden Radialcanälen bedeckt. Die Radialcanäle nehmen nach unten immer schiefere Richtung an und verwandeln sich schliesslich in verticale Röhren, welche in grosser Zahl den Stamm und die Wurzelastläufer des Schwammkörpers durchziehen. Mikrostruktur des Bechers wie bei Ventriculites. Stamm und Wurzeläste bestehen aus länglichen Kieselfasern ohne Axencanäle, die durch Querverbindungen ein hexactinellidenähnliches Gitterwerk hervorrufen.

*Scyphia cervicornis. Goldf. IV. 11. XXV. 11.

Sporadoscinia. Pomel. (emend. Zitt.)

Paléont. de l'Oran. S. 84.

Becher- oder cylinderförmig, gegen unten verschmälert, mit kurzer, einfacher oder ästiger Wurzel. Beide Oberflächen der Wand mit einer zusammenhängenden, zuweilen porösen Deckschicht überzogen, in welcher zahlreiche Axenkreuze eingebettet liegen. In dieser Deckschicht eingesenkt befinden sich auf der Aussenseite unregelmässig geformte Ostien von blinden Radial-

canälen. Auf der Innenseite stehen die Ostien in alternirenden Reihen oder in Längsfurchen. Wurzel schwach entwickelt, mit Verticalröhren.

Mikrostruktur der vorigen Gattung ähnlich.

Scyphia micrommata. Roem. Kr. II. 11.

*Scyphia Decheni. Goldf. LXV. 6.

*Cribrospongia cariosa. Roem. Spong. IX. 7.

Limosinion. Pomel.

Paléont. de l'Oran. S. 89.

Schwammkörper blattförmig, mit kurzem Stiel festgewachsen. Beide Oberflächen der Wand mit zahlreichen, ziemlich grossen, unregelmässig gestellten Ostien von blinden Canälen versehen. Skelet aus octaëdrisch durchbohrten Sechsstrahlern bestehend, auf der Oberfläche zu einer porösen Deckschicht mit Axencanälen verdichtet.

*Diplostoma folium. Roem. Spong. IX. 6.

Polyblastidium. Zitt.

Schwammkörper polyzoisch, mit zahlreichen rings um eine verlängerte Axe stehenden Knospen. Letztere sind von kreiselförmiger Gestalt, am Oberrand abgestutzt mit ziemlich enger Centralhöhle. Gittergerüst weit maschig, mit octaëdrisch durchbohrten Kreuzungsknoten. Die ganze Oberfläche von einer zusammenhängenden, porösen Deckschicht mit zahlreichen Axenkreuzen überzogen. Radialcanäle und Ostien fehlen. In den Zwischenräumen des Skelets befinden sich zahlreiche isolirte Stabnadeln.

P. luxurians. Zitt. nsp. (Linden bei Hannover).

Cephalites. T. Smith. (pars).⁴⁸⁾

Ann. Mag. 1848. S. 46. 279.

Wie *Ventriculites*, nur Oberrand des Trichters abgestutzt, etwas verdickt und mit fein poröser Kieselhaut überzogen.

†Cephalites longitudinalis. T. Smith. Ann. Mag. nat. hist. 1848 pl. XIV. 1.

†Cephalites guttatus. T. Smith. ib. XIV. 2.

†Cephalites paradoxus. T. Smith. ib. XIV. 3.

Lepidospongia. Roem.

Spong. S. 9.

Aeussere Form ähnlich Ventriculites; Wand dünn, mäandrisch gefaltet, auf

⁴⁸⁾ Ich kenne diese Gattung, welche übrigens in viel engerem Sinn als bei T. Smith gefasst ist, nur aus Beschreibung und Abbildung.

der Innenseite mit Längsfurchen. Aeussere Oberfläche mit einer dichten Kieselhaut überzogen, welche durch zahlreiche, in horizontaler Richtung verlaufende Querspalten unterbrochen ist. Skeletstruktur wie bei *Ventriculites*.

L. rugosa. Schlüt. Spongitariensch. des Münsterl. I. 1—4.

6. Familie: Staurodermidae.

Cypellia. Pomel. (emend. Zitt.)

Paléont. de l'Oran S. 76.

Kreiselförmig, schüsselförmig oder üstig, dickwandig ohne Wurzel. Gittergewebe unregelmässig, Kreuzungsknoten löcherig oder octaëdrisch durchbohrt. Radialcanäle meist gebogen, perforirend, mit rundlichen oder länglichen, unregelmässig vertheilten Ostien auf beiden Seiten. Aeussere Oberfläche mit grossen kreuzförmigen Sechsstrahlern, deren nach Aussen gerichtete Arme verkümmert sind. Diese grossen Nadeln sind entweder durch plattige oder fadenförmige Kieselbrücken unregelmässig mit einander verkittet oder sie liegen in einer löcherigen Kieselhaut, welche die ganze Oberfläche überzieht.

Scyphia rugosa. Goldf. III. 6.

(*Spongites dolosus*. Quenst. S. 671).

Stauroderma. Zitt.

Polyzoisch. Trichter- oder tellerförmig, oben ausgebreitet mit seichter Centralhöhle. Wand dick. Auf der inneren (resp. oberen) Oberfläche mit zahlreichen, Mündungen von vertieften Magenhöhlen. Aeussere (resp. untere) Oberfläche wie bei Tremadictyon beschaffen. Gitterskelet ziemlich unregelmässig, die Kieseltrabekeln oft verdickt oder plattig ausgebreitet. Kreuzungsknoten undurchbohrt. Die Ostien der Radialcanäle liegen auf der Aussenwand, die Canäle gehen schräg durch die Wand, laufen dann eine Strecke weit unter der innern Oberfläche fort und münden in die Oscula der Oberseite. Beide Oberflächen mit einer aus verkitteten Kreuznadeln von mässiger Grösse bestehenden Deckschicht übersponnen.

Spongites Lochensis Quenst. Jura. t. 89. 96.

(= *Scyphia Buchi*. Goldf. XXXII. 8).

Porocypellia. Pomel. (emend. Zitt.)

Paléont. de l'Oran S. 77.

Kreisel- oder birnförmig, klein, dickwandig, mit dem spitzen unteren Ende

festgeheftet. *Centralhöhle röhrenförmig, an ihrer Wand mit runden, in Längsreihen stehen Ostien von einfachen, geraden Radialcanälen. Gitterskelet unregelmässig mit octaëdrischen Kreuzungsknoten; die Seitenöffnungen der hohlen Octaëder sind klein und meist ungleich, oft etwas verzerzt. Oberfläche und Oberrand mit einer glatten, von grossen runden Poren durchlöcherten Kieselhaut überzogen, in welcher die Axen von grossen Sechsstrahlern eingebettet liegen.*

*Scyphia pyriformis. Goldf. III. 9.

Casearia. Quenst.

Jura S. 681.

Cylindrisch oder becherförmig, nach unten zugespitzt, durch zahlreiche Einschnürungen in ringförmige Abschnitte getheilt. Centralhöhle röhrenförmig. Oberfläche mit einem sehr regelmässigen Gittergewebe überzogen, das aus normal verschmolzenen Sechsstrahlern mit breiten und kurzen Armen besteht, bei denen der nach Aussen gerichtete Arm stets verkümmert ist. Diese Deckschicht dringt an den Einschnürungsstellen in die Wand ein und bildet convexe Böden, wodurch die einzelnen Segmente von einander geschieden werden. Die Ostien der geraden Radialcanäle sind aussen und innen von der Deckschicht überspinnen. Das eigentliche Gitterskelet der Wand ist ungemein unregelmässig, indem sich die verschmolzenen Sechsstrahler ohne Ordnung um die Canäle gruppieren und überdies oft plattig ausgebreitete und verzerzte Arme besitzen, in denen wieder selbstständige Axenkreuze liegen. Die Kreuzungsknoten sind undurchbohrt.

*Scyphia articulata. Goldf. III. 8.

Casearia eurygaster. Zitt.

Porospongia. d'Orb.

Cours élém. de Paléont. II. S. 211.

Plattig ausgebreitet, seltener knollig oder cylindrisch. Auf der Oberseite mit mehr oder weniger zahlreichen kreisrunden Mündungen von Magenhöhlen. Die mit Osculis versehene Oberfläche ist von einer fein porösen oder dichten Kieselhaut überzogen, worin schwach erhabene, sehr grosse Kreuznadeln, sowie zahlreiche kleine sechsstrahlige Axenkreuze eingebettet

liegen. Unterseite mit einem zarten, maschigen Netze verkitteter Kreuznadeln übersponnen. Die Wand besteht aus regelmässig zu cubischen Maschen von beträchtlicher Grösse verschmolzenen Sechstrahlern mit dichten Kreuzungsknoten. Auf der Unterseite befinden sich kleine Ostien von ganz kurzen schwach entwickelten Canälen.

*Manon marginatum. Goldf. XXXIV. 9^{g. h.}

*Manon impressum. Münt. ib. XXXIV. 10.

*Porospongia fungiformis. Zitt. Goldf. XXXIV. 8^{a. b. c.}

Ophrystoma. Zitt.

Von voriger Gattung durch die Deckschicht, in welcher nur kleine Axenkreuze liegen und durch die octaëdrisch durchbohrten Kreuzungsknoten der Skeletnadeln unterschieden.

*Porospongia micrommata. Roem. Spongit. IV. 14.

?Placochlaenia. Pomel. l. c. 73.

7. Familie: Maeandrospongidae.

Plocoscyphia. Reuss.

Böhm. Kr. S. 77.

Schwammkörper knollig, kugelig oder unregelmässig, aus mäandrisch gewundenen, anastomosirenden und communicirenden Röhren oder Blättern bestehend. Oberseite gewölbt, eben oder mit einer centralen Einsenkung. Wände der Röhren sehr dünn, zuweilen mit kleinen Ostien. Skelet aus ziemlich regelmässig geordneten verschmolzenen Sechstrahlern mit octaëdrisch durchbohrten Kreuzungsknoten bestehend. Bei einzelnen Arten besitzen die der Oberfläche genäherten Gitternadeln undurchbohrte Kreuzungsknoten.

*Plocoscyphia labyrinthica. Reuss. Böhm. Kr. t. XVIII. 10.

*Achilleum morchella. Goldf. XXIX. 6.

*Plocoscyphia maeandrina. Roem. Spongit. X. 8.

Tremabolites. Zitt.

Schwammkörper knollig oder plattig, aus mäandrisch gewundenen, anastomosirenden, dünnwandigen Röhren oder Blättern bestehend. Oberseite mit einer glatten, feinporösen Kieselhaut überzogen, in welcher ziemlich grosse, rundliche oder

ovale Oeffnungen, die zum Intercanalsystem gehören, liegen. Skelet aus verschmolzenen Laternennadeln bestehend.

Manon megastoma. Roem. Kr. 1. 9.

Coeloptychium confluens. Fischer v. Waldh. Bull. Soc. imp. des natur. de Moscou 1843. vol. XVI. pl. XVI. 1.

Etheridgia. R. Tate.

Quart. journ. geol. Soc. 1874. vol. XXI. 43.

Halbkugelig; auf der ebenen Unterseite gehen vom Centrum radiale Röhren aus, welche entweder durch breite Querbrücken verbunden sind oder dicht nebeneinander liegen. Diese Röhren senden gegen oben verschlungene und anastomosirende Röhren aus, welche die halbkugelige Oberseite bilden. Diese ist von einer glatten, feinporösen Kieselhaut überzogen; in ihrem Scheitel befindet sich eine tiefe Einsenkung; andere gleichfalls dem Intercanalsystem angehörige Oeffnungen von unregelmässiger Form sind ohne alle Ordnung auf der Oberseite vertheilt. Das Skelet der dünnwandigen Röhren besteht aus Laternennadeln.

Coeloptychium verrucosum. Fischer v. Waldh. Bull. Soc. imp. des nat. de Moscou 1843. vol. XVI. pl. XVI.

Coeloptychium Goldfussi. Fisch. ib. 1844. XVII. pl. VII. 2. 3.

†Etheridgia mirabilis. R. Tate. Quart. journ. geol. Soc. 1864. XXI. pl. V. 1.

Toulminia. Zitt.

Schwammkörper becherförmig, sehr dickwandig, mit tiefer Centralhöhle. Wurzel verästelt. Wand aus dünnen mäandrisch gewundenen Blättern bestehend. Oberrand abgestutzt, breit, mit glatter, feinporöser Kieselhaut überzogen.

†Cephalites catenifer. Toulmin Smith. Ann. Mag. nat. hist. 1848. pl. XIV. p. 14. 15. 16.

†Cephalites compressus. T. Smith. ib. XIV. 10.

Camerospongia. d'Orb.

1847. Traité élém. de Paléont. II. S. 212.

Schwammkörper kugelig, halbkugelig oder birnförmig. Obere Hälfte mit einer glatten, dichten oder feinporösen Kieselhaut überzogen, in der Mitte

mit einer kreisrunden trichterförmigen Vertiefung. Untere Hälfte des Schwammkörpers auf der Aussenseite mit gewundenen Rippen. Der Schwammkörper selbst besteht aus dünnwandigen, mäandrisch verschlungenen Röhren, welche aus mehreren Lagen regelmässig geordneter verschmolzener Sechsstrahler mit octaëdrisch durchbohrten Kreuzungsknoten zusammengesetzt sind.

Scyphia fungiformis. Goldf. LXV. 4.

Cephalites campanulatus. Toulm. Smith. l. c. pl. XIV. 12. 13.

*Camerospingia Schlönbachi. Roem. Spongit. 3. 5.

Cystispongia. Roem.

Spongit. 7.

Birnförmig, eiförmig, vollständig von einer dichten Kieselhaut überzogen, welche nur eine oder mehrere (2—4) grosse umrandete Oeffnungen von unregelmässiger Gestalt frei lässt; diese Oeffnungen sind beträchtlich vertieft. Im Innern befinden sich mäandrisch verschlungene, sehr dünnwandige, undeutlich radial geordnete Röhren, deren geschlossene Enden in die zu den grossen Oeffnungen gehörigen Einsenkungen hineinreichen. Das Gitterskelet der Röhren besteht aus verschmolzenen Sechsstrahlern mit undurchbohrten Kreuzungsknoten und zeigt meist eine sehr unregelmässige Anordnung, indem sich Arme von Sechsstrahlern an die Kreuzungsknoten einer benachbarten Nadel anheften.

Cystispongia bursa Quenst. Roem. Spongit. IV. 7.

8. Familie: Callodictyonidae.

Callodictyon. Zitt.

Trichterförmig, dünnwandig. Centralraum sehr weit. Wand eben, aus mehreren Schichten verschmolzener Sechsstrahlern bestehend, welche reihenförmig geordnete quadratische Maschen bilden. Die Kreuzungsknoten der Sechsstrahler sind octaëdrisch durchbohrt, die Kieselarme mit Dornen bewaffnet. Die Oberflächenschicht wird durch plattige Ausbreitung der Kieselstäbe der äusseren Skelettlagen gebildet, wobei jedoch alle Maschen zur Wassercirculation offen bleiben. Canäle und Ostien fehlen.

C. infundibulum. Zitt. nsp. (Ob. Kreide von Ahlten.)

Marshallia. Zitt.

Wie vorige Gattung, aber die dünne Wand mit wenigen breiten spiralen oder longitudinalen Falten versehen, auf deren Rücken sich vereinzelt grössere Oeffnungen befinden.

*Pleurostoma tortuosum. Roem. Spong. VI. 1.

*Coeloptychium alternans. Roem. Kr. IV. 6.

Becksia. Schlüt.

Sitzungs. d. niederrh. Ges. Bonn. 1868. S. 93.

Schwammkörper becherförmig, an der Basis mit stacheligen Anhängen. Centralraum sehr weit. Oberer Theil der dünnen Wand eben, gegen die Basis mit groben, rundlichen Falten, zwischen denen Oeffnungen freibleiben. Diese Oeffnungen stehen mit Röhren in Verbindung, welche sich in einem horizontalen Hohlring vereinigen. Die Wand des Bechers in den Röhren besteht aus regelmässig geordneten Laternennadeln, deren Arme mit Stacheln oder wurzelförmigen Fortsätzen verziert sind.

Becksia Soekelandi. Schlüt. Spongitarienschichten des Münsterlandes S. 20. t. I. 5. 6. 7.

Pleurope. Zitt.

Schwammkörper schmal, blattförmig, verlängert, zusammengedrückt, auf den schmalen Seitenflächen mit grossen, runden oder ovalen Oeffnungen. Basis verlängert, aus dichten Längsfasern mit Querverbindungen bestehend. Die Wand des oberen Theiles des Schwammkörpers wird aus 3—5 regelmässig angeordneten Schichten verschmolzener Sechsstrahlern mit octaëdrischen Kreuzungsknoten gebildet, welche grosse cubische Maschen zwischen sich frei lassen. Dieses Gitterskelet wird jedoch auf der Aussenseite von mehr oder weniger dicken Schichten des Wurzelgewebes überzogen; letzteres ist auf der Oberfläche mit zahlreichen kleinen Ostien versehen und von feinen Radialcanälen durchzogen, welche sich indess nicht in das Gitterskelet der Wand fortsetzen. Die Innenseite der Wand ist nackt und mit vielen kleinen Ostien versehen, die mit den Maschen des Gittergerüsts communiciren.

Die Wurzel besitzt weder Ostien noch Canäle.

Pleurostoma lacunosum. Roem. Kr. I. 12.

Diplodictyon. Zitt.

Schwammkörper zusammengedrückt, breit, mit dickem, knolligem Stiel und flacher Basis. Die schmalen Seiten, wie bei Pleurope, mit grossen runden Löchern. Die Wand des zusammengedrückten Bechers besteht aus zwei verschiedenen Skeletschichten. Die innere wird von regelmässig verschmolzenen Laternennadeln mit sehr dicken, glatten Armen gebildet; die äussere dagegen ist aus unregelmässig geordneten Sechsstrahlern mit dichten Kreuzungsknoten zusammengesetzt. Diese Sechstrahler der Aussenseite entwickeln sich gegen unten immer stärker und bilden das Material des ganzen Wurzelstockes. Die äussere Lage der Wand ist am oberen Theil des Schwammkörpers mit zahlreichen Ostien von Radialcanälen bedeckt, welche nur bis zur innern weitmaschigen Schicht reichen. Auf der Innenwand dienen die Maschenöffnungen als Einströmungsostien.

*Scyphia heteromorpha. Reuss. Böhm. Kr. XVIII. 1. 2. (non 3. 4.)

9. Familie: Coeloptychidae.

Coeloptychium. Goldf. vgl. S. 39.

Coeloptychium agaricoides. Goldf. (Zitt. Abhandlungen k. bayr. Ak. II. Cl. Bd. XII. III. S. 59.)

Coeloptychium decimum. Roem. Zitt. ibid. S. 62.

Coeloptychium lobatum. Goldf. Zitt. ibid. S. 73.

B. Lyssakina. Zitt.⁴⁹⁾

Acanthospongia. McCoy. Synopsis Silur. foss. of Ireland S. 67.

Die grosse Axe der Nadeln wird 5—10^{mm} lang, die beiden andern sind kürzer. Die Kreuzungsknoten sind verdickt und dicht. Die 6 Arme

49) Möglichlicher Weise ist zu den Lyssakinen auch die Gattung *Astracospongia* Roem. als aberrante Form zu rechnen, obwohl die grossen aus Kalkspath bestehenden Sternnadeln dieses Schwammes 3 in einer Ebene liegende Axen und ausserdem noch eine senkrechte, jedoch immer verkümmerte Axe besitzen.

werden gegen die Spitzen dünner und schwellen gegen das Centrum an.
Axencanäle deutlich sichtbar.

†Acanthospongia Siluriensis. McCoy. l. c. S. 67.

Acanthospongia Smithii. Young. Nature 1876. S. 481.

Stauractinella. Zitt.

Form des Schwammkörpers kugelig, ungestielt. Skelet aus grossen, einfachen isolirten Sechsstahlern mit ungleich langen Armen bestehend. In der Regel ist ein Strahl stark verlängert (6—8^{mm} lang). Die Stelle wo sich die 6 Arme kreuzen, ist kaum verdickt, überhaupt besitzen die Arme ihrer ganzen Länge nach so ziemlich die gleiche Stärke.

St. jurassica. Zitt.

?Acestra. F. Roem.

Fossile Fauna der Geschiebe von Sadewitz. S. 56. t. VII. 7.

Die stabförmigen Körper sind möglicher Weise Nadeln aus dem Wurzelschopf einer Hexactinellide.

Nachtrag.

Die vorstehende Abhandlung wurde am 13. Januar 1877 in der mathem.-physikalischen Classe vorgelegt und gelangte unmittelbar darauf in den Druck. In den ersten Tagen des Februar kam mir die Januar-Nummer der „Annals and Magazine of Natural history“ pro 1877 zu Gesicht, worin eine Abhandlung von W. J. Sollas „on *Stauronema*, a new genus of fossil Hexactinellid Sponges, with a description of its two species, *St. Carteri* and *St. lobata*“ enthalten ist.

Herr Sollas beschreibt sehr ausführlich die äussere Form, den Aufbau und die Mikrostruktur der blattförmigen, an den Seitenrändern etwas umgebogenen Schwammkörper und beschäftigt sich zum Schluss eingehend mit dem Erhaltungszustand und den eigenthümlichen bei diesen Versteinerungen vorkommenden Fossilisationserscheinungen. Ich kann mir nicht versagen, auf diese Arbeit des Herrn Sollas mit besonderer Befriedigung hinzuweisen. Er ist der einzige Paläontologe, dessen Untersuchungsmethode mit der in vorstehender Abhandlung, sowie in meiner Monographie von *Coeloptychium* eingeschlagenen der Hauptsache nach übereinstimmt und es spricht gewiss für die Zuverlässigkeit derselben, wenn zwei ganz unabhängig arbeitende Beobachter in wesentlichen Punkten zu gleichem Ergebniss gelangen.

Als ich im August 1876 bei Gelegenheit der Generalversammlung der Deutschen geologischen Gesellschaft zu Jena in einem Vortrag über die Organisation und Systematik der fossilen Spongien⁵⁰⁾ unter Vorlage

50) Zeitschr. d. deutschen geolog. Ges. XXVIII. S. 631.

zahlreicher nach mikroskopischen Präparaten hergestellter Zeichnungen auf die grosse Uebereinstimmung gewisser lebender und fossiler Hexactinelliden hinwies und gleichzeitig die bei fossilen Hexactinelliden und Lithistiden so häufig zu beobachtende Umwandlung des ursprünglich kieseligen Skeletes in Kalkspath ⁵¹⁾ erörterte, wurden mir im Privatgespräch mehrfache Bedenken gegen diese chemische Substitution geäussert. Es scheint mir darum bemerkenswerth, dass Herr Sollas in dieser Frage genau dieselbe Ansicht ausspricht; ebenso stimmen seine Beobachtungen bezüglich des optischen Verhaltens der fossilen Hexactinellidenskelete vollständig mit den meinigen überein. ⁵²⁾

Was die Gattung *Stauronema* betrifft, die bis jetzt nur aus dem Gault von Folkestone und dem oberen Grünsand der Insel Wight bekannt ist, so schliesst sich dieselbe zunächst an *Aphrocallistes* an.

Aus der ausführlichen Beschreibung und den bildlichen Darstellungen von Sollas glaube ich folgende Gattungsdiagnose ableiten zu dürfen:

Familie: Mellitionidae. Zitt.

Gattung: *Stauronema*. Sollas.

Schwammkörper blattförmig, an den Seitenrändern etwas umgebogen, auf einer Seite gewölbt, auf der andern concav, mit der verschmälerten Basis festgewachsen. Wand dick mit zahlreichen geraden im Quincunx stehenden perforirenden Canälen. Das Skelet besteht aus einem sehr regelmässigen Gitterwerk; ziemlich grosser Sechstrahler, deren Arme und dichte Kreuzungsknoten so beträchtlich verdickt sind, dass die Maschen ein kleines Lumen und eine rundliche Gestalt erhalten. Beide Oberflächen sind mit einer dünnen Kieselhaut überzogen, welche von zahllosen ungleichgrossen, runden oder unregelmässig geformten Poren und Oeffnungen durchbrochen ist. Diese poröse Deckschicht überspinnt auch die Ostien der Canäle.

St. Carteri u. *lobata*. Sollas.

51) Vgl. diese Abhandlung S. 11. 12. 13.

52) „I cannot attempt to explain all the various mineral changes and replacements which we have now described; they are as obscure as most of the pseudomorphic alterations which occurs in fossilization; but two most important facts stand out from all the rest in my mind: — first, that siliceous fibre may be completely replaced by carbonate of lime without obliterating its structure; and next, that spicular silica may with laps of time pass from the colloid to the crystalline state.“ l. c. S. 21.

Schliesslich möchte ich noch bemerken, dass Herr Sollas die Stromatoporen⁵³⁾ für Hexactinelliden hält. eine Auffassung, welche ich nicht zu theilen vermag. Die zoologische Stellung von Stromatopora und Parkeria scheint mir nach den neuesten scharfsinnigen Untersuchungen Carter's⁵⁴⁾ kaum noch zweifelhaft zu sein. Darnach sind die genannten Gattungen weder Spongien, noch Foraminiferen, sondern die nächsten Verwandten der Hydractinien mit kalkigem Skelet und schliessen sich als solche den Hydromedusen an. Zur gleichen Gruppe gehört nach Lindstroem⁵⁵⁾ auch die Gattung Labechia Edw. u. H. aus der ehemaligen Ordnung der Zoantharia tabulata.

München, den 15. Februar 1877.

53) l. c. S. 2.

54) *Annals and Magazine of nat. hist.* 1877. vol. XIX. S. 44.

55) *ibid.* 1870. vol. XVIII. S. 4.



Studien

über

fossile Spongien.

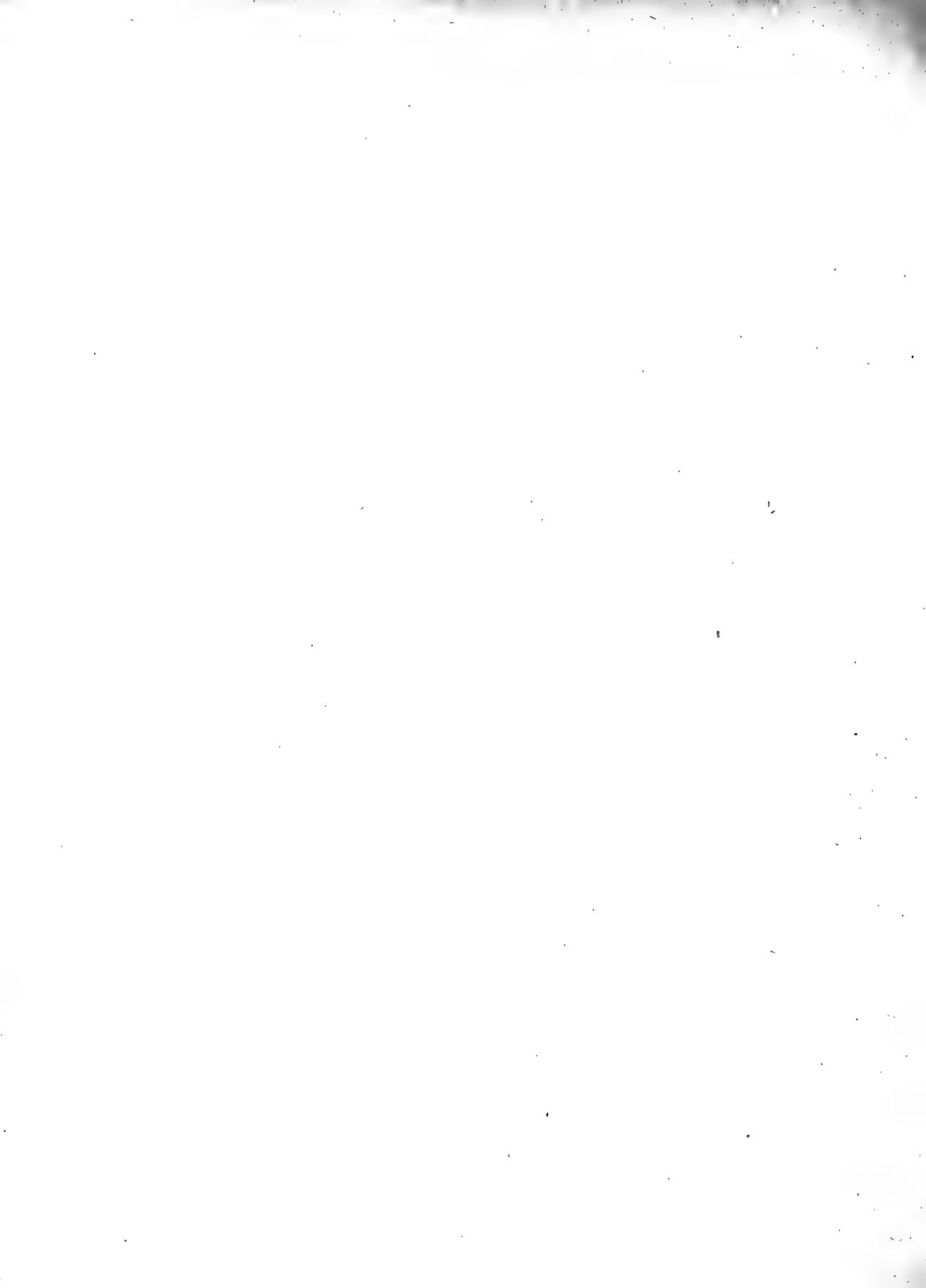
Zweite Abtheilung:

Lithistidae.

Von

Karl Alfred Zittel,

ordentl. Mitglied der k. bayer. Akademie der Wissenschaften.



Studien über fossile Spongien.

II. Lithistidae.

A. Allgemeiner Theil.

Seit Veröffentlichung der ersten Abtheilung dieser Studien ist die Literatur über fossile Spongien um ein Werk von hervorragender Bedeutung bereichert worden. Vom fünften Bande der „Petrefaktenkunde Deutschlands“ von F. A. Quenstedt sind die drei ersten Lieferungen erschienen. Dieselben handeln ausschliesslich von fossilen Spongien. Auf 16 Foliotafeln wird der bewunderungswürdige Reichthum an Seeschwämmen im weissen Jura von Schwaben und Franken zur Anschauung gebracht und zwar stehen die Abbildungen hinsichtlich ihrer Naturwahrheit und Genauigkeit bis jetzt unübertroffen da. Leider hat es Herr Professor Quenstedt verschmäht, auch den histologischen Verhältnissen seine Aufmerksamkeit zu schenken. Die Strukturverhältnisse sind nur so weit berücksichtigt, als sie sich mit der Lupe erkennen lassen und dadurch ist der zoologische Werth dieses wichtigen Werkes wesentlich beeinträchtigt. Bei der Gruppierung der einzelnen Formen wird dem geologischen Vorkommen und dem allgemeinen Habitus in erster Linie Rech-

nung getragen, auf eine systematische Behandlung des Materials in zoologischen Sinne ist von vornherein Verzicht geleistet; es bleibt dem Leser überlassen, die an einzelnen Species gemachten Beobachtungen zusammenzufassen und daraus Gattungen, Familien u. s. w. zu construiren. Quenstedt's Monographie besteht lediglich aus Speciesbeschreibungen; Gattungsnamen für einzelne Gruppen werden zwar gelegentlich vorgeschlagen, jedoch selten im Text consequent beibehalten und niemals durch Diagnosen präcisirt.

Bei den Gitterschwämmen wird gelegentlich auf die lebenden Hexactinelliden hingewiesen, bei allen übrigen Formen dagegen vermisst man Andeutungen über ihre Stellung zu den Spongien der Jetztzeit. Fossile und lebende Seeschwämme stehen darum in Quenstedt's neuester Publikation noch ebenso unvermittelt gegenüber, wie in den Werken von Goldfuss, Michelin, d'Orbigny, Fromentel u. A. So vortrefflich auch Quenstedt die äussere Erscheinung und theilweise auch das Canalsystem der oberjurassischen Lithistiden, welche zumeist unter den Gattungsnamen *Siphonia*, *Cnemidium* (*Cnemispongia*), *Tragos* und *Planispongiae* begriffen werden, durch zahlreiche Abbildungen zur Anschauung bringt, so erhalten wir doch nicht die mindeste Belehrung über ihre feineren Struckturverhältnisse und systematische Gruppierung. Es dürften desshalb auch die nachfolgenden, nach anderer Methode und anderen Gesichtspunkten ausgeführten Untersuchungen durch die Quenstedt'sche Monographie nicht überflüssig geworden sein.

Den ersten sicheren Nachweis von der Existenz fossiler Lithistiden verdankt man Oscar Schmidt.¹⁾ Bald darauf (1871) erkannte H. Carter²⁾ einige isolirte Kieselkörperchen aus dem Grünsand von Haldon als Lithistiden-Reste. Gabelanker und vierstrahlige Skelet-Körperchen von Lithistiden bilden P. Wright³⁾ aus der Kreide von Irland und Rutot⁴⁾ aus eocänem Sand von Brüssel ab. In einer Abhandlung über die fossile Spongiengattung *Pharetrospongia* erwähnt endlich Herr W. J. Sollas, dass die Gattungen *Siphonia* und *Polypothechia* zu den Lithistiden gehören.⁵⁾

1) Grundzüge einer Spongiengfauna des Atlantischen Gebietes. Leipzig 1870. S. 24.

2) *Annals and Magaz. of nat. history.* 4 ser. vol. VII. S. 112.

3) *Report of Belfast Naturalist's field Club* 1873. 74 Append. t. II fig. 16, 17, 18. t. III fig. 2, 3. 8—10.

4) *Annales de la société malacologique de Belgique* t. IX 1874 pl. III fig. 9—11. 22—26. 43. 45 u. 46.

5) *Quarterly journ. geol. Soc.* 1877. vol. XXX S. 252.

Ich selbst habe mich seit mehr als zwei Jahren fast ausschliesslich mit dem Studium der fossilen Spongien beschäftigt und bereits bei Gelegenheit der Jahres-Versammlung der deutschen geologischen Gesellschaft in Jena im Herbst 1876⁶⁾, sowie bei der 50. Naturforscher-Versammlung in München im September 1877⁷⁾ Mittheilungen über die Organisationsverhältnisse, Mikrostructur und geologische Verbreitung der fossilen Hexactinelliden und Lithistiden gemacht und dieselben durch Vorlage mikroskopischer Präparate und zahlreicher Zeichnungen erläutert.

Darauf beschränkt sich meines Wissens Alles, was bis jetzt über das Vorkommen fossiler Lithistiden bekannt geworden ist. Auch die Literatur über die lebenden Vertreter dieser Spongiengruppe besitzt nur geringen Umfang. Die ersten hierher gehörigen Formen wurden von Johnson,⁸⁾ Gray,⁹⁾ Bowerbank¹⁰⁾ und Bocage¹¹⁾ beschrieben, jedoch trotz der Eigenthümlichkeit ihrer Struktur-Verhältnisse nicht von den übrigen Seeschwämmen mit glasartigem (siliceo-fibrous) Skelet geschieden. Erst im Jahr 1870 veranlasste die Untersuchung mehrerer im Atlantischen Ocean neu entdeckter Arten Oscar Schmidt¹²⁾ zur Errichtung einer selbstständigen Ordnung der Lithistiden. Oscar Schmidt bezeichnet (l. c. S. 21) als solche „die Spongien mit zusammenhängendem Kieselgewebe, dessen Fasern nicht nach dem dreiaxigen Typus wachsen, sondern ein scheinbar ganz regelloses Gewirr bilden. In diesem ist in der Regel eine centrifugale und eine concentrische Hauptrichtung nicht zu verkennen, worin sich jedoch nicht der Einfluss eines dominirenden Nadeltypus ausspricht, sondern die Anpassung an die allgemein gültigen Strömungsverhältnisse. Obschon auch ihre Sarcodien-Eigenschaften hat, welche sie einigermassen den Hexactinelliden und mit ihnen wahrscheinlich den fossilen Spongien nähert, schliessen sie sich in dem bei jener Gruppe ganz unklaren Canalsystem ganz eng an die (anderen) lebenden Spongien an. In

6) Zeitschr. d. deutschen geolog. Ges. Band 28. S. 631.

7) Amtl. Ber. über d. 50. Versammlung deutscher Naturforscher u. Aerzte in München 1877. S. 161.

8) Proceed. zool. Soc. Lond. 1863. S. 259.

9) ib. 1859. S. 565. fig. 1.; 1867. S. 507 u. 1868. S. 565.

10) ib. 1869. S. 66—100. pl. III—VI. S. 323.

11) Journal des Sc. math. Phys. et Nat. Lisbonne 1869 No. IV.

12) Grundzüge einer Spongienfauna des Atlant. Gebietes. Leipzig 1840. S. 21.

der äusseren Körperform ist innerhalb der Familie keine Uebereinstimmung, doch sind schüssel- und löffelförmige Arten häufig.“

Was dieser Charakteristik an Schärfe und Bestimmtheit abgeht, wird ersetzt durch die sorgfältige Beschreibung und Abbildung von acht Arten, welche O. Schmidt unter die drei Gattungen *Leiodermatium*, *Corallistes* und *Lyidium* vertheilt.

Eine vollständige Zusammenstellung und kritische Besprechung sämtlicher bis zum Jahre 1873 bekannter Lithistiden veröffentlichte H. Carter.¹³⁾

In dieser trefflichen Abhandlung werden die Merkmale der Lithistiden schärfer, als es durch Oscar Schmidt geschehen war, festgestellt und die ganze Gruppe folgendermassen charakterisirt: „Spicules developed upon a quadriradiate division of the central canal, held together by amorphous sarcode and an interlocking of their filigreed arms, forming a reticulated glassy structure, whose interspaces are more or less irregular and curvilinear. Composed of two kinds of „Skeleton spicules“, viz. those which form a layer on the surface and are accompanied by minute or „flesh spicules“ characterizing the species, and those forming the body, which are more or less alike in all the species and accompanied by fewer flesh-spicules. The skeleton spicules of the surface, which, for the most part, are provided with a smooth, pointed, vertical shaft, directed, inwards, and a horizontal head of different shapes according to the species, will be termed „surface-“ and the spicules of the body, which interlock with their neighbours through a filigreed development of all the arms, will be termed „body-spicules.“

Von Carter wurden ausserdem später mehrere durch Professor Wyville Thomson an Bord der *Porcupine* im Atlantischen Ocean aufgefischte Tiefsee-Lithistiden einer genauen Analyse unterworfen.¹⁴⁾

Auch A. Pomel¹⁵⁾ gibt in seinem grossen Werk über die fossilen Spongien von Oran (Pl. A., B und E.) Abbildungen von mehreren lebenden Lithistiden. Leider fehlt jedoch den Gattungen *Cisselia*, *Aegophymia* und *Pumicia* Pom. eine genauere Beschreibung der feineren Strukturverhältnisse,

13) *Annals and Mag. nat. hist.* 1873. 4 Ser. vol. XII. S. 349—372. 437—472.

14) *ib.* 1876. 4 Ser. vol. XVIII. S. 460—468.

15) *Paléontologie de l'Oran.* 1873.

so dass sich kaum mit Sicherheit entscheiden lässt, ob dieselben mit bereits bekannten Formen übereinstimmen, oder ob sie als neue Gattungen oder Arten zu betrachten sind.

Aeussere Gestalt.

Die äussere Erscheinung der Lithistiden ist überaus mannigfaltig und selbst innerhalb ein und derselben Gattung nichts weniger als beständig. Bei der soliden, steinartigen Beschaffenheit des Skeletes hätte man eine grössere Formbeständigkeit als bei den übrigen Spongien, erwarten können, allein trotz dieses Umstandes lässt sich auch auf die Lithistiden der Satz anwenden, dass die allgemeine Gestalt in der Systematik der Spongien nur eine secundäre Rolle zu spielen hat und niemals zur Charakterisirung von Ordnungen oder Familien verwerthet werden darf.

Die Lithistiden ahmen am häufigsten die Form von Schüsseln, Bechern, Blättern, Kreiseln, Cylindern nach, aber auch kugelige, birnförmige, knollige und unförmliche Körper erscheinen nicht selten, während ästige und buschige Stöcke nur bei wenigen Gattungen vorkommen. Sie sind in der Regel festgewachsen. Bei vielen entwickelt sich der untere Theil des Schwammkörpers zu einem längeren oder kürzeren Stiel, welcher am Ende wieder mit wurzelartigen Ausläufern versehen ist; andere befestigen sich mit breiter Basis auf ihrer Unterlage, ja leben unter Umständen als parasitische Krusten auf fremden Körpern und nur wenige (*Aulocopium*, *Plinthosella*, *Spongodiscus*) scheinen überhaupt jeder Anheftungsstelle zu entbehren.

Von den Hexactinelliden unterscheiden sich die Lithistiden im Allgemeinen durch ihre viel dickeren Wandungen und durch das dichtere Gewebe des Kieselskeletes. Dünnwandige Röhren oder mäandrisch gewundene zarte Blätter, welche man nicht selten bei den Hexactinelliden beobachtet, (*Euplectella*, *Eurete*, *Plocoscyphia*, *Myliusia*), kommen bei den Lithistiden nie vor. Der Schwammkörper besteht aus einer kompakten, steinartigen Masse von grosser Festigkeit, welche bei makroskopischer Betrachtung eher an die Struktur gewisser Korallen und Hydromedusen mit stark entwickeltem Coenenchym als an jene der eigentlichen Spongien erinnert.

Von wesentlichem Einfluss auf die äussere Erscheinung ist das Vorhandensein oder der Mangel einer oder auch mehrerer Magenhöhlen.

Senkt sich eine einzige centrale Leibeshöhle von trichter- oder röhrenförmiger Beschaffenheit in einen Schwammkörper von cylindrischer, kegelförmiger, kugelig oder birnförmiger Gestalt ein, so steht der monozoische Charakter desselben ausser Zweifel. Die Gattungen *Aulocopium*, *Melonella*, *Cylindrophyma*, *Coelocorypha*, *Scytalia*, *Pachynion*, *Siphonia*, *Trachysycon*, *Phymatella*, *Theonella*, *Discodermia*, *Isoraphinia* u. A. gehören hierher.

Ebenso entschieden dürfen als polyzoische Stöcke solche Formen betrachtet werden, bei denen vereinzelt grössere Oscula mit entsprechend vertiefter Canal-Einsenkung in grösserer Entfernung auf einem knolligen oder ästigen Körper vertheilt sind, wie z. B. bei den Gattungen *Astrobolia* und *Astrocladia*.

Eine für gewisse fossile Lithistiden sehr charakteristische Erscheinung ist der Ersatz einer einfachen Magenhöhle durch eine grössere oder geringere Anzahl, theils zu Bündeln gruppirter, theils in Reihen geordneter, theils unregelmässig vertheilter Verticalröhren, welche in senkrechter oder doch nahezu senkrechter Richtung die Skeletmasse des Schwammkörpers durchdringen und meist bis zur Basis hinabreichen. Diese Röhren sind gewöhnlich kreisrund, unverzweigt, federkielartig und in ihrer ganzen Länge nahezu von gleichem Durchmesser, während die eigentlichen Magenhöhlen sich immer mehr oder weniger nach unten verengen. Ihre Mündungen liegen im Scheitel oder am Oberrand des Schwammkörpers, der in den meisten Fällen eine cylindrische, ästige oder länglich birnförmige Gestalt besitzt. Bei dieser Gruppe von Lithistiden ist die Frage nach der monozoischen oder polyzoischen Natur schwierig zu lösen. Ihr Canal-system verhält sich genau, wie bei den monozoischen Formen der ersten Gruppe und wenn die Fortpflanzung durch Knospung erfolgt, so besitzt jeder Zweig eine ähnliche Zahl von Röhren, wie der Mutterkörper. Will man somit jede der eben beschriebenen Röhren als besondere Magenhöhle betrachten und man ist hiezu berechtigt, da dieselben ohne allen Zweifel als Ausfuhrcanäle dienen, so bieten uns die hierher gehörigen Spongien Beispiele von „syndesmotischen“ Formen, bei denen jede Person nur in Verbindung mit mehreren andern zu existiren vermag. Die Gattungen *Jerea*, *Thecosiphonia*, *Polyjerea*, *Marginospongia*, *Stichophyma*, *Jereica*, *Turonia*, *Doryderma*, *Carterella* u. A. dienen als Typen dieser Erscheinung.

Noch schwieriger stellt sich die Individualitätsfrage bei den becher- und vasenförmigen Schwämmen. Hier schliesst die Wand einen gegen oben sehr weiten, gegen unten trichterartig verengten Centralraum ein, dessen Deutung als Magenöhle nicht unbedenklich ist, obwohl zahlreiche gleichartige Radialcanäle von einheitlicher Beschaffenheit und Richtung in denselben münden. In manchen Fällen gewinnen nämlich die Oscula dieser Radialcanäle eine beträchtliche Grösse und erhalten ihrerseits wieder Zuzug von besonderen Seitencanälchen, so dass sie selbst die Rolle von Schornsteinen oder Magenöhlen spielen und der ganze Schwammkörper, wie jene des lebenden Badeschwammes füglich als zusammengesetzter Stock angesehen werden kann. Da übrigens junge Stöcke dieselbe becher- oder vasenförmige Gestalt besitzen, wie die vollständig ausgewachsenen, da ferner die Entwicklung eines der beschriebenen Oscula zu einem selbstständigen, dem Mutterkörper ähnlichen Stock niemals beobachtet wird und da überdies diese secundären Magenöhlen zugleich auch als Radialcanäle der Gesamttcolonie fungiren, so lasse ich die Individuenfrage unentschieden, bezeichne derartige „strobiloide Stöcke“ als einfache Schwammkörper und stelle sie in Gegensatz zu den „zusammengesetzten“, bei welchen durch verschiedenartige Knospung mehrere derartige strobiloide Individuen von übereinstimmendem Habitus zu einer Colonie vereinigt werden. Wir haben also hier, wie bei den Hexactinelliden, wahrscheinlich polyzoische Formen, die in ihrer äusseren Erscheinung einem Einzel-Individuum gleichen und einem solchen in gewissem Sinne auch gleichwerthig sind. Diese Auffassung findet darin eine weitere Stütze, dass zuweilen in ein und derselben Gattung die Centralöhle an Umfang einbüsst und sich allmählig zu einem weiteren oder engeren Trichter umgestaltet, dessen Deutung als Magen kaum zweifelhaft sein kann. Man steht übrigens bei den trichter- und vasenförmigen Gestalten stets vor dem Dilemma, ob der Central-Raum als gemeinsame Ausfuhröffnung zu betrachten sei und ob das Canalsystem als ein einheitliches, zusammengehöriges aufgefasst werden darf, oder ob jedes grössere Osculum, mit dem zugehörigen Canal als besondere Magenöhle fungirt. Für die letztere Annahme spricht noch der Umstand, dass zuweilen neben becherförmigen Arten ein und derselben Gattung auch plattige Formen ohne alle Centralöhle vorkommen, bei denen die mit Osculis versehenen

Canäle offenbar als Magenhöhlen dienen. Man sieht aus solchen Beispielen, dass die Abgrenzung der Individuen bei den Lithistiden, wie bei allen Spongien eine sehr unsichere und unvollkommene ist und darum auch nur mit Vorsicht in der Systematik verwerthet werden darf.

Zu den zweifelhaften Typen von becherförmiger Gestalt, bei denen die Individualitätsfrage im einen oder anderen Sinne entschieden werden kann, je nachdem man den Schwammkörper als einen strobiloiden Stock oder als einfache Person erklärt, gehören die Gattungen: *Verruculina*, *Amphithelion*, *Epistomella*, *Leiodorella*, *Hyalotragos*, *Azorica*, *Mac Andrewia*, *Corallistes*, *Leiodermatium*, *Callopegma* u. A.

Wenn schon bei den vasenförmigen Lithistiden das Vorhandensein einer einfachen Magenhöhle zweifelhaft erscheint, so fehlt dieselbe ganz entschieden einer Anzahl plattiger, knolliger oder scheibenförmiger Lithistiden, bei denen eine oder auch beide Oberflächen lediglich mit kleinen Mündungen oder auch nur mit feinen Poren versehen sind, von denen feine Canäle mehr oder weniger tief in den Schwammkörper eindringen. Diese Poren spielen genau dieselbe Rolle, wie die Oscula bei der vorhergehenden Gruppe und können somit entweder als Magenhöhlen besonderer Individuen eines polyzoischen Stockes oder als Canalostien eines einfachen, unregelmässig gestalteten Schwammkörpers betrachtet werden. Hierher sind die Gattungen *Chonella*, *Seliscothon*, *Chenendopora*, *Ragadinia* etc. zu rechnen.

Bei einer letzten Gruppe von Lithistiden herrscht endlich vollkommene Astomie. Der ganze Schwammkörper besteht aus einem lockeren gleichmässigen Gewebe von Skeletelementen, in deren Zwischenräumen sich die Wassercirculation ohne Beihilfe von Canälen oder Magenhöhlen vollzieht. Die fossilen Gattungen *Platychnonia*, *Lecanella*, *Bolidium*, *Mastasia* und *Spongodiscus* liefern bei den Lithistiden Beispiele dieser Art.

Canal-System.

Das Wassercirculations-System bietet bei den Lithistiden grössere Abwechslung, als bei den Hexactinelliden und übertrifft an Mannigfaltigkeit sogar das der Kalkschwämme. Bei der kompakten und dickwandigen Beschaffenheit der meisten Lithistiden-Skelete konnte eine Wasserführung in der Regel nur dadurch bewerkstelligt werden, dass sich bestimmte

Wege bildeten, welche frei von Skeletelementen blieben. Indem sich nun die letzteren rings um diese constanten Wasserröhrchen ablagerten, trat schliesslich eine förmliche Versteinerung des Canalsystems ein, die uns bei den Lithistiden in Stande setzt, an macerirten oder fossilen Skeleten das Canalsystem ebenso sicher zu studiren, als an frischen Exemplaren.

Es lassen sich bei den Lithistiden sechs verschiedene Modifikationen der Wassercirculation unterscheiden:

1) Ein besonderes Canalsystem fehlt vollständig.
 2) Von einer oder beiden Oberflächen dringen feinere oder gröbere, gebogene und häufig verzweigte Canäle mehr oder weniger tief in die Wand ein.

3) Einfache oder ästige, mehr oder weniger gebogene Canäle verlaufen in nahezu horizontaler Richtung von Aussen nach Innen und endigen in der Magenöhle, während ein zweites System ähnlicher Radialcanäle in centrifugaler Richtung die Wand durchzieht und an der Oberfläche ausmündet.

4) Einfache, gerade, oft haarfeine Radialcanäle durchziehen die Wand in centrifugaler Richtung von Innen nach Aussen; neben diesen verläuft zuweilen ein zweites System bogenförmiger dem äusseren Umfange mehr oder weniger parallele Canäle, welche in die Magenöhle einmünden.

5) Der Schwammkörper wird von verticalen Röhren durchzogen, zu denen häufig noch Radial-Canäle hinzukommen.

6) Die ganze Wand besteht mehr oder weniger deutlich aus senkrechten Skeletlamellen, oder keilförmigen Abschnitten, zwischen denen die Wassercirculation in radialer Richtung stattfindet.

Der erste und einfachste Fall, gänzlicher Mangel eines eigentlichen Canalsystems, kommt nur bei wenigen Gattungen (Spongodiscus, Lecanella, Platychnonia, Bolidium, Mastosia) von kugelige, scheibenförmiger oder knolliger Gestalt vor. Es erfolgt hier die ganze Wassercirculation lediglich durch die grösseren oder kleineren Zwischenräume der Skeletsubstanz. An der Oberfläche fehlen alle grösseren Oscula, und ebenso findet sich bei diesen Formen nie eine Magenöhle. Entweder bietet die Oberfläche genau dieselbe Struktur, wie der ganze übrige Schwammkörper (Spongodiscus) oder die Skeletsubstanz verdichtet sich etwas und lässt dazwischen feine, rundliche Poren frei. (Bolidium, Mastosia).

Von dieser einfachsten Einrichtung gibt es alle Zwischenstufen zur zweiten Modification, bei welcher die Oberfläche mit grösseren oder kleineren Oeffnungen besetzt ist, von denen mehr oder weniger gebogene Canäle in das Innere der Wand eindringen. In der äussern Erscheinung der hierhergehörigen Lithistiden herrscht die Becher-, Vasen-, Napf- oder Blatt-Form vor. Bei gewissen Gattungen (*Chonella*) sind die Oeffnungen kaum $\frac{1}{2}$ —1 mm. gross, porenförmig und dem entsprechend auch die Canäle fein und wenig entwickelt. Die blattförmigen oder becherartigen Schwammkörper besitzen also ebenfalls keine ausgesprochenen Magenhöhlen, wenn nicht etwa der weite Centralraum der Becher als solche aufgefasst wird. Zuweilen sind beide Oberffächen gleichartig beschaffen und die Canäle dringen von beiden Seiten entweder als einfache, zuerst etwas gebogene Röhrchen, in das Skelet ein, oder sie theilen sich gegen Innen in zwei bis drei Aeste. Eine so ausgiebige Verästelung, wie sie Haeckel bei den Leuconen beschrieben hat, konnte ich bei Lithistiden niemals beobachten. Auch penetrirende, die ganze Dicke der Wand durchsetzende Canäle fehlen in der ganzen zweiten Gruppe, dagegen gibt es allerdings Fälle, wo die Canäle erst unmittelbar unter der entgegengesetzten Oberfläche endigen. (*Chenendopora*).

Nicht immer sind die beiden in entgegengesetzter Richtung verlaufenden Canalsysteme gleichmässig entwickelt. Sehr häufig trägt eine Oberfläche 4—5 mm. messende oder noch grössere vertiefte (*Hyalotragos*, *Chenendopora*) oder hervorragende und gerandete Oscula, (*Verruculina*, *Epistomella*, *Mac Andrewia*, *Azorica*) und die andere ist lediglich mit feinen Poren besetzt. Es wird dann das eine System zu einem Capillarnetz herabgedrückt, während das andere vorzugsweise die Wasserausfuhr (vielleicht auch Zufuhr?) besorgt. In der Regel stehen bei den becherförmigen Schwammkörpern die grösseren Oscula auf der inneren Oberfläche (*Verruculina*, *Corallistes*, *Mac Andrewia*), doch auch der entgegengesetzte Fall lässt sich nachweisen. (*Leiodermatium*). Sind beide Oberflächen mit grösseren Osculis besetzt (*Leiodorella*, *Amphithelion*), so kann man aus der Grösse der Mündungen auf die Entwicklung des Canalsystems einen Rückschluss ziehen.

Die dritte Modification des Canalsystems zeigt sich nur bei Gattungen mit wohl entwickelter Magenöhle von cylindrischer, kreisel-

förmiger oder ähnlicher Gestalt. Betrachtet man die Wand des Magens als die innere Oberfläche eines becherförmigen Schwammkörpers, so gilt alles was über den Verlauf des Canalsystems der vorhergehenden Gruppe erwähnt wurde, auch für die vorliegende. Die Ostien der nach der Magenhöhle einmündenden Radialcanäle stehen entweder in Reihen oder gänzlich regellos vertheilt. Die von ihnen in die Wand eindringenden Canäle sind etwas wellig gebogen, seltener geradlinig; gegen Aussen nehmen sie allmählig an Stärke ab, indem sie sich zuweilen in wenige Aeste vergebeln. Aehnliche Canäle entspringen im Innern der Wand und nehmen ihren Verlauf in radialer Richtung nach Aussen, wo sie mit kleineren oder grösseren Ostien an der Oberfläche münden. Die Gattungen *Cylindrophyma*, *Phymatella*, *Inostelia*, *Calymmatina*, *Megalithista* u. A. besitzen ein derartiges Canalsystem.

Bei einer vierten Gruppe von kugeligen, birnförmigen, kreiselförmigen oder cylindrischen Schwammkörpern mit meist enger Centralhöhle ziehen gerade, zuweilen haarfeine Radialcanäle in horizontaler oder schräger Richtung vom Centrum nach der Peripherie und münden an der Oberfläche als feine Poren aus. Diese Canäle sind dicht gedrängt, in grosser Zahl vorhanden und niemals verästelt; sie verleihen dem Schwamm im Quer- oder Längsschnitt eine faserähnliche Struktur. Manchmal combinirt sich mit diesen strahligen Radialcanälen noch das Canalsystem der vorhergehenden Gruppe. Als typische Gattungen dieser Art sind zu nennen: *Coelocorypha*, *Scytalia*, *Pachynion*.

Etwas complicirter wird das Canalsystem bei der fünften Gruppe, wohin *Aulocopium*, *Siphonia* und einige verwandte Gattungen gehören. Bei diesen münden in die trichterartige Magenhöhle bogenförmige anfänglich dem Umfang parallele, gegen die Mitte aber fast senkrechte Canäle von ansehnlicher Stärke. Ausser diesen Bogencanälen verlaufen in schräger Richtung von Innen nach Aussen einfache gerade Radialcanäle von ähnlicher oder geringerer Stärke, deren Zahl im Verhältniss zu ihrem Durchmesser steht, so dass bei Formen mit dicken Radialcanälen (*Siphonia*, *Melonella*) verhältnissmässig wenige vorhanden sind, während dieselben zuweilen (z. B. bei gewissen *Aulocopien*) durch ihre haarförmige Beschaffenheit und dichtgedrängte Stellung fast den Anschein einer faserigen Struktur erwecken. Diese Modification des Canalsystems

ist bereits von F. Roemer¹⁶⁾ für die Gattung *Aulocopium*, von Quenstedt¹⁷⁾ für *Melonella* und von Sowerby¹⁸⁾ für *Siphonia* vortrefflich abgebildet worden.

Eine sehr charakteristische Form von Canälen bei den Lithistiden sind die Verticalröhren, welche schon oben (S. 72) beschrieben wurden. Dieselben scheinen häufig die Centralhöhle zu ersetzen (*Jerea*, *Jereica*, *Stichophyma*, *Carterella*). Sie stehen entweder in Bündeln beisammen oder sind mehr vereinzelt und durchziehen als runde Röhren die ganze Länge des Schwammkörpers; bei ästigen Stöcken sind der Hauptstamm und alle Nebenäste von solchen Röhren durchbohrt. Die Wände derselben sind gewöhnlich mit Poren, den Mündungen feiner Radialcanälchen versehen. Besitzt das Skelet eine sehr lockere Beschaffenheit und stehen die Verticalröhren dicht gedrängt, so können sie einen polygonalen Durchmesser annehmen und sind dann gewöhnlich durch dünne Wände von einander geschieden. (*Hyalotragos*, *Pyrgochonia*). Mit den Röhrencanälen können sich noch Radialcanäle der verschiedensten Art combiniren.

Ein letzter Typus von Canalsystem scheint, soweit mir bekannt, nur bei einzelnen Lithistiden vorzukommen. Hier besteht die ganze, meist dicke Wand des becher-, schüssel-, kreiselförmigen oder cylindrischen Schwammkörpers aus verticalen Blättern von geringer Dicke oder aus keilförmigen Ausschnitten, welche durch senkrechte, einfache oder gegen Aussen gegabelte Spalten von einander geschieden sind. Der ganze Schwamm erhält dadurch einen entschieden radiären Aufbau und erinnert in manchen Fällen an einen Korallenkelch mit zahlreichen Sternleisten. (Taf. I. Fig. 11^b). Die verticalen Spalten werden in gewissen, regelmässigen Abständen durch Skeletlagen überbrückt, welche somit jede Spalte in ein ganzes System übereinanderstehender paralleler Radialcanäle zerlegen. Letztere durchbohren die Wand und münden an der äusseren Oberfläche und auf der Wand der Centralhöhle in rundlichen oder verzerrten Poren. Ausgezeichnete Beispiele für diese Form des Canal-

16) Die fossile Fauna der silurischen Diluvialgeschiebe von Sadewitz Taf. II Fig. 1^a, 2^b, 3^b. Taf. III. Fig. 1^b, 2^b.

17) Petrefaktenkunde Deutschlands V. Taf. 126. Fig. 61. 62. 63.

18) Fitton, Strata between the Chalk. Geol. Trans. 2 ser. vol. IV. pl. XV^a. Fig. 4--7.

systems liefern die Gattungen *Cnemidiastrum*, *Corallidium* und *Seliscotho*.

Schliesslich mag noch erwähnt werden, dass sehr häufig auf der Oberfläche, wo die Wachsthumszunahme des Schwammes erfolgt, also namentlich am Scheitel, die in der Bildung begriffenen Canäle als strahlige Furchen von sehr verschiedenartiger Beschaffenheit erscheinen und bis zu einem gewissen Grad den Verlauf des Canalsystems im ganzen Schwammkörper anzeigen.

Skelet- und Erhaltungszustand.

Das Skelet der Lithistiden zeichnet sich durch seine steinartige, feste Beschaffenheit aus. Die Sarkode tritt gegenüber den kieseligen Absonderungen zurück und ist bei lebenden Formen in verhältnissmässig geringer Quantität vorhanden. Da überdies die Wände oder auch der ganze Schwammkörper eine ansehnliche Dicke besitzen und meist nur von verhältnissmässig feinen Canälen durchzogen sind, so dürfen dieselben zu den dauerhaftesten und widerstandsfähigsten Spongien gerechnet werden. Es verschmelzen zwar die kleinen Skeletelemente nicht, wie bei den *Hexactinelliden*, zu einem zusammenhängenden Gerüst, aber sie sind so innig mit einander verflochten, dass sie auch nach dem Absterben des Thieres nicht auseinanderfallen und nicht wie die Nadeln anderer Kieselschwämme von den Wellen zerstreut werden. Diese steinartige Beschaffenheit der Lithistiden macht dieselben vorzugsweise zur Erhaltung in den Erdschichten geeignet. In der That gehört ein grosser Theil der ehemaligen Petrospongien hierher. Wohlerhaltene, durch Salzsäure vom Nebengestein befreite Skelete unterscheiden sich in ihrer ganzen Erscheinung und Beschaffenheit kaum von frisch macerirten oder direct dem Meere entnommenen, abgestorbenen Körpern recenter Formen.

Es gibt gewisse Lokalitäten, namentlich in der oberen Kreide Norddeutschlands (Ahlten, Lemförde und Linden in Hannover, Vordorf und Biewende in Braunschweig, Coesfeld, Legden und Darup in Westfalen), wo die fossilen Lithistidenskelete fast gänzlich unverändert überliefert wurden. Man hat die Gesteinsstücke lediglich mit verdünnter Salzsäure zu behandeln, um nach kurzer Frist das ganze Skelet in untadeliger Schönheit vor sich zu sehen. Auch in der weissen Kreide von England

und Frankreich kommen zuweilen Lithistiden namentlich aus der Gattung *Siphonia* (*Choanites*) vor, die in einer Rinde von Feuerstein eingeschlossen, die Skeletelemente in vorzüglicher Erhaltung zeigen: allein bei diesen ist das Canalsystem mit mehligiger, kieseliger Substanz ausgefüllt, welche sich durch Behandlung mit Säure nicht beseitigen lässt.

Die bisher genannten Skelete verhalten sich bei mikroskopischer Untersuchung genau, wie lebende Lithistiden. Sie besitzen in Canada-balsam, Harzen und Glycerin die gleichen optischen Eigenschaften wie jene.

Nur selten findet sich jedoch dieser günstige Erhaltungszustand.

In England scheint die weisse Kreide von Flamboroughhead in Yorkshire die zahlreichsten Lithistiden zu liefern; allein wenn auch diese Exemplare nach Behandlung mit Salzsäure alle äusseren Merkmale des Schwammkörpers und namentlich das Canalsystem in bewunderungswürdiger Schönheit erkennen lassen, so eignen sich dieselben doch wenig zur mikroskopischen Untersuchung. Die einzelnen, meist zu Fasern vereinigten Skeletelemente, sind fast immer durch Zufuhr von Kieselerde mit einander verschmolzen, mehr oder weniger in krystallinische Kieselerde umgewandelt und so sehr verändert, dass es nur ausnahmsweise noch gelingt, ihre ursprüngliche Gestalt zu ermitteln. Aehnlich verhalten sich auch gewisse Exemplare aus dem Coralrag von Nattheim und den oberen Juraschichten von Muggendorf und Amberg im fränkischen Jura.

Ein anderer Verkieselungsprocess findet bei den meisten aus der mittleren und oberen Kreide von Frankreich (*Touraine*, *Normandie*), sowie bei vielen aus der norddeutschen Kreide stammenden Lithistiden statt. Bei diesen ist zwar das Skelet häufig wohlerhalten, aber in alle Zwischenräume derselben ist Feuerstein eingedrungen, so dass an eine Isolirung der einzelnen Theilchen nicht mehr gedacht werden kann. Eine Betrachtung mit scharfer Lupe unter dem Mikroskop bei auffallendem Licht führt in solchen Fällen meist am schnellsten zur Bestimmung; zur eingehenderen Untersuchung dagegen müssen Dünnschliffe hergestellt werden. Unter Umständen genügen auch feine durchscheinende Splitter.

In Braunschweig (bei Boimstdorf und Gliesmarode) finden sich derartige erhaltene, von Feuerstein durchdrungene Lithistiden auf secundärer Lagerstätte (*Diluvium*) in grosser Menge. Das Skelet ist häufig dunkelgefärbt und stellenweise etwas zersetzt, jedoch der Hauptsache nach er-

halten und durch Dünnschliffe sichtbar zu machen. Aehnlich verhalten sich die meisten Kreidespongien aus der Touraine. Bei den letztern ist jedoch der Zersetzungsprocess nicht selten weiter vorgeschritten; man bemerkt in Dünnschliffen nur vereinzelte, wohl erhaltene Skeletelemente, dazwischen liegt eine Unzahl schwärzlicher oder rostbrauner Kügelchen (wahrscheinlich von Eisenoxydhydrat), die bald ganz unregelmässig vertheilt, bald unzweifelhaft in die leeren Formen von früher vorhandenen und ausgelaugten Skeletelementen gelangt sind und dieselben vollständig ausfüllen.

In der weissen Kreide von England, sowie in der Umgebung von Rouen liegen in grosser Menge unförmliche Feuersteinknollen, aus welchen sich beim Zerschlagen häufig trefflich erhaltene Spongien herauslösen. Der Schwammkörper wird durch eine weisse, poröse Rinde von zersetztem Feuerstein umhüllt. Gewöhnlich befindet sich zwischen derselben und dem Schwamm noch eine dünne Schicht von schneeweissem Kieselmehl, worin zahlreiche wohl erhaltene Spongiennadeln liegen. Der Schwammkörper selbst zeigt entweder die bereits oben bei den Lithistiden von Flamboroughhead beschriebene Erhaltung oder noch öfter ist er im Innern vollständig mit homogener Feuersteinmasse ausgefüllt. In dieser ist alle Spongienstruktur zerstört; sie erscheint in Dünnschliffen als gleichförmige, amorphe Substanz. Die Oberfläche der Schwämme dagegen, sowie alle mit weissem Kieselmehl bedeckten Stellen pflegen vortrefflich erhalten zu sein und eignen sich dieselben vorzüglich zur Untersuchung bei auffallendem Licht.

Ein minder günstiger Erhaltungszustand der verkieselten Lithistiden besteht darin, dass die ursprünglichen Skeletelemente aufgelöst und weggeführt wurden und nunmehr durch Hohlräume ersetzt sind, die in der kieseligen Ausfüllungsmasse liegen und ein negatives, mehr oder weniger treues Abbild des früher vorhandenen Skeletes darstellen. Zahlreiche Exemplare aus der Touraine, aus der weissen Kreide von England, aus dem Grünsand von Regensburg und dem Coralrag von Nattheim, Gingen, Muggendorf und Amberg zeigen diese Erscheinung.

Aehnliche „negative“ Skelete, jedoch nicht in Feuerstein, sondern in Phosphorsäure-haltigen glaukonitischen Kalksand eingehüllt, finden sich in der oberen Kreide von Saratow in Russland, wo zuweilen die Hohlräume

auch von Brauneisenstein ausgefüllt erscheinen. Ich habe auf diesen Erhaltungszustand, der auch bei den Hexactinelliden vorkommt, schon in der ersten Abtheilung dieser Studien (l. c. S. 13) aufmerksam gemacht.

Lithistiden, bei denen das ursprüngliche Kieselskelet durch rostfarbiges Eisenoxydhydrat ersetzt ist, finden sich besonders häufig in der Mucronaten- und Quadratenkreide von Schwiechelt, Peine und Vordorf in Braunschweig, zuweilen bei Ahlten in Hannover, in der weissen Kreide von Frankreich, ferner im norddeutschen, böhmischen und sächsischen Pläner, öfters auch im fränkisch-schwäbischen Jura.

Schliesslich wären noch die verkalkten Lithistiden-Skelete zu erwähnen. Schon an den Stücken von dem berühmten Spongien-Fundort Sutmerberg bei Goslar lassen die meist kieseligen Skelete der Lithistiden den Beginn einer Pseudomorphose erkennen. Legt man dieselben in verdünnte Salzsäure, so werden zuweilen ein Theil des Schwammkörpers und zwar in der Regel die Oberfläche und die der Oberfläche zunächst gelegenen Parthieen aufgelöst. Das übrige Skelet besteht aus Kieselerde, ja nicht selten ist das Innere geradezu mit Feuerstein imprägnirt.

Untersucht man die kieseligen Skelettheile näher, so zeigen sie meist eine matte, corrodirte Oberfläche, und die feineren Verzierungen der kleinen Skeletkörperchen sind grossentheils verschwunden. In optischer Hinsicht unterscheiden sie sich von lebenden und anderen cretacischen Lithistiden dadurch, dass sie fast die gleiche Lichtbrechung wie Canada-balsam besitzen und desshalb in Glycerin, Wasser, Oel oder sonstigen Medien untersucht werden müssen. Aehnlich verhalten sich auch die Lithistiden aus gewissen oberjurassischen Fundorten im fränkisch-schwäbischen Jura (Schauergraben bei Streitberg, Uetzing in Franken, Sozenhausen, Pappelau und Sontheim in Württemberg) und im Krakauer Gebiet (Wodna, Kobilany, Luszowice), nur ist hier die Verkalkung in der Regel viel weiter vorgeschritten, als am Sutmerberg, so dass beim Aetzen grosse Parthieen des Schwammkörpers zerstört werden. Die zurückbleibenden Theile verhalten sich optisch wie die an den gleichen Fundorten vorkommenden Hexactinelliden.²⁰⁾

20) Vgl. 1 Abthlg. S. 10. 11.

In der Regel beschränkt sich die Pseudomorphose der oberjurassischen Lithistiden nicht auf einzelne Parthieen des Schwammkörpers, sondern meist zeigt sich das ganze Skelet durchaus in Kalkspath umgewandelt. Ausnahmslos sind bei derartigen Formen die Zwischenräume zwischen den Skelettheilchen und die Canäle mit Gesteinsmasse und zwar gewöhnlich mit Kalkstein ausgefüllt. In den schwäbisch-fränkischen Spongitenkalken des weissen Jura β , γ und δ sind die meisten Lithistiden vollständig verkalkt und nur hin und wieder erhält man beim Aetzen vereinzelte kieselige Skeletkörperchen im Rückstand. Denselben Erhaltungszustand zeigen die Lithistiden aus den oberen und unteren Spongitenkalken der Schweiz (Badener und Birmensdorfer Schichten) und des französischen Jura, des Rhonethals, der Cevennen und der Gegend von Niort. Auch im Pläner von Sachsen und Böhmen überwiegen die verkalkten Skelete. Eine Erklärung dieser auffälligen Umwandlung habe ich bereits in der ersten Abtheilung dieser Studien zu geben versucht. (S. 13. 14.)

Merkwürdigerweise ist bei der Pseudomorphose eines ursprünglich kieseligen Skeletes in Kalkspath in der Regel keine beträchtliche Formverunstaltung der kleinen Skelettheilchen eingetreten. Schleift man z. B. ein Cnemidiastrum oder einen Hyalotragos aus dem schwäbischen Jura an einer beliebigen Stelle an und untersucht die Schlieffläche mit Lupe oder bei auffallendem Lichte unter dem Mikroskop, so heben sich die etwas dunkel gefärbten, aus Kalkspath bestehenden Skeletkörperchen scharf von der eingedrungenen lichten Gesteinsmasse ab und es lässt sich die Struktur auf solche Weise ohne weitere Vorbereitung erkennen. Bei einiger Uebung genügt überhaupt schon die Betrachtung mit Lupe, ja unter Umständen sogar mit blossen Auge, um die verschiedenen Gattungen von Hexactinelliden und Lithistiden sofort zu erkennen.

Carter unterscheidet im Skelet der Lithistiden dreierlei charakteristische Kieselgebilde:

1) die eigentlichen durch Sarkode und durch ihre filigranartig verzweigten Enden mit einander verflochtenen „Skelet-Nadeln;“

2) die in der Regel mit einem verticalen Schaft versehene „Oberflächen-Nadeln“ und

3) die sogenannten „Fleisch-Nadeln“: einaxige Kieselkörperchen von meist geringer Grösse, welche in grösster Menge an der Oberfläche des Schwammkörpers frei in der Sarkode liegen, aber auch mehr oder weniger häufig im Innern vorkommen.

Von diesen drei Bestandtheilen fehlen die kleineren Fleisch-Nadeln²¹⁾ sämtlichen fossilen Lithistiden. Aber auch an lebenden Exemplaren sind dieselben nur dann zu beobachten, wenn die Skelete noch mit ihrem Sarkodeüberzug versehen sind. Ist letztere durch Fäulniss entfernt, so sind mit ihr auch die winzigen Körperchen verloren gegangen.

Nach den neuesten Untersuchungen von Sollas werden die Fleischnadeln durch Alkalien rasch zerstört und dürften desshalb wohl auch dem Fossilisationsprozess nicht lange widerstehen.

Abgesehen von diesen kleinen Fleischnadeln sind viele Lithistiden auch noch mit grösseren einaxigen Stabnadeln oder Walzen versehen, welche gleichfalls in grosser Menge an der Oberfläche oder auch in den Canälen liegen und zuweilen einen vollständigen Nadelüberzug bilden. Diese grösseren Stabnadeln scheinen bei gewissen fossilen Lithistiden die ankerförmigen Oberflächen-Nadeln zu ersetzen und mögen somit weiter unten mit jenen genauer betrachtet werden.

Auf die eigentlich skeletbildenden Elemente der Lithistiden, welche die Hauptmasse des Schwammkörpers ausmachen, passt die Bezeichnung Nadeln schlecht. Höchst selten erinnern diese Körperchen in ihrer Gestalt an Nadeln; sie sind nie einfach, geradlinig und beiderseits oder an einem Ende zugespitzt, sondern es sind stets zusammengesetzte, mehr oder weniger stark verästelte, meist mit wurzelartigen Anhängen versehene Körperchen die mit den kieseligen Skeletelementen anderer Spongien nur geringe Aehnlichkeit besitzen. Ich halte es desshalb auch für unstatthaft bei den Lithistiden von „Skelet-Nadeln“ zu sprechen und werde dafür die Bezeichnung Skelet-Elemente oder Skelet-Körperchen wählen.

Im Ganzen herrscht bei den Lithistiden eine grosse Uebereinstimmung

21) Gute Abbildungen dieser kleinen Fleischnadeln findet man in Bowerbank's Monographie der Kiesel-Spongien l. c. pl. V. fig. 7. 8. pl. VI. fig. 8, 10, 11, 12, 13, 14. pl. XXIII. fig. 6.

hinsichtlich der Form ihrer Skelet-Körperchen, so dass dieselben für sich allein nur ausnahmsweise zur Charakterisirung einer Gattung ausreichen.

Bei den ausgeprägtesten und wahrscheinlich auch höchststehenden Lithistiden sind fast sämtliche Bestandtheile des Skeletes, sowohl die eigentlichen Skeletkörperchen als auch die Oberflächennadeln vierstrahlig, was übrigens nicht ausschliesst, dass einer von den 4 Strahlen eine von den drei übrigen abweichende Ausbildung erhält. Ich bezeichne diese Gruppe als *Tetracladina*. Legt man ein beliebiges Stück vom Skelet einer *Phymatella*, *Siphonia*, *Callopegma*, *Aulaxinia*, *Turonia*, *Jerea* u. A. (Taf. VIII. 2. 5^b. Taf. IX. Taf. X. 1—4) unter das Mikroskop, so zeigt sich dasselbe aus lauter ähnlich geformten und auch in der Grösse ziemlich übereinstimmenden vierstrahligen Körperchen zusammengesetzt. Sämmtliche vier gleichlange Arme treffen im Centrum unter Winkeln von 120° zusammen; sie sind meist glatt, seltener mit warzigen Auswüchsen besetzt und an ihren dem Centrum abgewendeten Enden in wenige kurze Aeste vergabelt, die ihrerseits wieder mit wurzelartigen Ausläufern besetzt sein können. Je nachdem sich die 4 Arme zuerst in 2 oder mehr dicke Aeste und diese wieder in feinere Zweige oder sogar in kurze Fasern vergabeln, entstehen an den Enden polsterartige, aus kleinen wurzelförmigen Fasern zusammengesetzte Ausbreitungen. Bei günstiger Erhaltung erkennt man im Innern dieser Kieselkörperchen ein vierstrahliges Kreuz von Canälen, welche den Axen einer gleichseitigen Pyramide entsprechen. Die vier unter 120° im Centrum zusammenstossenden Canäle haben häufig nur geringe Länge, sie hören entweder schon vor der ersten Vergabelung der Arme auf, oder sie spalten sich durch Bifurcation und gehen noch eine kurze Strecke in die beiden Hauptäste hinein, ohne jedoch die wurzelförmigen Ausläufer zu erreichen. Meist sind diese Canäle haarfein, zuweilen aber auch, wahrscheinlich durch chemische Einflüsse während des Fossilisationsprocesses ansehnlich erweitert. In meiner Abhandlung über *Coeloptychium*²²⁾ habe ich eine Anzahl derartiger Körperchen aus dem inneren Skelet verschiedener Lithistiden-Gattungen abbilden lassen. Unter den lebenden Lithistiden schliessen sich die Gattungen *Kaliapsis*,

22) Denkschriften d. k. Bayr. Ak. II. Cl. Bd. XII. t. VII. fig. 11—15. 20 - 23. 28. 32. 33.

(Taf. I. 12) *Discodermia* (Taf. I. 7), *Racodiscula* und *Theonella* (Taf. I. 9) den obengenannten fossilen Formen an.

Die Verbindung derselben erfolgt in der Weise, dass sich die ausgebreiteten und verästelten Enden von 2 oder mehr Armen benachbarter Vierstrahler aneinander legen, wobei sich ihre wurzelartigen Fortsätze so dicht in einander verflechten, dass das Skelet nicht leicht in seine einzelnen Theilchen zerfallen kann.

Bei den Gattungen *Spongodiscus* (Taf. X. 6) und *Plinthosella* (Taf. X. 5) zeichnen sich die mehr oder weniger regelmässig vierstrahligen Skeletkörperchen durch ihre knorrige Beschaffenheit und die geringe Verästelung ihrer Arme aus. Fast die ganze Oberfläche dieser Vierstrahler ist mit stumpfen, warzigen Auswüchsen besetzt, einer der vier Arme zuweilen verkürzt und die Enden derselben etwas verdickt. Das Axenkreuz im Innern besteht aus 4 kurzen, haarfeinen Canälen, die durch spätere Einflüsse stark erweitert werden können.²³⁾ Die Verbindung dieser knorrigen Vierstrahler erfolgt dadurch, dass sich die Enden benachbarter Arme dicht aneinander legen, so dass dadurch ein scheinbar zusammenhängendes, grobfaseriges Skelet hervorgerufen wird. In der Regel besteht bei den Lithistiden der ganze Schwammkörper (abgesehen von den Oberflächen-Nadeln) aus gleichartigen Skeletelementen, so dass es ziemlich gleichgültig ist, von welchem Theil desselben irgend eine Probe mikroskopisch untersucht wird. Bei einzelnen Tetracladinen jedoch (*Siphonia*, *Phymatella* (Taf. VIII. 3), *Aulaxinia* (Taf. VIII. 4) unterscheidet sich die Basis vom oberen, eigentlichen Schwammkörper durch abweichende Mikrostruktur. Hier werden die normalen, mit stark vergabelten Armen versehenen Vierstrahler gegen unten immer unregelmässiger und gestalten sich theilweise zu langgestreckten, an den Enden ästig vergabelten und ausserdem mit Seitenausläufern versehenen Kiesel-Fasern um. Zwischen den verlängerten Fasern liegen mehr oder weniger zahlreich kürzere, ästige Skeletkörperchen, die sich im Ganzen als unregelmässige Vierstrahler zu erkennen geben. Bemerkenswerth ist der Umstand, dass die in die Länge gezerrten Wurzelemente nicht 4 Axencanäle, sondern nur einen einzigen und zwar meist kurzen und feinen Central-Canal besitzen.

23) Abbildungen derartiger Vierstrahler finden sich in meiner Monographie der Gattung *Coelopycium* Taf. VII. Fig. 16. 17. 18. 19. 20.

Durch diese letztgenannten Wurzelemente werden die Tetracladinen mit einer anderen Gruppe von Lithistiden verbunden, die ich wegen ihrer ungewöhnlich grossen und langgestreckten Skeletelemente unter der Bezeichnung *Megamorina* (*υόμοριον* Theilchen) zusammenfasse.

Bei diesen verschwindet der vierstrahlige Bau fast ganz oder lässt sich nur ausnahmsweise nachweisen; aber auch dann sind die vier Arme immer ungleich entwickelt, verschiedenartig verzweigt und stossen überdiess nicht unter bestimmtem Winkel im Centrum zusammen. Die glatten, meist langgestreckten gebogenen Körperchen erreichen eine Länge von 2—4 mm. und sind schon mit unbewaffnetem Auge deutlich erkennbar. Bei einzelnen Gattungen (*Doryderma* (Taf. VII. 1), *Lyidium* (Taf. I. 10), *Heterostinia* (Taf. VI. 3) sind dieselben in mehrere ungleiche Aeste getheilt, die sich wieder in wenige kurze und stumpfe Seitenzweige vergabeln können; bei anderen (*Megalithista* Taf. VI. 4, *Carterella* Taf. VII. 2) entspringen an den Enden der langgestreckten und gekrümmten Skeletkörperchen kurze Aeste, die rasch an Dicke abnehmen und sich meist nur einhöchstens zwei mal vergabeln. Ausserdem gehen vom Hauptstamm hin und wieder kurze knorrige Fortsätze aus. Bei der Gattung *Isoraphinia* (Taf. VII. 3) nehmen die Skeletkörper beinahe die Form einfacher, gekrümmter, cylindrischer Nadeln an, erweisen sich jedoch durch ihre verdickten und häufig in zwei kurze Aeste gespaltenen Enden als ächte Lithistidenelemente.

Sämmtliche Megamorinen besitzen einen einfachen Axencanal, welcher zuweilen fast die ganze Länge des Hauptstammes durchzieht, ohne jedoch jemals an den Enden zu Tage zu treten, zuweilen aber auch nur als kurzer haarfeiner Centralcanal in der Mitte der ästigen Skeletkörperchen liegt.

Die letzteren setzen entweder für sich allein das ganze innere Skelet des Schwammkörpers zusammen (*Isoraphinia*, *Doryderma*, *Lyidium*, *Megalithista*) oder sie sind von viel kleineren stark verästelten Kiesel-elementen begleitet (*Heterostinia*), die in ihrem ganzen Verhalten mit denen der nächsten Gruppe übereinstimmen. Die Verbindung der grossen Megamorinen-Körperchen geschieht in der Weise, dass sich die gebogenen ästigen Enden an benachbarte Skeletkörperchen anlegen und dieselben manchmal vollständig umfassen.

Eine kleine, bis jetzt nur in fossilem Zusand bekannte Gruppe von Lithistiden zeichnet sich durch unregelmässig ästige Skeletkörperchen aus,

deren Aeste in einem knotig verdicktem Centrum zusammenstossen. Da dieselben an ihren Enden nur mässig verzweigt sind, so entsteht ein maschiges Netzwerk, das in manchen Fällen grosse Aehnlichkeit mit dem Gittergerüst gewisser Hexactinelliden erhält und bei flüchtiger Betrachtung auch damit verwechselt werden kann. Durch die Gabelung der 4—7 in der Regel glatten Arme erweisen sich diese Spongien, für welche ich die Bezeichnung *Anomocladina* gewählt habe, als ächte Lithistiden. Die Gattungen *Cylindrophyma* (Taf. V. 6), *Melonella*, *Lecanella* (Taf. VI. 1) und *Mastosia* (Taf. VI. 2) sind die Repräsentanten dieser Gruppe, aus welcher sich möglicherweise die *Tetracladina* entwickelt haben.

Bei der grossen Mehrzahl der Lithistiden besteht das Skelet weder aus diesen *Anomocladinen*-Körperchen, noch aus deutlichen Vierstrahlern, noch aus grossen schwach verästelten *Megamorinen*-Elementen, sondern aus zierlichen, theilweise winzigen Kieselkörperchen, welche sich durch ihre unregelmässig ästige, vielzackige Form auszeichnen. Die schlanken gekrümmten Aeste sind entweder gleichmässig entwickelt oder einer gibt sich durch seine Stärke und Länge als Hauptstamm zu erkennen, von dem die übrigen als Nebenäste ausgehen. Hauptstamm und Aeste sind stets mit wurzelartigen oder knorrigen, einfachen oder gegabelten Seiten-Ausläufern besetzt. Diese filigranartig gezackten Körperchen, nach welchen ich diese Gruppe *Rhizomorina* nenne, gabeln sich nicht selten in 4 Hauptarme und erinnern dann an die *Tetracladinen*, doch stossen die 4 Aeste höchst selten regelmässig unter Winkeln von 120^0 zusammen. Im Allgemeinen lässt sich für die *Rhizomorinen* hinsichtlich ihrer Vergabelung kein allgemein gültiges Gesetz aufstellen, sie sind unregelmässig geformt und nur innerhalb ein und derselben Gattung und Art von bestimmter typischer Form.

Das Vorhandensein eines Axencanals ist meist schwierig zu constatiren, da die runden zackigen Aestchen bei durchfallendem Licht in der Regel vollständig dicht erscheinen. Bei günstiger Erhaltung und Beleuchtung konnte ich indess sowohl an lebenden, als auch an fossilen *Rhizomorinen* einen Axencanal beobachten. Bei den jurassischen Formen *Hyalotragos* (Taf. III. 4. 5), *Platychnia* (Taf. III. 8—10), *Cnemidiastrum* (Taf. III. 1—3 u. s. w.) befindet sich im Hauptstamm ein kurzer, ge-

rader und einfacher, an beiden Enden geschlossener Axencanal bei den cretacischen und recenten Rhizomorinen folgt der weite, undeutlich begrenzte und zuweilen wie ein etwas bräunlich gefärbter Kernstreifen durchschimmernde Axencanal, dem Verlauf des Hauptstammes und sendet in der Regel auch Abzweigungen in die grösseren Aeste; die kleineren Aeste und wurzelförmigen Anhänge dagegen sind vollkommen dicht. O. Schmidt hat derartige Axencanäle bei *Corallistes microtuberculatus* (l. c. t. III. Fig. 4) und *Corallistes typus* (l. c. t. III. Fig. 3) abgebildet. Unter den fossilen Lithistiden lassen die Gattungen *Seliscotho*n (Taf. IV. 3) *Chonella*. *Verruculina* u. A. die Axencanäle deutlich erkennen.

In der Anordnung und Verbindung dieser kleinen zackigen Skeletelemente herrscht grosse Mannichfaltigkeit. Entweder verflechten sich die feinen Fortsätze der benachbarten Körperchen zu einem lockern, verworrenen Gewebe, das beim Aetzen entweder in seine einzelnen Theilchen zerfällt, zuweilen aber auch in lockerem Zusammenhang bleibt, oder sie gruppieren sich dicht zusammen und bilden anastomosirende oder parallele Faserzüge, in welchen die meist nach bestimmten Richtungen gelagerten Theilchen mit ihren Aestchen und wurzelartigen Fortsätzen sehr innig mit einander verflochten sind.

Grössere Mannichfaltigkeit, als bei den eigentlichen Skeletelementen herrscht bei den isolirten Kieselgebilden, die theils an der Oberfläche, theils im Skelet zerstreut liegen und welche als „Oberflächen-Nadeln“ und „Fleischnadeln“ bezeichnet werden. Dieselben gehören entweder zu den einaxigen oder zu den vieraxigen Kieselgebilden.

Die ersteren bieten keine nennenswerthen Eigenthümlichkeiten dar. Stabnadeln in der Länge von 0,5^{mm} bis 10 und 20^{mm} schwankend lassen sich in den verschiedensten Abstufungen beobachten. Sie sind meist beiderseits zugespitzt und spindelförmig, zuweilen an einem Ende stumpf, am andern spitz oder auch beiderseits abgerundet. Am häufigsten sind sie gerade, doch kommen auch gebogene S förmig- und zuweilen welliggekrümmte Nadeln vor. Ihre Oberfläche ist glatt, seltener dornig. Bei einer lebenden, noch unbeschriebenen Art, die ich von Herrn Dr. W. Marshall mitgetheilt erhielt, finden sich lange, wellig gekrümmte Nadeln, die in regelmässigen Abständen mit zugeschärften kragenartigen

Vorsprüngen versehen sind und in ihrem Habitus an die von Bowerbank (Monogr. Brit. Sp. pl. I Fig. 14) abgebildete Nadelform erinnern.

In viel mannichfaltigerer Gestalt erscheinen die Nadeln des vieraxigen Typus, die man mit Carter besser als „trifid“ oder „ternate“ bezeichnen würde, da eine Axe immer abweichend entwickelt ist und bald als langer Schaft, bald als kurzes Stielchen, bald nur als knopfförmige Verdickung erscheint. Völlige Gleichheit der 4 Strahlen kommt bei den Lithistiden, wie es scheint, nie oder doch nur höchst selten vor. Ich habe wenigstens die sogenannten spanischen Reiter weder an lebenden, noch an fossilen Formen beobachtet.

Am öftesten findet man Anker mit langem einfachem, am freien Ende verschmälertem Schaft. Die drei Zinken am entgegengesetzten Ende sind selten einfach und dann meist kurz (patento-ternate, recurvo-ternate, expando-ternate, incurvo-porrecto-ternate spicules u. s. w. nach Bowerbank l. c. Fig. 45—54, Fig. 128. 129), gewöhnlich spalten sie sich wieder in zwei (sehr selten in mehr) Zinken und bilden dann sogenannte Doppelanker (bifurcated-expando-ternate spicules Bowb. l. c. pl. V. Fig. 130, furcated attenuato-patento-ternate Fig. 50. 52, spiculated dichotomo-patento-ternate Fig. 53 u. s. w.).

Bei den einfachen Ankern divergiren die 3 Zacken entweder unter gleichem Winkel schräg nach aussen, oder sie sind zurückgekrümmt. Dasselbe kommt auch bei den Gabelankern vor, doch liegen bei diesen die 3 gegabelten Zinken viel häufiger in einer Ebene und gehen rechtwinklich vom Schafte aus oder sie biegen sich mit ihren Enden sogar etwas rückwärts. In meiner Monographie der Gattung *Coeloptychium* habe ich auf Taf. VI Fig. 3—30 und Taf. VII Fig. 1—10 zahlreiche derartige ankerförmige Gebilde, die vermuthlich sammt und sonders von Lithistiden herrühren abgebildet, so dass eine weitere Beschreibung überflüssig erscheint. Unter diesen Abbildungen befinden sich einige (Taf. VII Fig. 9. 10), bei denen die Gabelarme nicht glatt und gerade, sondern auf der Aussenseite mit ästigen Auswüchsen versehen sind. Aehnliche mit knorrigen Warzen besetzte Gabelanker kommen auch bei einer lebenden Lithistidenform (*Corallistes noli tangere* Taf. I. 2^b) vor.

Eine bemerkenswerthe Modification der Gabelanker mit rechtwinklich vom Schafte abstehenden Armen lässt sich bei der Gattung *Theonella*

beobachten. (Taf. I. 9^{b u. c}) Hier ist der Schaft zu einem kurzen zugespitzten Stiel reducirt, die drei Arme sind von oben zusammengedrückt, gebogen und an den Enden in 2 kurze Aeste gespalten. (vgl. Bowb. l. c. Fig. 306 und Proceed. zool. soc. 1869 pl. V Fig. 8. 9). Bei der fossilen Gattung *Ragadinia* (Taf. X 4^b) und einer mir durch Herrn Carter freundlichst mitgetheilten lebenden noch unbeschriebenen *Racodiscula* ist der Schaft noch kürzer und die sehr breiten, zusammengedrückten Arme spalten sich in 2, 3 oder mehr unregelmässige Lappen. (Taf. I. 8.) Im Centrum derselben befindet sich ein ganz kurzes, vierstrahliges Axenkreuz. Oberflächennadeln dieser Art habe ich in meiner Monographie von *Coeloptychium* Taf. VII Fig. 25—27, 29—30 abgebildet. Von Carter wurden ähnliche Formen aus dem Grünsand von Haldon²⁴) unter dem Namen *Dactylocalycites Vicaryi* beschrieben. Reducirt sich der Schaft zu einem winzigen Stielchen, werden die Strahlen der Axencanäle noch kürzer, die niedergedrückten Arme des Gabelankers breiter und die lappigen Aeste derselben zahlreicher, so entstehen Gebilde, wie die in meiner Monographie von *Coeloptychium* Taf. VII Fig. 36. 37. oder wie die von Osc. Schmidt (l. c. Taf. III Fig. 8) als *Corallistes polydiscus* Sdt. (non Bocage) von Bowerbank (Brit. spong. Fig. 104—106) als *foliato-peltate spicules*, und von Carter (l. c. pl. 7. Fig. 3. 4.) als *Dactylocalycites polydiscus* aus dem Grünsand von Haldon dargestellten kurzgestielten, viellappigen Kieselscheiben. Taf. I. 12. zeigt derartige Scheibchen bei *Kaliapsis*.

Diesen schliessen sich unmittelbar die bald kreisrunden, bald ovalen ganzrandigen Kieselscheibchen von *Discodermia polydiscus* Bocage (vgl. Bowb. Proceed. zool. soc. 1869 pl. VI Fig. 10. 11) an, bei denen sich im Centrum ein winziges, conisches Stielchen und ein kurzes 4strahliges Axenkreuz befindet. Dieselben Scheiben hat Carter (l. c. pl. VII Fig. 5) auch fossil aufgefunden und diesen dürften sich wohl auch die grossen unregelmässigen und eckigen Kieselplatten der fossilen Gattung *Plinthosella* (Taf. X. 5^b) anreihen.

Möglicherweise gehören in die Nähe von *Discodermia* auch jene zierlichen, am Rande durchbrochenen Kieselscheibchen mit stark entwickelten vielfach gespaltenen Radialcanälen, wovon ich schon früher mehrere

24) Ann. Mag. nat. hist. 1871. 4 ser. vol. VII. pl. 7 Fig. 1. 2.

Exemplare habe abbilden lassen (Coeloptychium Taf. V Fig. 32—35). Aehnliche beschreibt Carter aus dem Grünsand von Haldon (l. c. pl. IX. Fig. 40—42).

Kehren wir wieder zu den einfachern, kurzgestielten Gabelankern mit gebogenen Armen von Theonella zurück, so schliessen sich an diese andere etwas complicirtere Formen an. Es reducirt sich nämlich der Schaft zu einem kurzen conischen Stiel und die gebogenen Arme senden Seitenästchen aus, die wieder mit wurzelartigen Auswüchsen besetzt sind. Dadurch entstehen zierliche Gebilde (vgl. Bowbk. Proceed. zool. soc. 1869 pl. V 2—4 und pl. XXV 4), welche sich in ihrem Aussehen den eigentlichen Skeletkörperchen schon bedeutend nähern. (Mac Andrewia. Taf. I. 3°). Noch grösser wird diese Aehnlichkeit, wenn auch der kurze Schaft an seinem Ende in filigranartige Aeste ausläuft. (Azorica Pfeifferae Cart.)

Bei diesen letztgenannten „Oberflächen-Nadeln“ sind die Beziehungen zu den Skeletelementen schon ganz unzweifelhaft; es gibt aber viele und namentlich fossile Lithistiden, bei denen die Kieselkörperchen der Oberfläche zwar durch abweichende Grösse und Verästelung vom übrigen Skelet differiren, aber doch nur als modificirte Skeletkörperchen aufgefasst, nicht aber auf ankerartige Bildung zurückgeführt werden dürfen (Leiodermatium, Leiodorella, Verruculina, Amphithelion, Seliscothion, Chonella etc.) Ich halte derartige „Oberflächen-Nadeln“ lediglich für junge, noch unentwickelte Skeletelemente.

Die Anordnung der ankerförmigen Oberflächen-Nadeln ist fast unveränderlich derart, dass der Schaft nach innen, die Zinken dagegen gegen Aussen gerichtet sind. Bei Corallistes, Turonia (Taf. IX. 2) Callopegma (Taf. VIII. 5^a), Calymmatina, Theonella (Taf. I. 9^b), u. A. bilden die in einer Ebene ausgebreiteten Doppelzinken der Gabelanker ein ungemein zierliches sternförmiges Pflaster, dessen Zwischenräume im lebenden Zustand mit Sarkode und winzigen Fleischnadeln ausgefüllt war. Bei Doryderma (Taf. VII 1°) zeichnen sich die mit kurzen Doppelzinken versehenen Anker durch die ansehnliche Länge ihrer Schäfte aus. Sie sind zu dichten Büscheln zusammengruppirt und stecken mit ihren Zacken nach Aussen in maschenartigen Vertiefungen des Skeletes. Auch die lappigen und gezackten, kurzstieligen

Anker sowie die Kieselscheiben von *Discodermia* u. A. bilden eine mehr oder weniger dichte Oberflächenschichte, die um so vergänglicher ist, je weniger tief die nach innen gerichteten Stiele in die Skeletmasse eindringen.

Sehr enge drängen sich in der Regel jene Oberflächen-Gebilde zusammen, welche in ihrem Gesamthabitus am wenigsten von den eigentlichen Skeletkörperchen abweichen und wahrscheinlich nur junge, noch unausgebildete Skelettheilchen sind. Dieselben bilden unter Umständen eine scheinbar dichte und glatte Kieselhaut, die entweder nur gewisse Theile des Schwammkörpers (*Turonia*, *Chenendopora*, *Thecosiphonia*) bedeckt, oder aber als eine förmliche feine Kieselhülle den ganzen Schwamm überkleidet. (*Calymmatina*, Taf. II 2, *Astrocladia*). D'Orbigny, Fromentel, Courtyllier und Pomel haben auf diese eigenthümliche Deckschicht wiederholt hingewiesen, dieselbe aber vielfach mit den Epithekalgebilden der Korallen oder dem dichten Ueberzug der fossilen Kalkschwämme verwechselt.

Versuch einer Systematik der Lithistiden.

Ueber die Stellung der Lithistiden zu den übrigen Spongien gehen die Ansichten der Zoologen etwas auseinander.

O. Schmidt²⁵⁾ gruppirt in seiner letzten grösseren Abhandlung sämtliche Spongien in 4 Ordnungen: die erste enthält die Hexactinelliden mit sechsstrahligen Nadeln, die zweite umfasst die Spongien mit ankerförmigen Nadeln oder mit Nadeln des pyramidalen Typus; die dritte jene mit einaxigen Kieselnadeln sowie alle nadellosen Formen, und die vierte die Kalkschwämme.

In der zweiten Ordnung finden wir die Familie der Lithistiden neben den Geodiniden, Ancoriniden und den fossilen Vermiculaten. Dass diese letztere, übrigens nur provisorisch aufgestellte Familie nicht aufrecht erhalten werden kann, da sie aus den verschiedenartigsten Elementen besteht, habe ich bereits anderwärts nachgewiesen.²⁶⁾ Es bleiben somit für

25) Grundzüge einer Spongienfauna des Atl. Geb. S. 83.

26) Studien über fossile Spongien I. S. 6.

die zweite Ordnung nur die ehemaligen Corticaten (Geodinidae und Ancorinidae) nebst den Lithistiden übrig.

An ähnlicher Stelle finden wir die Lithistiden auch in der 3. Auflage des Claus'schen Handbuchs der Zoologie. Claus stellt die Calci-spongia allen anderen Seeschwämmen (Fibrospongia) als gleichwerthige Gruppe gegenüber. Die Fibrospongia werden in 12 Familien zerlegt, von denen die Ancoriniden, Geodiniden, Lithistiden und Hexactinelliden in der angegebenen Reihenfolge den Schluss bilden. Wir finden also auch hier die Lithistiden in unmittelbarster Nachbarschaft einerseits der Geodiniden und Ancoriniden und anderseits der Hexactinelliden.

Eine abweichende etwas complicirtere Eintheilung der Spongien ist von H. Carter²⁷⁾ vorgeschlagen worden. Von den 8 Ordnungen Carter's: Carnosa, Ceratina, Psammonemata, Raphidonemata, Echinonemata, Holoraphidota, Hexactinellida und Calcarea entsprechen die 5 ersten und ein grosser Theil der 6. der dritten Gruppe Oscar Schmidt's. Von den 5 ersten Ordnungen zerfällt jede wieder in 2—4 Gruppen und diese wieder eine grössere Anzahl von Familien.

Die Ordnung der Holoraphidoten ist unter allen die umfänglichste und besteht aus Bestandtheilen, die kaum in sehr enger genetischer Beziehung stehen dürften. Wir finden nämlich unter den 5 hierhergehörigen Gruppen einerseits die Renierida, Suberitida und Potamospongida (Spongilla) mit einaxigen Nadeln und anderseits die Pachytragida und Pachastrellida mit drei- oder vier-strahligen Kieselementen. Unter den Pachastrelliden befindet sich dann als Section dritter Ordnung die Familie der Lithistinen.

Ich beschränke mich auf die Erwähnung dieser drei neuesten Classificationsversuche der Spongien, da ich schon früher nachzuweisen versucht habe, wie wenig sich die ältere Ansicht von Bowerbank, Gray und Wyville Thomson, die Lithistiden und Hexactinelliden in engere Verbindung zu bringen, rechtfertigen lässt.

In einem Punkt stimmen Oscar Schmidt, Claus und Carter überein: sie stellen die Lithistiden unmittelbar neben die Geodiniden und Ancoriniden (Pachytragidae Cart). Aber während ihnen Claus den Rang einer selbständigen Ordnung zuerkennt, treten sie bei Oscar Schmidt

27) *Annals and Mag. nat. hist.* 1875. 4 ser. vol. XVI. S. 1. 126. 176.

nur noch als Familie einer Ordnung auf, welche alle Spongien mit vierstrahligen Nadeln umfasst, und bei Carter sind sie sogar zu einer Unterabtheilung (Familie) der Pachastrelliden degradirt.

Die Uebereinstimmung der Lithistiden mit den genannten Spongien besteht darin, dass die ankerförmigen Oberflächen-Nadeln vieler Lithistiden-Gattungen gewissen Skelet-Nadeln der Ancoriniden und Geodiniden zum Verwechseln ähnlich sehen. Damit ist aber auch Alles erschöpft, was sich zu Gunsten der Verwandtschaft dieser Spongien mit den Lithistiden sagen lässt. Zieht man dagegen in Betracht, dass bei den Lithistiden weder typische Vierstrahler (wie bei *Stelletta*), noch Achtstrahler, noch Kieselsternchen, oder strahlige Kieselkugeln und Kiesel-scheiben beobachtet werden, so ergibt sich schon bei den freien Kieselgebilden eine namhafte Differenz. Dieselbe ist aber geradezu fundamental, sobald man die eigentlichen Skeletelemente berücksichtigt. Keine bis jetzt bekannte Ordnung der Spongien besitzt ähnliche zusammengesetzte, mannichfach verästelte Kieselkörperchen. Wenn den *Tetracladinen* auch ein vierstrahliges Axenkreuz zu Grunde liegt, so besteht doch ein tiefgreifender Unterschied zwischen den vierstrahligen Sternen der *Pachytragiden*, bei denen die einzelnen Arme gerade und zugespitzt sind und den an den Enden mehr oder weniger verästelten Lithistidenkörpern. Auch für die eigenthümliche Verbindung der letzteren zu einem meist innig verflochtenen Gewebe und für die dadurch hervorgerufene steinartige Beschaffenheit des ganzen Schwammkörpers lässt sich höchstens bei den *Hexactinelliden*, nicht aber bei den übrigen Kieselschwämmen eine gewisse Analogie auffinden. Nimmt man schliesslich noch auf das complicirte Canalsystem und die äussere Erscheinung der Lithistiden Rücksicht, so sind es unter den Kiesel-spongien wieder nur die *Hexactinelliden*, sowie eine später noch näher zu charakterisirende, ausgestorbene Gruppe von *Kalkschwämmen*, welche sich in Vergleich bringen lassen.

Schliesslich spricht auch die geologische Verbreitung der Lithistiden und die ausserordentliche Constanz, womit sie ihre Skeletmerkmale aus den frühesten Erdperioden fortgeerbt haben, für das hohe Alter dieser Gruppe und gegen ihre Entstehung oder auch nur engere Verwandtschaft mit den *Pachytragiden*, die ich eher als einen aberranten Seitenzweig der

Lithistiden auffassen möchte, wenn überhaupt ein genetischer Zusammenhang beider angenommen werden soll.

Alle diese Thatsachen veranlassen mich die Lithistiden als eine besondere, den Hexactinelliden gleichwerthige Ordnung anzusehen, die ihren Platz im System zwischen den Pachytragiden, Geodiniden und Ancoriniden einerseits und den Hexactinelliden anderseits erhalten muss.

Eine speciellere Classification der Lithistiden ist bis jetzt von keiner Seite angestrebt worden, da die wenigen lebenden Gattungen keine weiteren Unterabtheilungen nothwendig erscheinen liessen und über die fossilen Formen bisher soviel wie Nichts bekannt war. Carter liefert in seiner schon mehrfach erwähnten Zusammenstellung allerdings werthvolle Winke zu einer Gruppierung der lebenden Lithistiden und deutet auch schon an, dass die Gattung *Corallistes* Sdt. aus verschiedenartigen Elementen zusammengesetzt sei, allein eine systematische Anordnung oder auch nur eine schärfere Charakterisirung der einzelnen Gattungen lag offenbar nicht in der Absicht des ausgezeichneten englischen Spongiologen.

Fügt man den lebenden Formen die weit zahlreicheren fossilen bei, so ergibt sich das unabweisbare Bedürfniss nach einer systematischen Anordnung des umfänglichen Materials.

Wie bei den Hexactinelliden berücksichtige ich auch hier in erster Linie für die Charakterisirung der grösseren Gruppen die Merkmale der eigentlichen Skelettkörperchen, in zweiter Linie die Oberflächen-Nadeln und das Canalsystem und in dritter die äussere Form.

Nach diesen Principien zerfallen die Lithistiden in 4 Familien (*Rhizomorina*, *Megamorina*, *Anomocladina* und *Tetracladina*) und diese zum Theil wieder in mehrere Sectionen.

Uebersicht und Schlüssel zum Bestimmen der fossilen und lebenden Lithistiden-Gattungen.

Classe: **Spongiae.**

Ordnung: **Lithistidae.** O. Schmidt 1870.

Massive, steinartige, dickwandige, meist festgewachsene Kieselschwämme von sehr mannichfaltiger äusserer Form. Monozöisch oder polyzöisch. Mit centraler Magen-
höhle oder zerstreuten Osculis. Magen-
höhle zuweilen durch verticale Röhren ersetzt.
Schwammkörper aus mehr oder weniger deutlich vierstrahligen, oder unregelmässig

ästigen, an den Enden der Aeste oder auch ihrer ganzen Länge nach mit knorrigen oder wurzelartigen Ausläufern versehenen, gebogenen, innig verflochtenen aber nicht verwachsenen Skelelementen, zuweilen auch aus diesen und aus Oberflächen-Nadeln von vieraxigem oder einaxigem Typus zusammengesetzt. Die Oberflächen-Nadeln entweder Gabel-Anker mit langem nach Innen gerichtetem Schaft, oder kurzgestielte Anker mit gebogenen, zuweilen knorrigen oder ästigen Zinken, oder kurzgestielte Kieselscheiben oder endlich einaxige Nadeln von verschiedener Form und Grösse. Ausserdem in der Sarkode winzige Fleisch-Nadeln von einaxigem Typus.

1. Familie: **Rhizomorina.**

Skelet-Körperchen unregelmässig ästig, mit kürzeren oder längeren, einfachen oder zusammengesetzten, wurzelartigen Ausläufern oder knorrigen Auswüchsen besetzt, mit einfachem oder ästigem Centralkanal. Skelet-Elemente zu wirren Faserzügen zusammen gruppirt oder locker in einanderverflochten. Oberflächen-Gebilde häufig denen des übrigen Skeletes ähnlich, ausserdem einaxige Nadeln und Gabel-Anker vorhanden.

A) Skeletkörperchen mässig verzweigt, mit kurzem, einfachem Canal im Hauptstamm; locker mit einander verflochten.

a) Schwammkörper dickwandig, kreiselförmig, knollig oder schüsselförmig mit verticalen häufig gegen aussen vergabelten Radialspalten, in welchen feine reihenförmig übereinander stehende Radialcanäle verlaufen.

Cnemidiastrum. <i>Zitt.</i> Jura . . .	} kreiselförmig, knollig oder schüsselförmig mit kleinen runden Canalostien auf den Radialspalten.
Corallidium. <i>Zitt.</i> Jura . . .	

b) Schw. schüsselförmig, kreiselförmig oder plattig. Radiales Canalsystem sehr fein, undeutlich entwickelt, im Centrum zuweilen Verticalcanäle.

Hyalotragos. <i>Zitt.</i> Jura . . .	} schüsselförmig oder kreiselförmig. Oscula auf der Innenseite. Verticalcanäle vorhanden.
Pyrgochonia. <i>Zitt.</i> Jura . . .	
Discostroma. <i>Zitt.</i> Jura . . .	} scheibenförmig. Oberseite gewölbt, kraus, mit Centralhöhle. Unterseite mit glatter Epidermis.
Epistomella. <i>Zitt.</i> Jura . . .	
Leiodorella. <i>Zitt.</i> Jura . . .	} plattig, cylindrisch, knollig. Beiderseits mit gerandeten Osculis; dazwischen glatte Epidermis.
Platychonia. <i>Zitt.</i> Jura . . .	

B) Skeletkörperchen stark verästelt, mit ziemlich weitem verzweigtem Canal, häufig zu Faserzügen verflochten.

a) Schw. knollig oder ästig, ohne deutliches Canalsystem. Oberfläche mit zerstreuten, bald grubigen, bald strahligen Osculis, zuweilen auch nur mit feinen Poren.

Bolidium. *Zitt.* Kreide . . . knollig oder ästig ohne Oscula.

Astrobolia. *Zitt.* Kreide . . . { knollig mit zerstreuten strahligen oder grossen grubenförmigen Osculis.

b) Schw. schüsselförmig, becherförmig, ohrförmig oder plattig. Wand auf einer oder beiden Oberflächen mit Osculis oder Poren, von denen einfache oder schwach verästelte meist gebogene Canäle in senkrechter Richtung in die Wand eindringen dieselbe aber nicht durchbohren. Oberflächen-Nadeln, wenn vorhanden, den Skelet-Elementen ähnlich, oder Gabelanker, zuweilen auch Anker mit drei zurückgebogenen Zacken. Ausserdem einaxige Nadeln meist reichlich vorhanden.

Chonella. *Zitt.* Kreide . . . { becher- oder schüsselförmig. Beide Oberflächen mit Poren versehen.

Seliscothon. *Zitt.* Kreide . . . { schüssel-, becher- oder tellerförmig. Wand aus verticalen Blättern bestehend, auf den Radialcanälen der Innenseite stehen kleine Oscula.

Chenendopora. *Lamx.* Kreide . . . { becherförmig, gestielt, mit ästiger Wurzel. Innenseite mit zerstreuten, vertieften Osculis. Stiel mit Verticalröhren, Skeletkörperchen ziemlich gross, knorrig.

Arabescula. *Carter.* lebend . . . { dünn, incrustirend. Oberfläche mit Poren und feinen Furchen.

Corallistes. *Sdt.* lebend . . . { becher-, schüsselförmig oder gebogen scheibenförmig, Oscula auf der Innenseite. Oberfläche mit einer Schicht Gabelanker bedeckt.

Heterophymia. *Pomel.* lebend . . . { fächerförmig, wellig gefaltet. Oberseite mit Osculis, Unterseite porös. Oberflächen-Nadeln auf der Unterseite gebogene Anker mit kurzen verdickten Zinken, auf der Oberseite glatte, unregelmässig verästelte Körperchen von geringer Grösse.

Mac Andrewia. *Gray.* lebend . . . { vasen- oder keulenförmig. Innenseite mit warzigen Osculis. Oberflächen-Nadeln aus kurzem Schaft und drei ästigen feingezackten und gebogenen Armen bestehend. Fleischnadeln einaxig, doppelt zugespitzt.

Azorica. *Cart.* lebend . . . { vasenförmig, gestielt. Warzige Oscula auf der Innenseite. Skeletkörperchen klein. Hauptäste glatt, an den Enden stark verzweigt. Oberflächen-Gebilde den Skeletelementen ähnlich.

Leiodermatium. *Sdt.* lebend . . . { wie Azorica, aber die hervorragenden Oscula auf der Aussenseite.

Verruculina. *Zitt.* Kreide . . . { schüssel-, becher-, ohrförmig oder plattig. Innen- (Ober-) Seite mit hervorragenden, warzigen Osculis. Oberflächenelemente denen des Skeletes ähnlich.

Amphithelion, *Zitt.* Jura Kreide . . . wie Verruculina, aber beiderseits mit warzigen Osculis.

c) Schw. massiv, cylindrisch, Scheitel gewölbt, abgestutzt oder vertieft. Im Innern mit zerstreuten oder bündelförmig gruppirten Verticalröhren. Radialcanäle einfach, vom Centrum nach der Peripherie ausstrahlend.

Stichophyma. <i>Pomel</i> Kreide	}	Scheitel gewölbt mit zerstreuten, warzigen Osculis, welche mit Verticalröhren in Verbindung stehen.
Jereica. <i>Zitt.</i> Kreide		Scheitel abgestutzt oder vertieft, in der Mitte mit einem Bündel Verticalröhren.
Pomelia. <i>Zitt.</i> Miocaen. lebend		keulenförmig, Scheitel gewölbt, mit mehreren feinen in einer kleinen Vertiefung mündenden Verticalröhren. Ausserdem an den Seiten vereinzelt mit Röhren versehene Gruben. Oberfläche fein porös.

d) Schw. cylindrisch, kreiselförmig oder kugelig, dickwandig mit einfacher Centralhöhle. Schräge, haarfeine, perforirende, zuweilen auch gröbere, in die Magenöhle einmündende Radialcanäle vorhanden.

Coelocorypha <i>Zitt.</i> Kreide	}	kugelig oder kreiselförmig. Magenöhle seicht; nur feine Radialcanäle vorhanden.
Scytalia. <i>Zitt.</i> Kreide		cylindrisch. Magenöhle bis zur Basis reichend. Ausser den feinen Radialcanälen noch gröbere in die Magenöhle einmündende Canäle vorhanden.
Pachynion. <i>Zitt.</i> Kreide		cylindrisch. Magenöhle weit, tief. Skeletelemente knorrig, sehr gross. Oberflächenkörperchen klein, fein, verzweigt.
Stachyspongia. <i>Zitt.</i> Kreide		cylindrisch. Magenöhle einfach, röhrig. Oberfläche mit kegelförmigen Höckern.

2. Familie: **Megamorina.**

Skeletelemente gross, verlängert, glatt, gebogen, unregelmässig ästig oder nur an den Enden vergabelt, mit einfachem Axencanal; locker in einander verflochten. Dazwischen zuweilen kleinere Skeletkörperchen von rhizomorinem Typus. Oberflächen-Nadeln einaxig oder Gabelanker.

Megalithista. <i>Zitt.</i> Jura	}	cylindrisch oder schüsselförmig mit einfacher Centralhöhle. In der Oberflächenschicht zahlreiche Stabnadeln und vereinzelt Gabelanker.
Doryderma. <i>Zitt.</i> Kreide		cylindrisch oder ästig, im Centrum mit einem Bündel Verticalröhren. Oberfläche maschig; in den Maschen liegen Büschel von kurzgezackten Gabelankern mit sehr langem nach Innen gekehrtem Schaft.
Lyidium. <i>O. Schmidt.</i> lebend		schüsselförmig, beiderseits mit Ostien von groben einfachen Canälen. Skeletelemente ästig, glatt, mit verdickten Enden. Oberflächen-Nadeln einaxig.
Carterella. <i>Zitt.</i>		cylindrisch, sehr verlängert, mit durchlaufenden Verticalröhren. Skeletelemente sehr lang, wenig ästig.

Isoraphinia. <i>Zitt.</i> Kreide . . .	} cylindrisch, mit weiter Centralhöhle. Skeletelemente nadelähnlich, nur an den Enden schwach gegabelt oder verdickt. vasenförmig, gestielt, mit ästiger Wurzel. Wand beiderseits mit Ostien und Radialcanälen. Skelet theils aus grossen, ästigen Megamorinen theils aus kleineren, knorrigen Rhizomorinen-Elementen bestehend.
Heterostinia. <i>Zitt.</i> Kreide . . .	

3. Familie: **Anomocladina.**

Skeletelemente aus 4 oder mehr glatten, in einem verdickten Centrum zusammenstossenden Armen bestehend, welche an ihren Enden vergabelt sind. Ausserdem Stabnadeln in grosser Menge vorhanden.

Melonella. <i>Zitt.</i> Jura . . .	} kugelig oder birnförmig, mit weiter Centralhöhle, in welche bogenförmige Canäle einmünden. Ausserdem schräge, vom Centrum gegen oben und aussen verlaufende Radialcanäle vorhanden. Basis mit Kiesel-epidermis.
Cylindrophyma. <i>Zitt.</i> Jura . . .	
Lecanella. <i>Zitt.</i> Jura . . .	
Mastosia. <i>Zitt.</i> Jura . . .	

} cylindrisch, mit weiter Centralröhre. Radialcanäle horizontal.
} schüsselförmig, dünnwandig, Canalsystem fehlend.
} knollig, mit warzigen Erhabenheiten, Oberfläche mit feinen Poren.

4. Familie: **Tetracladina.**

Skeletelemente vierstrahlig, die vier Arme an den Enden verästelt oder verdickt, mit vier unter Winkel von 120° zusammenstossenden Axencanälen. Oberflächen-Nadeln in der Regel reichlich vorhanden (Gabelanker, lappige oder ganzrandige Kiesel-scheiben, Stabnadeln).

a) Schw. halbkugelig bis kreiselförmig, nicht fest gewachsen. Basis mit runzeliger Kieselhaut überzogen. Skeletelemente undeutlich vierstrahlig, die glatten Arme an den Enden stark verästelt. Magenhöhle einfach, mit Ostien von bogenförmigen Canälen; ausserdem schräg nach aussen gerichtete einfache Radialcanäle.

Aulocopium. *Oswald.* Silur.

b) Schw. cylindrisch, birnförmig, kugelig, selten schüsselförmig, einfach oder ästig. Skeletelemente mit vier gleichen glatten, selten etwas knorrigen, an den Enden ästig verzweigten Armen. Oberfläche mit Gabelanker und einaxigen Nadeln.

Phymatella. <i>Zitt.</i> Kreide . . .	} cylindrisch, mit knolligen Auswüchsen, Centralhöhle weit, Radialcanäle horizontal. } länglich, birnförmig, massiv. Oberfläche mit Längsfurchen, in welchen Radialcanäle münden. Wurzel mit verzerrten, länglichen Skeletelementen. } schüsselförmig, mit weiter Centralhöhle. Oberfläche mit Gabelanker.
Aulaxinia. <i>Zitt.</i> Kreide . . .	
Callopegma. <i>Zitt.</i> Kreide . . .	

Trachysyeon. <i>Zitt.</i> Kreide . . .	}	feigenförmig, mit röhriger Magenöhle. Oberfläche mit conischen Warzen. Radialcanäle horizontal.
Siphonia. <i>Park.</i> Kreide . . .		feigen- oder birnförmig gestielt. Centralhöhle weit, mit Ostien gebogener Radialcanäle; ausserdem schräg von Innen nach Aussen verlaufende Canäle.
Jerea. <i>Lamx.</i> Kreide . . .	}	wie Siphonia, aber mit einem Bündel Verticalröhren, deren Ostien im Scheitel ausmünden.
Nelumbia. <i>Pomel.</i> Kreide . . .		keulenförmig. Scheitel mit den Ostien kurzer Verticalröhren. Seiten mit Vertiefungen, in welche Canäle ausmünden.
? Marginospongia. <i>d'Orb.</i> Kreide	}	becherförmig; gestielt. Wand von Verticalröhren durchzogen.
Polyjerea. <i>From.</i> Kreide . . .		buschig. Alle Individuen von Röhrencanälen durchzogen. Oberfläche mit Kieselhaut aus kleinen, ästigen Lithistidenkörperchen überzogen.
Astrocladia. <i>Zitt.</i> Kreide . . .	}	einfach oder ästig, cylindrisch massiv. Oscula zerstreut, mit röhrigen Canälen in Verbindung.
Calymmatina. <i>Zitt.</i> Kreide . . .		ästig oder einfach. Die Individuen kreiselförmig mit einfacher Magenöhle. Oberfläche rau, vollständig von einer Kieselhaut überzogen, worin Gabelanker liegen.
Thecosiphonia. <i>Zitt.</i> Kreide . . .	}	einfach oder polyzoisch. Individuen kreiselförmig. Scheitel mit vertiefter Grube, worin Mündungen von Verticalröhren. Basis und ein Theil der Seiten mit Kieselhaut überzogen.
Turonia. <i>Mich.</i> Kreide . . .		unregelmässig, knollig. Oberseite gewölbt oder conisch, rau mit Längsfurchen. Im Innern zerstreute Verticalröhren. Basis mit Kieselhaut, worin Gabelanker.

c) Skeletelemente vierstrahlig, an den Enden stark verästelt. In der Oberfläche kurzschaftige Gabelanker mit gebogenen Zinken oder mit lappigen oder runden, kurzgestielten Kieselscheiben.

Theonella <i>Gray.</i> Kreide u. lebend	}	becherförmig. Aussenseite porös, Innenseite mit zahlreichen, nicht erhabenen Osculis. Anker der Oberfläche mit gebogenen Gabelzinken.
Discodermia. <i>Bocage</i> Kreide, lebend		becherförmig. Oberfläche mit ganzrandigen rundlichen Kieselscheiben.
Kaliapsis. <i>Bowbk.</i> lebend . . .	}	incrustirend, dünn, ohne Oscula. Oberfläche mit zackigen, viellappigen, kurzgestielten Kieselscheibchen.
Racodiscula. <i>Zitt.</i> Kreide u. lebend		keulenförmig, knollig, cylindrisch oder becherförmig. Oberfläche mit lappigen, kurzgestielten Kieselscheiben.
Ragadinia. <i>Zitt.</i> Kreide . . .	}	schüsselförmig oder blattförmig. Oberfläche mit Furchencanälen. Deckschicht aus lappigen, kurz gestielten Kieselscheiben und Stabnadeln bestehend.

d) Skeletelemente gross, vierstrahlig, knorrig, an den Enden entweder ganz schwach verzweigt oder nur verdickt.

Plinthosella. <i>Zitt.</i> Kreide . . .	}	kugelig oder knollig. Oberfläche mit grossen, ziegelartigen, ganzrandigen oder lappigen Kieselscheiben.
Spongodiscus. <i>Zitt.</i> Kreide . . .		scheibenförmig. Oberseite mit strahligen Rippen. Canalsystem fehlt.

Im vorliegenden System sind mit wenigen Ausnahmen nur solche Genera aufgenommen, welche ich selbst mikroskopisch untersucht habe. Eine Anzahl Gattungen von Billings, Courtyiller, Pomel u. A. habe ich unbeachtet gelassen, da die vorhandenen Beschreibungen und Abbildungen über die feineren Strukturverhältnisse keinen Aufschluss gewähren.

Einige Schwierigkeiten macht die silurische Gattung *Aulocopium*. Ihre Skeletelemente sind von ziemlich indifferentem Typus; sie gleichen in mancher Hinsicht den *Tetracladinen*, aber ihre Unregelmässigkeit nähert sie ebenso sehr den *Anomocladinen* und selbst gewissen *Rhizomorinen*. Es ist dies für die Entwicklungsgeschichte des *Lithistidenstammes* ein bedeutungsvoller Fingerzeig. In der Silurformation scheinen die verschiedenen Gruppen noch nicht ihre spätere Differenzirung erlangt zu haben; die Merkmale, welche sich nachträglich auf einzelne Familie vertheilten, sind theilweise noch in dem alten *Collectivtypus* vereinigt.

Eine ähnliche Stellung nehmen auch die *Anomocladina* ein. Sie zeigen Beziehungen nach allen Seiten; allein es ist vorläufig nicht möglich, sie mit irgend einer anderen Gruppe der *Lithistiden* in genetischen Zusammenhang zu bringen.

Die übrigen Gruppen *Rhizomorina*, *Megamorina* und *Tetracladina* lassen sich wie ein Blick auf die Tafeln zeigt, nach ihrer Mikrostruktur sehr sicher von einander unterscheiden. Eine auffallende Verschiedenheit zeigen die jurassischen *Rhizomorinen* durch ihren kurzen einfachen *Axencanal* gegenüber den cretacischen und recenten Repräsentanten dieser Gruppe. Sämmtliche jurassische Gattungen der *Rhizomorinen* besitzen überhaupt sehr ähnliche Skeletkörperchen, so dass zur generischen Bestimmung die Skeletbeschaffenheit allein nicht ausreicht. Das Gleiche gilt *mutatis mutandis* auch von den cretacischen *Rhizomorinen* und *Tetracladinen*.

Aufenthalt und Verbreitung der lebenden *Lithistiden*.

Der Umstand, dass im Jahr 1859 die erste zu den *Lithistiden* gehörige lebende Form (*Mac Andrewia Azorica* Gray) beschrieben wurde, beweist hinlänglich, dass diese Schwämme nicht zu den leicht zugänglichen Bewohnern unserer Meeresküsten gehören. In der That, fast alle bis jetzt bekannte Arten sind durch das Schleppnetz aus dem Ocean hervorgeholt worden, und die wenigen Anhaltspunkte über ihre bathymetrische Verbreitung, welche man *O. Schmidt* und *Carter* verdankt, sprechen dafür, dass die *Lithistiden* Tiefen zwischen 75 und 374 Faden bewohnen, und häufig in Gesellschaft von *Hexactinelliden* vorkommen. Ueber ihre geographische und bathymetrische Verbreitung gibt nachstehende Tabelle Aufschluss²⁸⁾:

28) Die mit * bezeichneten Arten hatte ich Gelegenheit in natura zu untersuchen.

A r t.	Vaterland.	Tiefe in Faden.	Gewährsmann.
A. Rhizomorina.			
*Corallistes Bowerbanki. <i>Johnson</i> sp. . (<i>Corallistes typus</i> O. Sdt.)	Madeira; Cap St. Vincent, West- Indien; Florida.	75—374 152—228	Carter. O. Schmidt.
* " Masoni <i>Bowbk.</i> sp. (<i>Dactylocalyx Masoni</i> <i>Bowbk.</i>)	Madeira.	?	
* " microtuberculatus. <i>Sdt.</i>	St. Jago, Cap Verde.	?	
" elegantior. <i>Sdt.</i>	Portugal.	?	
* " noli-tangere. <i>Sdt.</i>	Portugal, St. Jago.	?	
Heterophymia (<i>Dactylocalyx</i>) heteroformis. (<i>Val.</i> sp.) <i>Bowbk.</i>	Shanghai.	?	
*Mac Andrewia Azorica <i>Gray.</i>	Azoren; Faröer In- seln; St. Vincent, W. Indien.	75—374	Carter.
* " (<i>Corallistes</i>) clavatella <i>Sdt.</i>	Florida.	152—270	O. Schmidt.
*Pomelia Schmidt. <i>Zitt.</i>	Florida.	?	
*Azorica Pfeifferae. <i>Cart.</i>	Madeira, St. Vincent	75—374	Carter.
" (<i>Corallistes</i>) borealis. <i>Cart.</i> sp.	Faröer Inseln.	?	
*Leiodermatium lynceus. <i>Sdt.</i>	Portugal.	?	
" ramosum. <i>Sdt.</i>	Florida.	125	O. Schmidt.
*Arabescula parasitica. <i>Cart.</i>	Canal. Seychellen.	?	
B. Megamorina.			
*Lydidium torquilla. <i>Sdt.</i>	Cuba.	270	O. Schmidt.
C. Tetracladina.			
*Theonella Swinhoei. <i>Gray.</i>	Formosa.	?	
* " (<i>Dactylocalyx</i>) Pratti. <i>Bowbk.</i>	Ost-Indien.	?	
* " ferruginea. <i>Haeck.</i> in sched.	?	?	
Racodiscula asteroides. <i>Cart.</i> sp. . . . (<i>Corallistes polydiscus</i> <i>Sdt.</i> non. <i>Bowbk.</i>)	Florida.	152—270	O. Schmidt.
* " sp. nov.	Philippinen.	?	Carter.
*Kaliapsis cidaris. <i>Bowbk.</i>	Süd-See.	?	
*Discodermia polydiscus. <i>Bocage</i> sp. . . (<i>Dactylocalyx polydiscus</i> <i>Bowbk.</i>)	Portugal, St. Jago, St. Vincent.	75—374	Carter.

Phyletische Entwicklung.

Aus der Lebensweise der lebenden Lithistiden darf wohl gefolgert werden, dass auch ihre fossilen Vorfahren einen Aufenthalt in mässig tiefem Wasser bevorzugt haben. Sehr häufig werden die fossilen Lithistiden, namentlich im oberen Jura und stellenweise auch in der oberen Kreide von zahlreichen Hexactinelliden begleitet, doch gibt es auch Localitäten (z. B. die Kreide der Touraine, Normandie und Yorkshire) wo die Lithistiden massenhaft, die Hexactinelliden dagegen nur äusserst spärlich vorkommen. Dies deutet an, dass die Existenzbedingungen für die beiden Spongien-Gruppen ähnlich, aber doch nicht identisch waren. Im Allgemeinen scheinen die lebenden Lithistiden niemals in so grossen Tiefen vorzukommen, wie die Hexactinelliden. Ablagerungen, worin die letzteren überwiegen, dürften darum in tieferem Wasser gebildet sein, als Lithistiden-reiche Gebilde.

In entschieden litoralen Absätzen kennt man fast gar keine fossilen Lithistiden und dieser Umstand erklärt wohl vorzugsweise das offenbar sehr lückenhafte Material in unseren paläontologischen Museen. Sie sind auf vereinzelte, räumlich und zeitlich meist weit entfernte Ablagerungen beschränkt, von denen jede in der Regel eine ganz andere Spongienfauna enthält als die früher oder später gebildeten Schichten. Eine stetige und allmähliche Entwicklung der fossilen Lithistiden lässt sich nicht nachweisen, ja sogar der Uebergang einer Gattung, geschweige denn einer Art von einer Formation in die folgende ist kaum zu constatiren.

Die paläozoischen Formationen haben bis jetzt erst eine einzige sicher bestimmte Gattung (*Aulopium*) geliefert²⁹⁾.

Aus Trias und Lias sind mir keine Lithistiden bekannt; dagegen habe ich in der Hohenegger'schen Sammlung aus braunem Jura des Krakauer Gebietes eine *Melonella* und eine Species von *Cnemidiastrum* gefunden.

Ungemein zahlreich, namentlich an Individuen, treten die Lithistiden in den Spongitenkalken des weissen Jura auf. Hier herrschen besonders die Gattungen *Cnemidiastrum*, *Hyalotragos*, *Platyconia* und *Cylindrophyma* vor. Mehr vereinzelt finden sich *Leidorella*, *Epistomella*, *Pyrgochonia*, *Discostroma*, *Megalithistida*, *Lecanella*, *Mastosia* und *Melonella*. Sie finden sich im unteren weissen Jura in mässiger Zahl neben den dort vorherrschenden Hexactinelliden, ihre Hauptentwicklung tritt aber erst im weissen Jura δ ein, wo die Hexactinelliden etwas spärlicher werden. In den älteren Horizonten der Kreideformation fehlen die Lithistiden zwar nicht gänzlich, kommen aber doch nur als Seltenheiten vor. Dagegen ist die Cenomanstufe die Heimath zahlreicher Arten von *Siphonia*, *Jerea*, *Stichophyma*, *Chonella*, *Verruculina*, *Amphithelion*. Berühmte Fundorte sind der Grünsand von Blackdown und Haldon

29) Möglicherweise gehören auch die ungenügend beschriebenen Gattungen *Aulocopina*, *Calathium* und *Eospongia* Billings zu den Lithistiden. Die silurischen Genera *Archaeocyathus* und *Trachyum* Billings bedürfen einer mikroskopischen Untersuchung, um festzustellen, ob sie wirklich den Hexactinelliden zuzutheilen sind.

in Wiltshire, die glaukonitische Kreide der Normandie und Touraine, der untere Pläner von Norddeutschland, Sachsen, Böhmen und Bayern.

Den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreichten die Lithistiden in der oberen Kreide. In der Touraine und Normandie, in Yorkshire und in gewissen Gebieten Norddeutschlands (am Sutmerberg, bei Ahlten, Linden, Boimstorf, Ilsenburg, Döhrnten, Salzgitter) ist der Formenreichtum an Lithistiden geradezu erstaunlich. Die Gattungen *Chonella*, *Seliscothion*, *Chenendopora*, *Verruculina*, *Amphithelion*, *Bolidium*, *Astrobolia*, *Stichophyma*, *Jereica*, *Coelocorypha*, *Scytalia*, *Pachynion*, *Doryderma*, *Isoraphinia*, *Phymatella*, *Callopegma*, *Trachysycon*, *Jerea*, *Polyjerea*, *Astrocladia*, *Turonia*, *Ragadinia*, *Plinthosella*, *Spongodiscus* u. A. haben hier entweder ihre ausschliessliche oder doch ihre vorwiegende Verbreitung. Mit der Juraformation hat die Kreide auffallender Weise keine einzige Gattung gemeinsam.

Nach Ablauf der Kreideformation finden sich in Nordeuropa nur noch vereinzelte Trümmer von Lithistiden (z. B. im Eocänsand von Brüssel), dagegen hat Pomel in der Provinz Oran in Algerien eine ungemein reiche miocäne Lithistidenfauna entdeckt und beschrieben. Leider stand mir aus diesem Gebiete kein Material zur Verfügung und da die Pomel'schen Beschreibungen und Abbildungen nur die äussere Form und das Canalsystem berücksichtigen, auf die feineren Strukturverhältnisse dagegen wenig Rücksicht nehmen, so muss ich vorläufig mein Urtheil über die meisten Gattungen noch zurückhalten. Im Gesamthabitus scheint sich indess die Lithistidenfauna aus dem Miocän von Oran mindestens ebenso eng an die lebenden Formen anzuschliessen, als an jene der Kreideformation. Unter den zahlreichen Arten der Gattungen *Scytophymia*, *Pleurophymia* und *Cnemaulax* dürften sich bei genauerer Untersuchung Vertreter von *Corallistes*, *Mac Andrewia* und *Azorica* finden, dagegen scheinen die in massenhafter Individuenzahl entwickelten Genera *Jereopsis*, *Jerea*, *Allomera*, *Meta* u. s. w. eher auf cretacische Vorläufer hinzuweisen. Ich habe mich zu meinem Bedauern genöthigt gesehen, die Pomel'schen Gattungen im speciellen Theil grösstentheils zu ignoriren, da eine definitive Einreihung derselben in das System erst dann möglich sein wird, wenn ihre Strukturverhältnisse genauer untersucht sind.

Die nachstehende Tabelle gibt eine übersichtliche Darstellung der historischen Aufeinanderfolge der Lithistiden und gleichzeitig einige Andeutungen, wie man sich etwa ihre phyletische Entwicklung vorstellen könnte. An geschlossene Formenreihen oder gar an die Construction eines Stammbaumes lässt sich bei unserer lückenhaften Kenntniss der fossilen und lebenden Lithistiden vorläufig ebenso wenig, wie bei den Hexactinelliden, denken.

Rhizomorina.**Megamorina.****Tetracladina.***Tetarteit.*

Leiodermatium.
Azorica.
Mac Andrewia.
Heterophymia.
Corallistes.
Arabescula.

Pomelia.

Lyridium.

Discodermia.
Racodiscula.
Theonella.
Kaliapsis.

Miocen.

Corallistes.
(Scytophyrmyia, Pleurophyr-
myia, Aegophyrmyia).
? Onemaulax.
? Spongoconia, ? Taseoconia,
? Tretolopia, ? Adelopia.
? Histiodia.

? Psillobolia.
? Pliobunia.
? Pleuromera.
? Allomera.
? Marisca.
? Meta.
? Tschadia.
? Strebha.
? Dichojerea.
? Terea.
? Tereopsidea.
? Tereopsis.

Callopegma.

Phymatella.

Aulaxinia.

Turonia.

Calyminatina.

Thecosiphonia.

Astrocladia.

Marginojerea.

Polyjerea.

Nelumbia.

Jerea.

Trachysyeon.

Siphonia.

Discodermia.

Ragadina.

Pinthosella.

Spongodiscus

*Obererundnit-
lere Kreide.*

Amphithelion.
Verruculina.
Plococonia.
Selisothon.
Chenendopora.
Chonella.

Stachyspongia.
Paelynton.
Coelocorypha.
Scytalia.
Jereica.
Stichophyma.
Astrobolia.
Bolidium.

Isoraphina.
Heterostima.
Doryderma.
Cartella.

Nelumbia.
Jerea.
Trachysyeon.
Siphonia.

Unt. Kreide.

Chonella.

Jereica.

*Malm
(weisser Jura).*

Leiodorella.
Epistomella.
Platyconia.
Discostroma.
Pyrgoconia.
Chemidiastrum.
Hyalotragos.

Megalthista.

Anomoeladina
Leconella.
Mastosis.
Cylindrophyma
Melonella.

Dogger.

Chemidiastrum.

Melonella.

Silur Formation.

A n l o c c o p i u m.

B. Specieller Theil.

Das Material, welches dem speciellen Theil zu Grunde liegt, ist durch die Freundlichkeit, womit meine Untersuchungen von vielen Seiten gefördert wurden, sehr umfangreich geworden. Von zahlreichen in Deutschland und Böhmen vorkommenden Arten hatte ich Gelegenheit die Originaltypen von Münster, Goldfuss, F. A. Römer, Reuss und Ferd. Römer zu untersuchen, bei andern lagen mir wenigst authentisch bestimmte Exemplare vor. Ausser den bereits in der ersten Abtheilung genannten Herrn, welche mir fortdauernd ihr Wohlwollen durch Ueberlassung werthvoller Materialien an den Tag legten, erhielt ich durch die Herren P. von Loriol und Al. Humbert in Genf die gesammte Spongien-Sammlung des Genfer Museum's, das sich durch grossen Reichthum namentlich an französischen Vorkommnissen auszeichnet. Diese letzteren wurden noch wesentlich vermehrt durch eine Sendung verkiesselter Spongien aus der Touraine, für welche ich Herrn Prof. Geinitz in Dresden zu Danke verpflichtet bin. Aus Norddeutschland erhielt ich durch die Güte des Herrn Director Dr. von Groddeck in Clausthal eine Anzahl Originalien F. A. Römer's, mein früherer Zuhörer Herr Dr. Steinmann in Strassburg hatte die Freundlichkeit, die reichsten Localitäten in Braunschweig und Hannover für das hiesige Museum auszubeuten, von Herrn Prof. Dr. Hosius in Münster wurden mir Spongien aus der westfälischen Kreide zugeschiedt und von den Herrn Gottsche und Dr. Meyn bekam ich eine Anzahl Geschiebe aus Holstein und der Gegend von Hamburg. Von besonderer Wichtigkeit waren aber vor Allem die herrlich erhaltenen Stücke aus der oberen Kreide von Ahlten und Linden in Hannover, welche mir von meinem verehrten Freunde Prof. von Seebach in Göttingen zur Untersuchung anvertraut wurden.

An Jura-Spongien ist die Münchener paläontologische Staatssammlung sehr reich. Mancherlei Neues aus Schwaben konnte mir indess von Herrn Apotheker Wetzler in Günzburg, Herrn Pfarrer Dr. Engel in Ettlenschiess und Herrn Bauinspektor Klemm in Geislingen mitgetheilt werden. Allen den genannten Herren, insbesondere aber auch Herrn H. Carter in Budleigh Salterton, Dr. W. Marshall in Weimar und Prof. O. Schmidt in Strassburg, welche mich durch Mittheilung lebender Lithistiden unterstützten, fühle ich mich zu wärmstem Danke verpflichtet.

Ich habe mich in dieser zweiten Abtheilung nicht wie bei den Hexactinelliden auf kurze Diagnosen der Genera beschränkt, sondern denselben in der Regel noch einige Bemerkungen, welche zum besseren Verständniss dienen dürften, beigefügt. Ausserdem ist jede Gattung von einem Verzeichniss derjenigen Arten begleitet, welche ich mit Sicherheit dahin rechnen zu dürfen glaube. Von den mit * versehenen Formen lagen mir die Originalstücke der betreffenden Autoren vor. Für die trefflichen Abbildungen der mikroskopischen Skeletelemente, welche diese Abhandlungen

begleiten, bin ich abermals Herrn Conrad Schwager besonderen Dank schuldig. Dieselben sind (mit wenigen besonders bezeichneten Ausnahmen) in der gleichen Vergrößerung mittelst Camera lucida gezeichnet und liefern dadurch ein zuverlässigeres Bild der relativen Dimensionsverhältnisse, als die umständlichsten Angaben von Maassen.

Für die häufiger vorkommenden Abkürzungen gibt beifolgendes Literaturverzeichniss den Schlüssel. In der Regel habe ich nur die Abbildungen citirt und zwar mit Fettschrift die Tafel, mit kleinerer Schrift die Figuren bezeichnet.

- Court. Ep. foss.* = *Courtyiller A.* Eponges fossiles des Sables du terrain crétacé supérieur des environs de Saumur., (Etagé Senonien d'Orbigny). Annales de la Société Linnéenne de Maine et Loire. 1861. vol. IV.
- Et. Leth. Br.* = *Etallon et Thurmann*, Lethaea Bruntrutana ou études paléontologiques et stratigraphiques sur le Jura Bernois. Neue Denkschriften der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. 1863. Bd. XIX. und XX.
- From. Intr.* = *Fromentel E. de*, Introduction à l'étude des éponges fossiles. Memoires de la Soc. Linnéenne de Normandie. Vol. XI. 1859.
- Gein. Elbth.* = *Geinitz*, das Elbthalgebirg in Sachsen. Palaeontographica. Bd. XX ^{1. 2.}
- Goldf.* = *Goldfuss und Münster*, Petrefacta Germaniae. Bd. I. 1826—1833.
- Mich. Ie.* = *Michelin Hard.*, Iconographie zoophytologique. Paris. 1840—1847.
- Pom.* = *Pomel A.* Paléontologie ou description des animaux fossiles de la Province d'Oran. Zoophytes. Oran. 1872.
- Quenst. Handb.* = *Quenstedt F. A.* Handbuch der Petrefaktenkunde. 2. Aufl. 1867.
- „ *Jura* = *Quenstedt F. A.* Der Jura. Tübingen 18.
- „ *Petr.* ³⁰⁾ = *Quenstedt F. A.* Petrefaktenkunde Deutschlands. Bd. V. Korallen. Leipzig 1877.
- Reuss. Kr.* = *Reuss A. E.* Die Versteinerungen der böhmischen Kreideformation. Stuttgart 1845.
- Roem. Kr.* = *Roemer F. Ad.* Die Versteinerungen der Norddeutschen Kreideformation. Hannover 1841.
- „ *Spong.* = *Roemer F. Ad.* Die Spongitarier des Norddeutschen Kreidegebirges. Palaeontographica. XIII. 1864.
- „ *Sad.* = *Roemer Ferd.* Die fossile Fauna der silurischen Diluvial-Geschiebe von Sadewitz bei Oels in Nieder-Schlesien. Breslau 1861.

30) Während des Druckes ist mir die 4. Lieferung dieses Werkes zugegangen. Ich konnte wenigstens theilweise noch auf dieselbe Bezug nehmen.

A. Rhizomorina. Zitt.

Cnemidiastrum Zitt. Taf. II. Fig. 8. 12. Taf. III. Fig. 1. 2.

Syn. Cnemidium p. p. Achilleum p. p. Goldf.; Cnemidium und Cnemispongia Quenst.; Cupulospongia p. p. d'Orb.; Cnemiopecta, Cnemipsechia, Pachypsechia, ? Ceriopecta, Trachycinclis Pomel (non Cnemidium d'Orb. Pomel.).

Schw. kreisel- oder kegelförmig, cylindrisch oder schüsselförmig, mit vertiefter Centralhöhle, monozoisch, selten polyzoisch. Die dicke Wand wird von zahlreichen senkrechten Radialspalten (Rinnen) durchzogen, welche sich gegen aussen häufig ein- oder mehrfach gabeln und dann anastomosiren. Diese geraden oder welligen Radialspalten sind durch eine mindestens doppelt so breite Skeletmasse von einander geschieden. An Stücken deren Oberfläche nicht abgerieben ist, zeigen sich die Radialspalten aus lauter in verticalen Reihen dicht über einander folgenden Canälen zusammengesetzt, deren runde porenförmige Oeffnungen in den Rinnen deutlich zu unterscheiden sind. Auch im Innern der Wand sind die einzelnen Canäle einer Reihe häufig durch eine dünne Schicht Skeletmasse geschieden, zuweilen zerfliessen sie aber auch in einander und bilden einen einzigen Spaltcanal, welcher die ganze Höhe der Wand durchsetzt. Sind diese Spalten mit Gesteinsmasse erfüllt, welche der Verwitterung grösseren Widerstand entgegengesetzt, als das Skelet, so ragen sie als strahlige Leisten am Scheitel vor und verleihen dem Schwammkörper einige Aehnlichkeit mit dem Kelch einer Sternkoralle.

Bei günstiger Erhaltung beobachtet man, dass die äussere und innere Oberfläche der Wand mit einer fast glatten Deckschicht bekleidet ist, aus welcher die runden, reihenförmig geordneten Oscula der Radialcanäle entweder als kleine durchbohrte Wärczchen hervorragen (Taf. II. Fig. 8^a.) oder einfach eingesenkt sind. (Taf. II. Fig. 8^c.) Goldfuss hat ein mit wohl erhaltenen Osculis versehenes Exemplar von *Cnemidiastrum stellatum* unter dem Namen *Cn. granulatum* (35. 7.) vortrefflich abgebildet.

Die meist in Kalkspath umgewandelten Skeletkörperchen sind von mässiger Grösse, gekrümmt, unregelmässig geformt, an den Enden ästig und überall mit zugespitzten oder stumpfen, dornigen Auswüchsen besetzt.

Ich habe mich genöthigt gesehen für diese Gattung den Goldfuss'schen Namen *Cnemidium* aufzugeben, obwohl sich derselbe durch Quenstedt in Süddeutschland für die schüssel- und kreiselförmigen Schwämme mit strahligen Rinnen aus dem oberen Jura eingebürgert hat. Goldfuss hatte nämlich unter *Cnemidium* sehr verschiedene Dinge zusammengeworfen, und obwohl bei Aufstellung der Gattungsdiagnose offenbar *Cnemidium rimulosum* und *stellatum* besonders in's Auge gefasst worden waren, so gehört doch gerade die erste Species (*Cnemidium lamellosum*) zu der Hexactinelliden-Gattung *Pachyteichisma*.

Quenstedt beschränkte den Namen *Cnemidium* im Jahre 1843 (Flötzgeb. S. 424) auf die Formen vom Habitus des *Cnemidium stellatum*, *rimulosum* u. s. w., leider folgten aber die französischen Autoren (d'Orbigny, Fromentel, Pomel) seinem Beispiel nicht, sondern zogen es vor, *Cnemidium lamellosum* Goldf. als Typus der Gattung zu betrachten. Bei Pomel führt sogar eine Familie der *Dictyosclerosa* den Namen *Cnemidiens*. Da der Name *Cnemidium* nachträglich von anderen Autoren auf die verschiedensten Kalk- und Kieselschwämme bezogen wurde, so dürfte die Unterdrückung desselben das einzige sichere Mittel bilden, Confusionen zu vermeiden.

In Quenstedt's neuestem Werke (Petrif. V.) finden sich auf Taf. 126, 127 und 128 zahlreiche sehr naturwahre Abbildungen von oberjurassischen, meist ziemlich stark abgeriebenen Formen, welche die äussere Erscheinung und das Canalsystem vortrefflich illustriren. Mit den Goldfuss'schen Arten, namentlich mit *Cn. stellatum*, verfährt Quenstedt allerdings ziemlich willkürlich.

Geologische Verbreitung: In der Juraformation.

- 1) *Cnemidium stellatum* Taf. III. Fig. 1. 2 Goldf. 4. 2. (non 30. 3).
(*Cnemidium granulosum*. Münst. Goldf. 35. 7)
(*Cnemispongia Goldfussi*. Quenst., Petr. V. 126. Fig. 73. 74 t. 127. 1—16.)
- 2) *Cnemidium striato-punctatum*. Goldf. 6. 3.
(*Cnemispongia Goldfussi*. Quenst. p. p. Petr. 127. 19. 20. 21. 22.)
- 3) *Cnemidium corallinum*. Quenst. Jura 84. 1. Petr. 127. 16. 17. 18.
- 4) *Cnemidium rimulosum*. Taf. III. Fig. 3. Goldf. 6. 4. Quenst. Petr. 128. 1—5.
(*Fragos granulosum*. Quenst. Petr. 129. 4. 5.)
- 5) *Cnemidium pluristellatum*. Zitt.
(*Cnemidium stellatum* Quenst. (non Goldf.) Jura S. 676. Petr. 128. 6. 7.)
(? *Cnemidium stellatum*. Goldf. 30. 3 (non 4. 2.)
- *6) *Achilleum tuberosum*. Münst. Goldf. 34. 4.
- *7) „ *cancellatum*. Münst. Goldf. 34. 5.
- 8) *Cnemidiastrum Hoheneggeri*. Zitt. Taf. II. Fig. 8. Unt. weisser Jura. Wodna bei Krakau.

Corallidium. Zitt.

Sgn. Cnemidium p. p. Quenst.

Schw. kreiselförmig, kegelförmig bis cylindrisch; Scheitel mit enger Magenhöhle, von welcher zahlreiche äusserst feine Rinnen ausstrahlen, die den Schwammkörper als verticale Spalten durchsetzen. Seiten vollständig mit einer dichten, etwas runzeligen Hülle überzogen.

Einzig Art im oberen Jura von Kelheim.

- 1) *Cnemidium diceratinum*. Quenst. Hdb. 1852. t. 61. Fig. 20. Petr. V. 128. 10—12.

Hyalotragos. Zitt. Taf. III. Fig. 4. 5.

Sgn. Tragos p. p. Goldfuss (non Schweigger), Quenst. et. auct., Chenendopora p. p., Cupulospongia p. p., Chenendroscyphia p. p. From; ? Cymbochlaenia, ? Bothrochlaenia, Diacyparia Pomel.

Schw. schüssel-, teller-, trichter- oder kreisel-förmig, gegen unten zugespitzt oder kurz gestielt. Oberseite vertieft, bald mit unregelmässig zerstreuten grösseren und sehr wenig vertieften, bald mit dichtgedrängten kleineren Osculis versehen. Aussenwand porös, oder mit einer glatten, meist concentrisch runzeligen Deckschicht überzogen. In der Mitte der vertieften Oberfläche mündet eine grössere oder geringere Anzahl verticaler Röhren, welche bis zur Basis den Schwammkörper durchziehen. Ausserdem verlaufen in der Wand parallel der Oberfläche sehr feine Radialcanäle von der Basis bis zum Oberrand und da dieselben häufig in radiale Verticalreihen geordnet sind, so entsteht eine der Gattung Cnemidium ähnliche, jedoch viel feinere und undeutlichere strahlige Struktur.

Die meist in Kalkspath umgewandelten Skeletelemente sind ziemlich gross und bestehen aus einem gebogenen, in mehrere zackige Aeste gespaltenen Stamme, der nur spärlich mit dornigen Auswüchsen besetzt ist. Sie sind lose mit einander verflochten, niemals in grösseren Mengen zu Faserzügen zusammengruppirt, sondern reihen sich meist einzeln aneinander und verursachen auf diese Weise ein lockeres Maschennetz, das bereits von Goldfuss (5. 10^b und 35. 5^b) vortrefflich abgebildet worden ist.

Diese Beschaffenheit des Skelets ist ungemein charakteristisch. Der ganze Schwammkörper wird von einem Capillarnetz von Canälen durchzogen und das Skelet bildet eigentlich nur die äusserst feinen Wände dieser Canäle. Wenn die letzteren eng neben einander stehen, wie im Centrum, so nehmen sie in der Regel polygonale Form an und erinnern einigermassen an die Röhren der Gattung Favosites.

Nur an der Oberfläche und zwar sowohl auf der äussern, wie auf der inneren sind die Skeletkörperchen dichter mit einander verflochten und bilden dadurch zuweilen eine dem unbewaffneten Auge dicht erscheinende glatte Kieselepidermis.

Diese im oberen Jura überaus häufige Gattung unterscheidet sich von Cnemidiastrum vornehmlich durch den Mangel grober Radialspalten und von der cretacischen Gattung Verruculina, abgesehen von der abweichenden äusseren Form, durch das lockere, grobmächtige Skelet, durch die Form der mit einfachem Canal versehenen Skeletelemente, durch die Gruppierung derselben, sowie durch die verticalen Canäle.

Goldfuss hat mehrere Formen dieser Gattung unter dem Aristotelischen Namen Tragos beschrieben, den Schweigger schon früher einem lebenden Hornschwamm beigelegt hatte. Zu Tragos rechnete indess Goldfuss auch noch andere, theils zu Kieseltheils zu Kalkschwämmen gehörige Formen, so dass eine Beibehaltung dieses Namens aus zwiefachem Grunde unstatthaft erscheint. In Quenstedt's Petrefaktenkunde V.

Taf. 128. 129. sind die oberjurassischen Arten vortrefflich abgebildet; nichts desto weniger unterliegt deren Unterscheidung wegen des meist mangelhaften Erhaltungszustandes grossen Schwierigkeiten. Die besten Stücke, welche ich kenne, stammen aus dem unteren weissen Jura (Zone des *Am. transversarius*) des Krakauer Gebietes, gehören jedoch meist unbeschriebenen Arten an. Bei den schwäbischen und fränkischen Exemplaren sind durch den Fossilisationsprocess und durch nachträgliche Verwitterung häufig gerade die bezeichnendsten Merkmale verloren gegangen, so dass viele derselben als unbestimmbar bei Seite gelegt werden müssen.

Sämmtliche Arten finden sich im oberen Jura.

- *1) *Hyalotragos* (*Tragos*) *patella*. Taf. III. Fig. 4. 5. *Goldf.* sp. 5. 10. u. 35. 4.
Quenst. Petr. t. 128. 26. 27. 28. t. 129. 1. 2. 3.
 2) ? *Tragos radiatum*. *Goldf.* 35. 2. *Quenst. Petr.* 128. 24. 25.
 3) „ *reticulatum*. *Goldf.* 35. 5. *Quenst. Petr.* 129. 10—15.
 4) „ *infrajugosum*. *Quenst. ib.* 129. 6.
 *5) „ *rugosum*. *Goldf.* 35. 4.
 6) „ *pezizoides*. *Goldf.* 5. 8.
 (*Tragos fistulosum*. *Quenst. ib.* 128. 15—23.)

Pyrgochonia. Zitt.

Syn. Tragos p. p. Goldf., Quenst.; Forospongia p. p. d'Orb. Pomel.

Schw. becherförmig, auf beiden Seiten mit gerandeten, warzig hervortretenden ganz seicht in die Skeletmassen eingesenkten *Osculis*. Skeletstruktur und Canalsystem wie bei *Hyalotragos*, die Verticalröhren im Centrum schwach entwickelt.

Die typische Art dieser Gattung (*Tragos acetabulum*. *Goldf.* 5. 9.) wurde von d'Orbigny zu *Forospongia* gerechnet. Da unter diesem Namen jedoch Formen aus verschiedenen Gattungen zusammengefasst wurden, und die Diagnose „*Spongiaire lamelleux ou cupuliforme, criblé de pores des deux côtés*“ auf ein halbes Dutzend anderer Gattungen besser passt, so wurde derselbe fallen gelassen.

Abgeriebene Exemplare dieser oberjurassischen Gattung sind leicht mit *Hyalotragos* zu verwechseln.

- 1) *Pyrgochonia* (*Tragos*) *acetabulum*. *Goldf. t.* 5. 9. *Quenst. Petr.* 129. 7. 8. 18.
 (*Tragos infranudatum*. *Quenst. ib.* 129. 6.)
 („ *verrucosum*. *Goldf.* 35. 6.)

Discostroma. Zitt.

Syn. Tragos p. p. Quenst.

Schw. scheibenförmig oder flach trichterförmig; Oberseite gewölbt, polsterartig, mit krausen Gruben und Erhöhungen, in der Mitte mit centraler, zuweilen enger, aber ziemlich tiefer Centralhöhle. Unterseite kurz gestielt, mit dichter runzliger Deckschicht. Skelet und Canalsystem wie bei *Hyalotragos*.

Nur im oberen Jura.

- 1) *Discostroma* (*Tragos*) *intricatum*. *Quenst. Petr.* 129. 20.

Leiodorella. Zitt. Taf. II. Fig. 5. Taf. III. Fig. 11.

(λεῖος glatt, δόρα Haut.)

Syn. Planispongia p. p., Tragos p. p. Quenst.

Schw. plattig, ohrförmig, wellig gebogen, zuweilen knollig oder incrustirend. Beide Oberflächen mit glatter, scheinbar dichter Deckschicht überzogen, aus welcher zerstreute, gerandete, runde Oscula hervorragen. Von diesen dringen kurze röhrenartige, etwas gebogene und an ihren Enden verästelte Canäle senkrecht in die Wand ein.

Das Skelet besteht aus einem ziemlich dicht verflochtenen Gewirr ästiger Lithistidenkörper mit kurzem einfachem Axencanal. Die kurzen und dicken Aeste sind mit einer mässigen Anzahl spitzer Fortsätze versehen. Die dichte Oberflächenschicht wird durch kleine zackige und ästige Körperchen gebildet, deren Form wegen ungünstiger Erhaltung nicht sicher zu ermitteln war.

Diese Gattung entspricht in ihrer äusseren Erscheinung ebenso genau der cretacischen Gattung *Amphithelion*, wie *Epistomella* als jurassischer Vorläufer von *Verruculina* angesehen werden kann. Beide jurassische Genera stimmen hinsichtlich ihrer Skeletelemente mit *Hyalotragos*, *Cnemidium* und *Platychonia* überein, während die cretacischen Gattungen durch viel schlankere, dünnere, überall mit knorrigen oder wurzelartigen Fortsätzen versehene Skeletkörperchen ausgezeichnet sind. Die Axencanäle der ersteren sind kurz und fein, während jene von *Verruculina* und *Amphithelion* mit ansehnlichem Durchmesser die ganze Länge des Hauptstammes durchziehen und sich hin und wieder auch in die Nebenäste verzweigen. Bis jetzt nur im oberen Jura bekannt.

1) *Leiodorella expansa*. Zitt. t. II. Fig. 5. Taf. III. Fig. 11.

Lappig oder ohrförmig, ziemlich dicke Blätter bildend, Rand abgerundet. Oscula gerandet, warzig hervorragend, in spärlicher Zahl weit auseinander stehend. Transversarius-Schichten. Wodna bei Krakau.

2) *Tragos tubatum*. Quenst. Petr. 129. 19.

Ausserdem mehrere andere Arten aus dem weissen Jura der Schweiz, Schwaben, Franken und dem Krakauer Gebiet.

Epistomella. Zitt. Taf. II. Fig. 3. Taf. III. Fig. 12.

(ἐπί auf, στόμα Mund.)

Syn. Planispongia p. p., Spongites p. p. Quenst.

Schw. ohr- oder blatt-förmig, seitlich gestielt. Oberseite mit zerstreuten, gerandeten, runden Osculis; Unterseite mit Poren. Magenhöhlen der Oscula mässig vertieft.

Skelet und Canalsystem wie bei *Leiodorella*.

Im oberen Jura selten.

Epistomella clivosa. Quenst. Petr. 131. 4. 5.

Abh. d. II. Cl. d. k. Ak. d. Wiss. XIII. Bd. I. Abth.

Platychnonia. Zitt. Taf. III. Fig. 8. 9. 10.

Syn. Spongites p. p. Planispongia p. p. Quenst., Amorphospongia p. p. d'Orb., ? Plocococelia Etallon.

Schw. blattförmig, ohrförmig, wellig gebogen, gefaltet, selten becher- oder schüsselförmig. Beide Oberflächen mit Poren besetzt. Canalsystem sehr unvollkommen entwickelt, zuweilen lediglich durch das lockere wirre Geflecht des Skeletes ersetzt; häufig bewegt sich die Wasserströmung aber auch in zahlreichen reihenweise geordneten Capillarröhren durch die ganze Länge der Wand und verleiht dieser ein faseriges oder strahliges Aussehen (vgl. Goldfuss t. 33 Fig. 5a.). Die Skeletelemente unterscheiden sich wenig von denen der Gattung *Hyalotragos* und sind auch genau in derselben Weise mit einander verflochten.

Diese Gattung ist schwer definierbar; sie stellt sich einerseits *Hyalotragos* unmittelbar zur Seite, andererseits ist sie namentlich in ihren äusseren Merkmalen *Chonella* sehr ähnlich. Von *Hyalotragos* unterscheidet sich *Platychnonia* durch die ganz unregelmässige, meist plattige, seltener schüssel- oder becherförmige Gestalt, durch den Mangel an grösseren *Osculis* und an verticalen Röhrencanälen; von *Chonella* durch die abweichende Beschaffenheit des Skeletes. Während sich nämlich bei *Platychnonia* die ziemlich grossen, mässig verästelten Skeletkörperchen einzeln mit einander verflechten und äusserst feine, vielfach überbrückte Züge zwischen den Capillarcanälen bilden, gruppieren sich die weit kleineren, stärker verästelten und gezackten Elemente von *Chonella* gerne zu grösseren Fasern zusammen und geben dadurch dem Skelet eine weit dichtere und solidere Struktur. Diese Beschaffenheit bedingt aber ein wohl entwickeltes Canalsystem und in der That dringen bei *Chonella* von den porenförmigen Oeffnungen der Oberfläche senkrechte Canäle in die Wand ein.

Im oberen Jura gibt es verschiedene Arten dieser Gattung, deren Unterscheidung indess schon wegen des mangelhaften Erhaltungszustandes grosse Schwierigkeiten verursacht. Quenstedt fasste sie früher als *Spongites vagans* zusammen, unterscheidet aber neuerdings Petr. V. S. 317—323 unter dem Namen *Planispongiae* verschiedene Arten.

- 1) *Platychnonia* (*Spongites*) *vagans*. Taf. III. Fig. 8. *Quenst. Jura* 82. 8.
- 2) *Platychnonia auriformis*. Taf. III. Fig. 9. *Quenst. Petr. V.* 131. 1.
- 3) *Scyphia Schlotheimi*. Münst. Taf. III. Fig. 10. *Goldf.* 33. 5.
- 4) *Spongites triangulus*. *Quenst. Petr. V.* 131. 2.
- 5) „ *stragulus*. *Quenst. ib.* 131. 9.
- †6) „ *feralis*. *Quenst. ib.* 131. 14.
- 7) ? *Plocococelia obsura*. *Et. Leth. Br.* 59. 16.

Bolidium. Zitt. Taf. IV. Fig. 8.

Syn. Amorphospongia p. p. D'Orb., Röm.; Amorphofungia p. p. From.; ? Lithosia, ? Cladolithosia Pomel.; Stellispongia p. p. Röm.; Sparsispongia Gein., Achilleum p. p. Reuss.

Schw. knollig, mit gerundeter oder warziger Oberfläche, zuweilen ästig, dick. Oberfläche nur mit feinen Poren versehen. Skelet aus kleinen knorrigen, ge-

krümmten, an den Enden verästelten Lithistidenkörperchen bestehend. Oberfläche in der Nähe der Basis häufig mit einer dichten Lage junger, in einander verfilzter Skeletkörperchen bedeckt.

Ich fasse unter dieser Bezeichnung eine Anzahl indifferenten, formloser Schwammkörper ohne grössere Ostien oder Canäle zusammen, welche sich hinsichtlich ihrer Skeletbeschaffenheit von *Astrobolia* und *Chonella* nicht unterscheiden lassen. Sie wurden bisher in der Regel zu *Amorphospongia* gerechnet.

*1) *Amorphospongia palmata*. *Roem. Spongit.* 19. 8. Senon. Sutmerberg.

Astrobolia. *Zitt.*

Syn. Astrospongia p. p. Roem., Stellispongia p. p. Roem.; Cnemidium p. p. Reuss.; Cytospongia, Rhagosphecion, Astropagia p. p. Pomel.

Schw. knollig, ganz unregelmässig geformt. Ganze Oberfläche mit gröberen oder feineren Poren, von welchen dünne Canäle in das Skelet eindringen; ausserdem auf der Oberseite mehrere grössere Oscula, welche durch einmündende Furchen ein sternförmiges Aussehen erhalten. Skelet gleichmässig aus knorrigen, an den Enden ästigen Lithistidenelementen, welche in ihrer Form mit denen von *Bolidium* übereinstimmen, gebildet.

Die Arten dieser durch die strahligen Oscula und durch die unregelmässige Form leicht kenntlichen Gattung wurden bisher meist unter der Bezeichnung *Astrospongia* oder *Stellispongia* aufgeführt. Diese Gattungen bilden aber ein *Mixtum compositum* von Lithistiden, Kalkschwämmen, Wurzelfragmenten u. s. w. so dass es nicht möglich ist eine derselben in dem von d'Orbigny und Römer gemeinten Sinne aufrecht zu halten. Für die Formen mit grossen, grubigen Osculis (*Stellispongia impressa* Roem.) errichtete Pomel eine besondere Gattung *Cytospongia*.

Alle Arten finden sich in der Kreide.

- *1) *Cnemidium conglobatum*. *Reuss. Böhm. Kr.* 16. 2. 3. Cenoman.
- 2) *Cnemidium stellatum*. *Reuss. ib.* 16. 1. Cenoman.
(*Stellispongia Reussi. Gein. Elbthalgeb.* 6. 3.)
- 3) *Stellispongia Michelini*. *Gein. ib.* 6. 2. Cenoman.
- *4) „ *hemisphaerica*. *Roem. Spongit.* 17. 3. Senon.
- *5) „ *conglomerata*. *Roem. ib.* 17. 4. Turon. Salzgitter.
- 6) *Astrospongia globosa*. *Roem. Spongit.* 19. 5. Senon. Sutmerberg.
- 7) „ *tenella*. *Roem.* 54. 6. Senon. Sutmerberg.
- 8) *Stellispongia Plauensis*. *p. p. Gein. Elbthalgeb.* 6. 1. (non Taf. 5. Fig. 7—8)
Cenoman.
- 9) *Stellispongia impressa*. *Roem. Spongit.* 17. 2. Senon. Sutmerberg.
(*Quenst. Petr. V. t. 133. 12.*)
- ?10) *Stellispongia grandis*. *Roem. ib. t.* 17. 1. Sutmerberg.

Die Gattungen *Tretolopia*, *Adelopia*, *Pliobunia*, *Strebliia*, *Pliobolia* und *Psilobolia* Pomel aus dem Miocän von Oran würden sich ihrem äusseren Habitus am besten hier anschliessen.

Chonella. Zitt. Taf. III. Fig. 6. 7.

(χώρα Trichter.)

Syn. Cupulospongia p. p., d'Orb.; Chenendopora p. p. auct.; Oculispongia p. p., Stellispongia p. p. Roem.; Cupulochonia, Dischonia p. p. Fromentel.

Schw. unregelmässig trichter- oder tellerförmig, einfach oder zusammengesetzt, zuweilen aus einem zusammengebogenen Blatt bestehend; kurz gestielt oder mit verdickter Wurzel. Beide Oberflächen mit kleinen ovalen oder runden porenförmigen Oeffnungen besetzt, von welchen gerade oder gebogene Canälchen in das Innere der Wand eindringen. Diese besteht aus einem wirren Geflecht von Fasern, die aus kleinen unregelmässig gestalteten, filigranartig gezackten und an den Enden ästigen Kieselkörperchen zusammengesetzt sind. Die Enden dieser Skeletelemente werden häufig durch ein ziemlich dichtes Gewebe winziger Kieselkörperchen von ähnlicher Form, aber weniger gezackt, verbunden. Sowohl auf der Oberfläche, als auch im Geflecht der Wand liegen zahlreiche einaxige Nadeln von verschiedener Form und Grösse und ganz vereinzelt auch kleine Anker, deren 3 Zinken rückwärts gebogen sind.

Als Typus der vorliegenden Gattung betrachte ich *Cupulospongia tenuis* Röm., von welcher mir zahlreiche trefflich erhaltene Stücke aus Linden in Hannover und Biwende in Braunschweig vorliegen.

Chonella unterscheidet sich von der sehr nahe stehenden Gattung *Seliscothon* nur durch den Mangel einer radialen Anordnung der Skeletelemente. Von den älteren Autoren wurden die hierher gehörigen Arten meist als *Cupulospongia* und *Chenendopora* bezeichnet. In der äusseren Erscheinung zeigt *Chonella* in der That auch die grösste Aehnlichkeit mit *Chenendopora* Lamx. Die Skeletbeschaffenheit beider Gattungen ist indess sehr verschieden. Bei *Chenendopora* besitzen die Skeletkörperchen eine viel ansehnlichere Grösse, sind weniger stark verästelt, nicht filigranartig gezackt, sondern mit knorrigem stumpfen Höckern besetzt. Ausserdem zeichnet sich *Chenendopora* durch stärkere Canäle und meist auch durch einen langen, mit starken Verticalröhren durchzogenen Stiel aus.

Alle bekannten Arten stammen aus der Kreide.

- 1) *Cupulospongia tenuis*. Taf. III. Fig. 6. 7. *Roem.* Spongit. 17. 7. Senon.
- 2) *Achilleum auriformis*. *Roem.* Kr. 1. 3. Senon. Peine.
- 3) *Cupulospongia contorta*. *Roem.* Spongit. 18. 2. Cenoman.
- 4) *Cupulospongia Roemeri*. *Gein.* Elbthalgeb. I. S. 29. t. 5. Fig. 1—6. Cenoman.
- 5) *Chonella Geinitzi*. *Zitt.* Cenoman.

(Stellispongia Plauensis. p. p. Gein. Elbthalgeb. S. 30. t. 5. Fig. 6—8 non t. 6. Fig. 1).

An *Chonella* reihen sich wahrscheinlich die Pomel'schen Gattungen *Cne-
maulax*, *Spongoconia*, *Taseoconia* und *Pliobolia* aus dem Miocän von Oran an, von
denen bis jetzt nur die äussere Form bekannt ist. Hierher wohl auch:

Plococonia. *Pomel*. *Pal. de l'Oran*. S. 248.

Syn. Spongia, Plocoscyphia p. p. auct.

Schw. aus mäandrisch gewundenen, dicken Lamellen bestehend, gestielt. Skelet?

1) *Spongia contorto-lobata*. *Mich. Icon.* 42. 1. Senonien. Tours.

Seliscothon. *Zitt. Taf. IV. Fig. 2. 3. 4.*

(σελίς Blatt, κύβων Becher).

*Syn. Scyphia Goldf.; Spongia Phil.; Chenendopora p. p., Cupulospongia p. p., Ocel-
laria p. p. Roem.; Trachydictya, Laosciadia Pomel.*

Schw. teller-, schüssel-, trichter- oder becher-förmig, gestielt. Oberrand dick,
gerundet oder schräg abgestutzt. Wand aus dünnen, radialen, senkrechten Lamellen
zusammengesetzt, welche durch spaltförmige Zwischenräume von gleicher Breite ge-
schieden sind. Diese leeren Zwischenräume ersetzen das Canalsystem und dienen zur
Wassercirculation. Oberseite (Innenseite) mit runden, seichten Ostien, zuweilen auch
nur mit zahlreichen porenförmigen Oeffnungen bedeckt. Unterseite (Aussenseite)
glatt, oder mit einer verdichteten Kieselhaut bekleidet. Die Ostien der Oberfläche
münden direct in die radialen Verticalspalten.

Das Skelet besteht aus feinen, unregelmässig verästelten Kieselkörperchen, die
allenthalben mit dornigen oder wurzelartigen Auswüchsen besetzt sind und sich an
den Enden der Hauptarme sparrig vergabeln. Diese Lithistidenkörperchen legen sich
in den Verticallamellen der Wand dicht neben einander und sind durch ihre seit-
lichen und endständigen wurzelartigen Fortsätze innig miteinander verflochten. Ein-
zelne derselben ragen in gewissen Abständen in die Verticalcanäle herein und heften
sich mit ihren Enden an die benachbarte Lamelle an, indem sie auf diese Weise
eine balkenartige Brücke zwischen den beiden Lamellen herstellen. (vgl. Goldf. t. 65.
Fig. 5^b) An der Oberfläche sind die Skeletkörperchen etwas stärker verästelt, als im
im Innern und bilden dort eine fein poröse Deckschicht, in welcher zahlreiche dop-
pelt zugespitzte Stabnadeln eingestreut liegen.

Diese Gattung unterscheidet sich von *Chonella* durch die radialen Verticallamellen,
aus denen die Wand zusammengesetzt ist und durch den Mangel an besonderen Canälen.
Manchmal freilich wird die blätterige Beschaffenheit der Wand undeutlicher, die einzelnen
Lamellen sind gebogen, häufiger durch Querbrücken verbunden, so dass schwer zu classi-
ficirende Formen entstehen, welche einen fast unmerklichen Uebergang zur Gattung *Cho-
nella* bilden.

Pomel schlägt für die hiergehörigen Schwämme zwei Gattungen vor, wovon *Laosciadia* die mit deutlichen Ostien versehenen Formen, wie *S. plana* Phil. sp. in sich begreift, während unter dem Namen *Trachydietya* die Arten mit feinporöser Oberfläche, wie *S. Mantelli*, gemeint sind. Letztere Gattung befindet sich im Pomel'schen System unter den Gitterschwämmen (Hexactinelliden).

Sämmtliche Arten stammen aus der mittleren und oberen Kreide.

- 1) *Spongia plana*. Phil. Geology of Yorksh. II. t. 1. Fig. 1. Upp. Chalk.
- 2) *Spongia capitata*. Phil. ib. t. 1. Fig. 2. Upp. Ch.
- *3) *Chenendopora explanata*. Taf. IV. Fig. 2. *Roem.* Spongit. 16. 3. Senon.
- *4) *Scyphia Mantelli*. Taf. IV. Fig. 3. *Goldf.* 65. 5. Senon.
- 5) *Seliscothon Roemeri*. *Pomel* sp. Senon.
(*Cupulospongia Mantelli*. *Roem.* (non *Goldf.*) Spongit. 17. 6.)
- 6) *Cupulospongia gigantea*. Taf. IV. Fig. 4. *Roem.* Spongit. 18. 1. Senon.
- 7) *Cupulospongia marginata*. *Roem.* Kr. 2. 7. Senon.
- *8) *Ocellaria subtilis*. *Roem.* Spongit. 7. 5. Senon.

(Die Abbildungen Taf. 133. Fig. 4—7 in Quenstedt's Petrefactenkunde V. stellen verschiedene Arten der Gattung *Seliscothon* dar.)

Chenendopora. *Lamx.* Taf. III. Fig. 13. 14.

1821. Exposition method. des genres de l'ordre des Polypiers. S. 77. Taf. 75. Fig. 9. 10.

Syn. *Chenendopora p. p. auct.*; *Jerea p. p. Mich.*; *Bicupula*, *Platispongia*, *Cupulospongia* *Court.*

Schw. becher-, trichter- oder napf-förmig, dickwandig, meist mehr oder weniger lang gestielt, mit wurzelartiger, ästiger Basis, selten ungestielt. Oberrand abgestutzt oder gerundet, breit. Innenseite des Bechers mit vertieften, unregelmässig vertheilten *Osculis* besetzt, von welchen einfache gerade oder gebogene Canäle in die dicke Wand eindringen und unmittelbar unter der entgegengesetzten Oberfläche endigen. Gegen unten verlaufen die Canäle immer schräger und werden schliesslich zu Verticalröhren, welche die ganze Länge des Stieles durchziehen und sich in die Wurzelverzweigungen fortsetzen. Aussenseite des Bechers zuweilen mit einer feinporösen, ziemlich dichten runzeligen Deckschicht überzogen.

Das Skelet besteht aus knorrigen, fast durchaus mit warzigen Höckern besetzten ästigen Lithistidenkörpern von ziemlich ansehnlicher Grösse. Die Enden der Zweige sind gegabelt, zaserig verästelt und sämmtliche wurzelartige Fortsätze mit stumpfen knorrigen Auswüchsen versehen.

Die wurzelartigen Enden der benachbarten Skeletelemente sind mit einander verflochten und bilden an der Oberfläche die oben erwähnte feinporöse Deckschicht. Am Stiel, dessen Oberfläche meist mit Längsfurchen versehen ist, sind die knorrigen Skeletkörperchen stark in die Länge verzerrt.

Von isolirten Kieselgebilden finden sich grosse Stabnadeln ziemlich häufig.

Diese schon von Lamouroux im Jahre 1821 aufgestellte Gattung ist vielfach verkannt und der Name *Chenendopora* auf Spongien von sehr verschiedener Struktur angewendet worden. Die typische Art (*Chenendopora fungiformis* Lamx.) stammt, wie Michelin nachgewiesen hat, nicht aus dem Jura von Caen, sondern aus den oberen Kreide-Ablagerungen der Normandie. Sie kommt nebst verwandten Formen roh verkieselt massenhaft in der Touraine vor, von wo Courtyiller unter den Gattungsnamen *Bicupula*, *Platispongia* und *Cupulospongia* eine grosse Anzahl meist schlecht charakterisirter Arten beschrieben hat.

Bis jetzt sind nur cretacische Arten bekannt.

- 1) *Chenendopora fungiformis*. Taf. III. Fig. 13. 14. Lamx. l. c. t. 75. Fig. 9. 10.
(Guettard. Mem. tome III pl. 9. Fig. 1.)
(Parkinson Org, rem. II. pl. 11. Fig. 5.)
(Michelin. Icon. p. 130. pl. 34. Fig. 3 (non Fig. 2).)

Zu der gleichen oder doch zu sehr nahe stehenden Arten gehören folgende von Courtyiller aus der Gegend von Saumur beschriebenen Formen:

- a) *Bicupula gratiosa*, capitata, compressa, clavata, excavata, auricula, prolifera, pateraformis, lata, sinuata, conica Court. pl. 35. 36. 37.
 - b) *Platispongia speculum*, discus, verticalis, rupa, obliqua Court. pl. 38.
 - c) *Cupulospongia glomerata*, contorta, infundibulum, elegans, terebrata Court. pl. 39.
- 2) *Scyphia terebrata*. Mich. Ic. 29. 4. Senon.
 - 3) *Chenendopora pateraformis*. Mich. ib. 37. 2. Senon.
 - 4) *Chenendopora pocillum*. Mich. 33. 5. Senon.

Jerea arborescens. Mich. p. p. Icon. t. 42. Fig. 2^b (non 2^a) ist die Wurzel einer *Chenendopora*.

An *Chenendopora* schliessen sich wahrscheinlich an:

Poecilospongia. Court. Ep. S. 9.

„Schw. becherförmig mit mehr oder weniger verengter Oeffnung. Centralhöhle unregelmässig, mit horizontalen Streifen oder Furchen und Osculis versehen. Aeusserer Oberfläche ungleich, oft eingedrückt; Oscula vorzüglich in diesen Vertiefungen gelegen.“

Ob. Kreide. Touraine.

Dimorpha Court. Ep. S. 7.

Syn. *Tragalimus*, *Dimorpha*, *Elasmalimus* Pomel.

„Unterer Theil wie *Cupulospongia*. Innere Seite des Becherrandes bildet Ausbreitungen von verschiedener Form, welche alle auf der Aussenseite Oscula tragen und die sich beinahe immer mit ihrer oberen Parthie vereinigen, indem sie am Scheitel nur eine oder zwei kleine Oeffnungen frei lassen.“

Ob. Kreide. Touraine.

Arabescula. Carter. Taf. I. Fig. 11.³¹⁾

(Ann. Mag. nat. hist. 4 ser. vol. XII. S. 464. pl. 17, Fig. 7—9.)

Schw. dünn, incrustirend; Oberfläche mit Poren und feinen Furchen. Skelet aus gebogenen, ästigen, filigranartig gezackten Skeletkörperchen bestehend, welche sich mit den benachbarten verflechten und eine membranartige Ausbreitung bilden; dieselben sind auf der Aussenseite glatt, auf der Innenseite mit kleinen Warzen besetzt.

Nur lebend. — Seychellen und Aermel-Canal.

Corallistes. O. Schmidt. (em. Zitt.) Taf. I. Fig. 1. 2.

Atlant. Spong. S. 22.

Schw. becher-, schüssel- oder gebogen scheiben-förmig. Oscula auf der Ober- (resp. Innen-) Seite. Skeletkörperchen gekrümmt, unregelmässig ästig, an den Enden mit wurzelartigen Ausläufern, am Stamm und den Aesten mit knorrigen Warzen besetzt. Axencanal den Aesten folgend, verzweigt, ziemlich weit, aber undeutlich begrenzt. Manchmal hat es den Anschein, als ob der unbestimmt angedeutete Axencanal aus mehreren neben einander herlaufenden Canälen zusammengesetzt sei. (Taf. I. Fig. 2^e.)

Beide Oberflächen sind mit einer Schicht Gabelanker bedeckt, deren ausgebreitete Zinken in einer Ebene liegen, während der Schaft nach Innen gerichtet ist.

Die fünf hierher gehörigen lebenden Arten, von denen ich nur *Corallistes elegantior* nicht aus eigener Anschauung kenne, sind bereits auf S. 103. erwähnt. Ich habe auf Taf. I. Fig. 2^a das von Herrn Prof. O. Schmidt freundlichst mitgetheilte Original-Exemplar von *Corallistes noli-tangere* in natürlicher Grösse abbilden lassen, um die überraschende äusserliche Aehnlichkeit dieses recenten Vertreters der Lithistiden mit gewissen fossilen Formen zur Anschauung zu bringen. Fig. 2^c derselben Tafel stellt das Skelet und Fig. 2^b einen Gabelanker von *Corallistes noli-tangere* Sdt. dar und zwar sind diese Figuren genau in der gleichen Vergrösserung gezeichnet, wie alle übrigen Bilder der folgenden Tafeln, welche die Skeletstruktur der fossilen Lithistiden darstellen.

In gleicher Vergrösserung sind Taf. I. Fig. 1^c, mehrere Skeletkörperchen und Fig. 1^{a, b} die Gabelanker der Oberfläche von *Corallistes microtuberculatus* Sdt. gezeichnet. Von *Corallistes Bowerbanki* Johnson und *C. Masoni* Bowbk. liefert die Bowerbank'sche Monographie der „siliceo-fibrous sponges“ *Proceed. zool. soc.* 1869. pl. II. Fig. 5—8 und pl. VI. Fig. 1—4 vortreffliche Abbildungen.

An *Corallistes* schliessen sich wahrscheinlich die ungenügend charakterisirten Gattungen *Oegophymia*, *Pumicia*, *Cisselia*, *Scythophymia*, *Pleurophymia* und *Histiodia* Pomel an.

31) Die bis jetzt nicht in fossilem Zustand bekannten Gattungen sind mit Cursivschrift gedruckt.

Heterophymia. Pomel. Pal. de l'Oran. S. 143.

Syn. *Dactylocalyx p. p.* Bowb.

Schw. fächerförmig oder blattförmig, wellig gefaltet. Oberseite mit grossen, zerstreuten Osculis, Unterseite porös. Skelet-Elemente wie bei *Corallistes*, die beiden Oberflächen dagegen mit verschiedenen isolirten Kieselnkörpern versehen. Unterseite mit langgestielten, etwas gebogenen Ankern mit kurzen verdickten Zinken und grossen Stabnadeln. Oberseite mit glatten, unregelmässig verästelten Körperchen von geringer Grösse.

Die einzige hierher gehörige lebende Art aus China (*Dactylocalyx heteroformis*. Bowbk.) ist in Bowerbank's Monographie l. c. S. 86 ausführlich beschrieben und auf Taf. IV. Fig. 1—4 abgebildet.

A. Pomel hat für diese Gattung, welche in der Sammlung des Jardin des plantes den Manuscript-Namen *Coscinospongia heteroformis* Valenc. trägt, die Bezeichnung *Heterophymia* vorgeschlagen, da *Coscinospongia* leicht zu Verwechslungen mit der *Hexactinelliden*-Gattung *Coscinopora* Goldf. führt.

Bowerbank hatte die vorliegende Art zu *Dactylocalyx* gestellt, allein dieser Name muss auf eine lebende *Hexactinelliden*-Form beschränkt bleiben.

Mac Andrewia. Gray. Taf. I. Fig. 3.

1859. Proceedings zool. Soc. of London. S. 438 pl. XV.

Syn. *Dactylocalyx p. p.* Bowbk.; *Corallistes p. p.* Schmidt.

Schw. becher-, schüssel- oder keulenförmig. Innenseite mit zerstreuten, warzig hervortretenden Osculis. Skeletkörperchen gebogen, ästig, an den Enden stark wurzelartig verzweigt; die Hauptäste glatt, mit wenig dornförmigen Auswüchsen besetzt. Oberflächen-Nadeln mit kurzem, zugespitztem Schaft, von dessen äusserem Ende drei gebogene ästige Arme in horizontaler Richtung ausgehen. Diese platt gedrückten Arme sind an beiden Rändern mit zackigen Fortsätzen und Seitenästchen besetzt. Ausserdem winzige, doppelt zugespitzte Fleischnadeln in grosser Zahl vorhanden.

Von den beiden bis jetzt bekannten lebenden Arten ist *Mac Andrewia Azorica* von Gray und Bowerbank (l. c. pl. V. Fig. 1—5) beschrieben und abgebildet.

Von *Mac Andrewia* (*Corallistes*) *clavatella* Sdt. habe ich auf Taf. I. Fig. 3^a ein Exemplar aus Florida in natürlicher Grösse und daneben Fig. 3^b einige Skeletkörperchen, Fig. 3^c ein Stück Oberfläche in 50 facher Vergrösserung darstellen lassen.

Das Original verdanke ich Herrn Prof. Oscar Schmidt.

Azorica. Cart. Taf. I. Fig. 6.

Ann. Mag. nat. hist. 4 ser. XII. S. 442.

Schw. becherförmig, stark gefaltet, kurz gestielt; auf der Innenseite warzenförmige Oscula, auf der Aussenseite feine Poren; Skelet aus kleinen, glatten, unregelmässig ästigen, an den Enden wurzelartig verzweigten Kieselementen bestehend. Oberflächen-

schicht mit Körperchen von ähnlicher Form, welche sich nur durch vereinzelt Knoten von den inneren unterscheiden. Fleischadeln stabförmig. — Recent.

Da das Skelet der einzigen bekannten Art (*Azorica Pfeifferae*. Cart.) noch nicht abgebildet ist, so habe ich ein Stück der inneren Wand nach einem von Herrn Carter freundlichst mitgetheilten Fragment aus Madeira darstellen lassen.

Leiodermatium. O. Schmidt. Taf. I. Fig. 5.

Spongienfauna des Atlant. Ocean S. 21.

Wie *Azorica*, die *Oscula* aber auf der Aussenseite. Nur recent.

Die Abbildungen der Skeletkörperchen dieser Gattung im Schmidt'schen Werk (t. III. Fig. 2) sind nicht gelungen. Es schien mir desshalb nothwendig, dieselben nochmals zeichnen zu lassen und zwar nach einem Präparat, welches vom Original-Exemplar von *Leiodermatium lynceus* Sdt. herrührt.

Verruculina. Zitt. Taf. IV. Fig. 1.

Syn. Spongia p. p. Phill.; *Manon. p. p. Roem. Reuss*; *Chenendopora p. p. Mich. Roem. Gein.*

Schw. unregelmässig trichter-, napf-, ohr- oder blattförmig, häufig gebogen, mit kurzem Stiel aufgewachsen oder sitzend, Rand abgerundet. *Oscula* nur auf der oberen (resp. inneren) Seite auf warzenartig hervorragenden Erhöhungen befindlich. Die untere (äußere) Wand ist mit zahlreichen feinen, porenförmigen Oeffnungen versehen. Von den *Osculis* dringen ziemlich weite gebogene Canäle etwa bis in die Mitte der dicken Wand ein und nehmen dabei von allen Seiten zahllose *Capillarröhren* auf. Etwas feinere von Aussen nach Innen verlaufende Canäle beginnen auf der äusseren (unteren) Fläche und bilden die dort befindlichen Poren.

Durch die zahlreichen feinen Canäle werden die kleinen Kieselemente des Skeletes zu anastomosirenden Fasern zusammengruppirt, welche dem unbewaffneten Auge als ein wurmförmiges Geflecht erscheinen. Unter dem Mikroskop betrachtet, stellt sich jede dieser scheinbar einfachen Fasern als ein Aggregat von kleinen, länglichen, gebogenen, mit vielen kürzeren und längeren wurzelartigen Seitenästen versehenen Kieselkörperchen dar, welche durch die Seitenausläufer dicht mit einander verflochten sind. Sowohl die mit erhabenen *Osculis*, als auch die mit Poren versehene Seite des Schwammkörpers ist mit einer scheinbar dichten Deckschicht bekleidet. Indess auch diese besteht aus einem innigen Geflecht von filigranartig gezackten Kieselkörperchen, welche sich von denen der Wand nur durch geringere Grösse, und zuweilen auch durch stärkere Entwicklung der Seitenäste unterscheiden. Ich halte diese Oberflächen-Kieselgebilde für junge unentwickelte Skeletkörperchen. Die verdichtete Oberhaut, welche auch die röhrig verlängerten Wände der *Oscula* bildet, löst sich an geätzten Exemplaren leicht ab und dann bemerkt man in der Regel auf der Oberfläche einfache oder vergabelte, horizontale Canäle, welche in die verticalen Röhren der *Oscula* einmünden.

Von freien Kieselgebilden kommen zugespitzte oder abgestumpfte, gerade oder gebogene Stabnadeln von verschiedener Grösse vor.

Diese von den älteren Autoren als *Manon* und *Chenendopora* bezeichnete Gattung steht den noch jetzt lebenden Gattungen *Azorica* und *Leiodermatium* sowohl nach der äusseren Form, als auch nach der mikroskopischen Beschaffenheit des Skeletes sehr nahe. Alle drei zeichnen sich durch den Mangel einer besonderen, aus anker- oder scheibenförmigen Nadeln gebildeten Oberflächenschicht aus. Dieselbe ist ersetzt durch eine dichte Lage von jungen Skeletkörperchen, welche von denen der Wand nur wenig abweichen.

Die vorliegende Gattung kann übrigens mit den genannten lebenden Formen nicht vereinigt werden, da sich die Skeletkörperchen sehr bestimmt durch ihre knorrige Beschaffenheit von den glatten und an den Enden wurzelartig verzweigten Elementen von *Azorica* und *Leiodermatium* unterscheiden. Sie sind überdies erheblich grösser, als jene der lebenden Gattungen.

Von *Chenendopora* Lamx. unterscheidet sich *Verruculina* durch die warzenförmig erhöhten Oscula und namentlich durch die kurzen gebogenen Magenöhlen, welche nur bis in die Mitte der Wand reichen. Ueberdies besitzt *Chenendopora* stets trichter- oder becherförmige Schwammkörper und meist eine lange von Verticalröhren durchzogene Wurzel.

Alle bisher bekannten Arten der Gattung *Verruculina* stammen aus der mittleren und oberen Kreide.

- 1) *M. (Manon) micrommata*. *F. A. Roem.* Kr. I. 4.; *Quenst. Petr.* V. 132. 52. Quadraten Kr. Sutmerberg.
- *2) *Manon seriatopora*. Taf. IV. Fig. 1. *F. A. Roem.* Kr. I. 6. Quad. Kr. Sutmerberg.
- *3) *Manon Phillipsi*. *Reuss. Böhm. Kr.* 19. 7—9.
(*Chenendopora undulata* Gein. *Elbthalgeb.* 7. 5—6) non *Ch. undulata*. *Mich.* 34. 3. nec non *Ch. fungiformis*. *Lamx. Mich.* 34. 2. Bei diesen beiden Arten ist die Nummerirung auf Taf. 34 vertauscht.)
Cenoman. Böhmen. Sachsen.
- 4) *Manon distans*. *F. A. Roem.* Nord. Kr. S. 3. Quadr. Kr. Goslar.
- *5) *Chenendopora aurita*. *F. A. Roem.* Spongit. S. 43. Quadr. Kr. Hannover.
- 6) *Spongia marginata*. *Phil. Yorksh.* 1. 5. Upp. Chalk. *Quenst. Petr.* V. 132. 54.

Amphithelion n. *Zitt.* Taf. III. Fig. 15.

(ἀμφί ringsum, σήλη Warze.)

Syn. Manon p. p. Roem. Reuss; Verrucocoelia und Chenendopora p. p. F. A. Roem.; Diplostoma p. p., Chenendrosyphia p. p. From.; Stelgis p. p., Cladostelgis, Pleurostelgis. Pomel.

Schw. trichter-, schüssel-, ohr- oder blattförmig, seltener ästig; gestielt. Bei-

derseits mit warzenförmig hervorstehenden Osculis besetzt. Oscula der inneren resp. oberen Seite der Wand meist grösser als die der äusseren Oberfläche. Canalsystem, Skelet und Oberflächenschicht wie bei *Verruculina*.

Die vorliegende Gattung hat vielleicht nur die Berechtigung eines Subgenus, denn die ganze Differenz von *Verruculina* besteht darin, dass die erhabenen Oscula sich nicht auf die Innenseite des Trichters beschränken, sondern auch auf der äusseren Oberfläche vorhanden sind. Zuweilen zeigen die beiderseitigen Oscula gleichmässige Ausbildung, in der Regel übertreffen indess die inneren jene der Aussenseite an Grösse; letztere sinken zuweilen zu feinen, runden, aber stets etwas hervorragenden Poren herab.

Pomel hat die hieher gehörigen Formen in 3 Gattungen vertheilt, sonderbarer Weise wird aber als typische Art der Hauptgattung *Stelgis* eine Hexactinelliden-Form (*Ventriculites radiatus* Mant.) angeführt.

Sämmtliche Arten stammen aus der oberen Kreide.

- 1) *Spongia osculifera*. Phill. Geology of Yorksh. II. t. I. Fig. 3. Upp. Chalk.
- 2) *Manon circumporosum*. *Quenst. Petr. V. 132.* 55. Senon.
- * 3) *Manon miliaris*. *Reuss. Böhm. Kr. 19.* 10—13. Cenoman.
- 4) *Manon tenue*. *F. A. Roem. Kr. 1.* 7. Turon. Cenoman.
(*Chenendopora tenuis*. *Quenst. Petr. V. 131.* 8. *132.* 44—48.)
- 5) *Chenendopora crassa*. *Roem. Spongit. 16.* 1. Cuvieri-Plaener.
- 6) *Spongia convoluta*. *Quenst. Petr. V. 132.* 49. 50. Ob. Kr.
- 7) *Verrucospongia macrommata*. Taf. III. Fig. 15. *Roem. Spongit. 16.* 4. Senon.
- 8) *Verrucospongia damaecornis*. *Roem. Spongit. 16.* 5. Cenoman.

Stichophyma. *Pom.* Taf. IV. Fig. 5—6.

Manon p. p. *Roem. Reuss.*; *Verrucospongia p. p.* *d'Orb. Roem.*; *Polyjerea p. p.* *Roem.*; *Stichophyma*, *Pomel.*

Schw. einfach, seltener ästig, walzen-, keulen-, kreisel-förmig oder knollig. Auf dem Scheitel befinden sich einige in der Regel umrandete und etwas vorstehende Oeffnungen von Verticalcanälen, welche fast die ganze Höhe des Schwammkörpers durchbohren. Auch auf den Seiten sind meist warzenartig hervorragende Oscula vorhanden, die mit horizontalen Canälen in Verbindung stehen, oder dieselben sind durch einfache rundliche Oeffnungen ersetzt. Ausser den grösseren Vertical- und Horizontal-Canälen sind noch ganz feine von der Centralaxe nach der Peripherie ausstrahlende Radialcanälchen vorhanden. Die Basis ist meist verengt, aber nicht gestielt.

Das Skelet besteht aus kleinen, kurzen, gekrümmten, unregelmässig in mehrere Aeste vergabelten Körpern, welche allseitig mit kurzen, wurzelartigen Fortsätzen besetzt sind. An der Oberfläche drängen sich dieselben zuweilen dicht zusammen und bilden eine dem unbewaffneten Auge fast glatt erscheinende Deckschicht.

Die hierher gehörigen Arten wurden von d'Orbigny zu *Verrucospongia* gerechnet. Da übrigens unter diesem Namen Kalk- und Kieselschwämme aus verschiedenen Gattungen zusammengefasst wurden, so ist es zweckmässig den Namen ganz fallen zu lassen, namentlich weil schon bei den Hexactinelliden eine Gattung *Verrucocoelia* vorhanden ist.

Sämmtliche von mir untersuchte Formen stammen aus der Kreideformation.

- 1) *Manon turbinatum*. Taf. IV. Fig. 5. *Roem. Kr. I.* 5. Senon. Sutmerberg.
- 2) *Stichophyma serialis*. *Pom. Pal d'Oran* S. 188.
(*Manon turbinatum*. *Reuss. Böhm. Kr. S. 78. t. 19. Fig. 1—6.*) *Cenoman.*
- 3) *Manon sparsum*. Taf. IV. Fig. 6. *Reuss. B. Kr. S. 78. t. 18. Fig. 12—20.*
Cenoman.
- 4) *Polyjerea verrucosa*. *Roem. Spong. 13.* 5. Cuvieri Pl. Salgitter.

Nachstehende unvollständig bekannte Gattungen dürften sich am besten an *Stichophyma* anreihen lassen:

Allomera. Pomel. Pal de l'Oran. p. 194.

Schw. einfach, schief, mit dickem Stiel festgewachsen, oft ziemlich kurz, fast sitzend, kugelig oder länglich, am Scheitel abgestutzt, woselbst bei jungen Individuen vereinzelt, bei älteren ein lockerer Bündel von Verticalröhren münden. Eine Seite, welche durch die schiefe Stellung des Schwammes zur oberen wird, ist von völlig dichter Struktur; die Oberflächen der übrigen Seiten sind mit feinen Poren bedeckt. Letztere sind namentlich auf der nach unten gerichteten Oberfläche entwickelt. Scheitel dicht, mit feinen Furchen versehen.

Skeletstruktur unbekannt.

Im Miocän von Oran.

Pleuromera. Pomel ib. S. 199.

Schw. einfach, plattig, sitzend, Unterseite mit Poren versehen, Oberseite dicht, mit einer Grube, worin röhrenförmige Canäle münden. Rand dick mit feinen Furchen.

Im Miocän von Oran.

Perimera. Pomel ib. S. 200.

Syn. Polystoma. Court. (non Zeder) p. p.

Schw. knollig, zusammengesetzt. Die Individuen im Scheitel mit einer runden Oeffnung, mit welcher eine röhrenförmige Magenhöhle in Verbindung steht. Einzelne Theile der Oberfläche mit porenförmigen Oeffnungen versehen.

Skelet?

Obere Kreide.

Polystoma boletiformis, simplex, elongata, lobata, contorta, irregularis, ambigua etc.
Court. Ep. t. 12. Fig. 5. 6. pl. 13. pl. 14. Senon.

Meta. Pomel. Pal de l'Oran. S. 188.

Schw. cylindrisch, keulenförmig oder beinahe kugelig. Oscula zerstreut im Scheitel.
Miocän. Oran.

Marisca. Pomel. Pal de l'Oran. S. 192.

Schw. birnförmig, bis kugelig, im Scheitel mit gestrahlter Grube, worin ein Bündel
feiner Ausströmungsröhren mündet. Oberfläche mit zerstreuten grossen Poren.
Miocän. Oran.

Pomelia. Zitt. Taf. I. Fig. 4.

Schw. keulenförmig bis cylindrisch, kurzgestielt, mit breiter Basis festgewachsen. Scheitel gewölbt mit einer grubenförmigen Vertiefung, worin sich mehrere kleine, kreisrunde Mündungen von feinen, den Schwammkörper durchziehenden Verticalröhren befinden. Vereinzelt mit Röhrencanülen versehene Gruben von gleicher Beschaffenheit bemerkt man auch an den Seiten. Oberfläche sehr regelmässig mit feinen Poren versehen. Skelet aus kurzen gekrümmten, ziemlich dicken ästigen, überall mit knorrigen Fortsätzen versehenen Lithistidenkörperchen bestehend, welche in Züge geordnet sind und zwar in der Art, dass sich die vergabelten Enden der Aeste dicht in einander verfilzen. Die Skeletkörper der Oberfläche haben die gleiche Gestalt, wie jene im Innern.

Der Taf. I. Fig. 4 abgebildete recente Schwammkörper aus Florida wurde mir von Herrn Prof. O. Schmidt unter der Bezeichnung *Corallistes? polydiscus* mitgetheilt. Eine Untersuchung des Skeletes zeigte indess sofort, dass das Stück weder zu *Discodermia* noch zu *Racodiscula* gehören könne; aber ebenso wenig liess sich dasselbe mit irgend einer anderen noch jetzt existirenden Lithistiden-Gattung vereinigen. Leider fehlen dem weissen, übrigens sehr frisch ausschenden und soliden Original-Exemplar, alle Oberflächen- und Fleischnadeln; sie sind offenbar mit der Sarcoderm weggeführt worden, wenn überhaupt dergleichen vorhanden waren.

Ich habe diese Gattung nach Herrn A. Pomel, dem Entdecker der miocänen Spongiafauna in Oran benannt. Sie steht verschiedenen von Pomel als *Jerea*, *Polyjerea*, *Marisca* und *Jereopsis* bezeichneten Schwämmen aus Oran äusserlich ungemein nahe, so dass ich vermuthete, dass sich ein Theil derselben viel eher an die vorliegende Gattung anschliessen, als an die cretacischen *Jerea*- und *Jereica*-Formen.

Jereica. Zitt. Taf. IV. Fig. 11. 12. Taf. V. Fig. 1.

(*Jerea* u. *εἰκός* ähnlich.)

Syn. Jerea p. p. auct.; Polyjerea p. p. auct.; Spumispongia p. p. Quenst.

Schw. einfach oder zusammengesetzt, cylindrisch, kreisel-, birn-, keulen- oder umgekehrt kegelförmig, kurz gestielt und mit horizontal ausgebreitetem scheibenartigem Fuss festgewachsen. Scheitel abgestutzt oder mit seichter Grube, worin

die Mündungen einer grösseren oder geringeren Anzahl runder Ausfuhröhren, welche in verticaler Richtung die ganze Höhe des Schwammkörpers durchziehen. Oberfläche gleichmässig mit porenförmigen Oeffnungen besetzt, von welchen haarfeine Radialcanälchen bis zum Centrum des Schwammes eindringen.

Das Skelet besteht aus feinen, wurzelartigen, unregelmässig verzweigten oder auch einfachen Kieselkörpern, welche durch zahlreiche kürzere und längere Seitenästchen ein zierliches filigranartiges Aussehen erhalten. Dieselben liegen dicht neben und durcheinander und sind durch ihre wurzelartigen Auswüchse mit einander verflochten und in radiale Züge vereinigt, die dem unbewaffneten Auge als einfache Fasern erscheinen.

Bei gewissen Arten (*J. punctata* Taf. V. Fig. 1) stehen die Radialcanälchen in Verticalreihen und in diesem Falle werden die senkrechten Wände zwischen zwei benachbarten Canalreihen von den stark entwickelten, wurzelartig verästelten und dicht in einander verfilzten Enden der knorrigen Skeletkörperchen gebildet, deren Hauptarme sich als Verbindungspfeiler zwischen zwei benachbarte Verticallamellen legen.

Diese Gattung ist in ihrem Habitus den Jereen so ähnlich, dass sie ohne Untersuchung der Mikrostruktur nicht davon unterschieden werden kann. Die Skeletelemente sind bei *Jerea* allerdings ganz verschieden geformt und auch ganz anders angeordnet. Es sind dort mehr oder weniger regelmässige Vierstrahler von ziemlich ansehnlicher Grösse, welche ein lockeres, maschiges Gewebe bilden und lediglich durch ihre verästelten Enden mit einander verbunden sind. Bei der vorliegenden Gattung dagegen haben die viel kleineren langgestreckten Skeletkörperchen eine unregelmässige Form und sind zu faserähnlichen Strängen vereinigt. Aeusserlich unterscheidet sich *Jereica* von *Jerea* durch die feineren und gleichmässigeren Poren auf der Oberfläche, durch den Mangel einer verästelten Basis und durch die sehr zahlreichen, haarfeinen Radialcanälchen. Häufig stehen die Oscula der Verticalröhren in einer scharf begrenzten seichten Scheitelgrube.

Als typische *Jereica*-Arten erwähne ich:

* 1) *Jerea polystoma*. Taf. IV. Fig. 11. 12. *Roem. Spongit.* 12. 5. Senon. Ahlten.

* 2) *Jerea tuberculata*. *Roem. ib.* 13. Fig. 3. Senon. Ahlten.

3) *Jerea punctata*. Taf. V. Fig. 1. *Goldf.* 65. 13. Senon. Sutmerberg.

(*Spumispongia punctata*. *Quenst. Petr. V.* 134. 10—12.)

4) *Jerea sexplicata*. *Roem. Spongit.* Senon. 12. 4.

5) *Spumispongia alveare*. *Quenst. Petr. V.* 134. 20. Senon. Ilsenburg.

Hierher wohl auch *Jerea ocellata*, *oligostoma*, *tesselata* und *mammillosa* *Roem.* aus der Kreide von Ilsenburg.

Höchst wahrscheinlich gehören viele der von Pomel aus dem Miocän von Oran als *Jerea*, *Jereopsis*, *Ischadia*, *Polyjerea* und *Dichojerea* beschriebenen Schwämme zu *Jereica*; eine sicherere Bestimmung derselben wird aber erst möglich sein, wenn ihre Mikrostruktur untersucht ist.

Coelocorypha. Zitt. Taf. II. Fig. 4. Taf. IV. Fig. 9. 10.

(κοίλος hohl, κορυφή Scheitel.)

Syn. Scyphia p. p., Siphonia p. p., Eudea p. p., Siphonocoelia p. p. F. A. Roem.; Spumispongia p. p. Quenst.

Schw. einfach oder zusammengesetzt, aus einem oder mehreren, mit breiter Basis verwachsenen oder cylindrischen Individuen bestehend. Im gewölbten Scheitel befindet sich eine röhrenförmige, mehr oder weniger tief in den sehr dickwandigen Schwammkörper eindringende zuweilen auch ganz seichte Magenöhle. Häufig gehen vom oberen Rand derselben strahlenförmige, verästelte, auf der Oberfläche verlaufende Furchen aus. Die Seiten sind gleichmässig mit zahlreichen poreuförmigen Oeffnungen bedeckt, von denen feine Radialcanälchen in die Skeletmasse eindringen.

Das Skelet besteht aus kleinen, unregelmässig verästelten, überall mit warzigen oder dornigen Fortsätzen bewaffneten Lithistidenkörperchen. Zuweilen befindet sich auf einem Theil der Oberfläche eine scheinbar glatte Deckschicht, die aus jungen dicht verfilzten Skeletkörperchen gebildet wird.

Die vorliegende Gattung ist von *Scytalia* durch ihre engere und seichtere Centralhöhle, durch die plumperen, knorrigeren Skeletkörperchen und durch den Mangel stärkerer in die Centralhöhle einmündender Radialcanäle unterschieden. Keine isolirten Nadeln beobachtet.

a. Einfache Formen:

- 1) *Siphonocoelia nidulifera*. Roem. Spongit. t. 11. 3. Senon.
- * 2) *Eudea crassa*. Roem. ib. 10. 4. Senon.
- 3) *Coelocorypha subglobosa*. Zitt. Taf. II. Fig. 4. Taf. VI. Fig. 9. Senon.
(*Spumispongia punctata p. p. Quenst. Petr. V. 134. 9. 13. 14. 15.*)
- 4) *Chaetetes cretaceus*. Trautsch. Bull. soc. nat. Mosc. 1877. t. VI. Fig. 5. Senon.
- 5) *Scyphia acuta*. Roem. ib. t. II. Fig. 4. Senon, Sutmerberg.

b. Zusammengesetzte Formen:

- 6) *Polycoelia familiaris*. Roem. Spongit. 11. 10. Senon. Sutmerberg.
- * 7) *Siphonia socialis*. Taf. IV. Fig. 10. Roem. Nord. Kr. 2. 5. Senon. Sutmerberg.

Scytalia. Zitt. Taf. V. Fig. 3. 4.

(σκυτάλη Walze.),

Syn. Scyphia p. p., Siphonocoelia p. p., Jerea p. p., Eudea p. p. auct., Tubulospongia p. p. Court.; ? Cladocalpia, Calpia p. p. Pomel.

Schw. länglich walzen-, seltener keulen-förmig, einfach oder ästig, dickwandig, mit runder, röhrenförmiger, gewöhnlich bis in die Nähe der Basis reichenden Centralhöhle. In diese münden zahlreiche Radialcanäle, welche gegen aussen dünner werdend und sich öfters verästelnd an der Oberfläche in porenartige Ostien ausgehen.

Vom unteren Ende der Centralhöhle verlaufen senkrechte Canälchen bis in die verschmälerte Basis.

Das Skelet besteht aus gebogenen, mit zugespitzten wurzelförmigen Ausläufern versehenen, an den Enden etwas ästigen Lithistidenkörperchen, zwischen denen zuweilen Stabnadeln und verschiedenartige Anker mit 3 und 6 Zinken eingestreut sind.

Die hierher gehörigen Formen bilden eine Gattung, welche in ihrer äusseren Form mit verschiedenen Kiesel- und Kalkschwämmen von ganz abweichender Mikrostruktur übereinstimmt. Fromentel hat allen einfachen, cylindrischen, mit runder Centralröhre versehenen fossilen Spongien ohne Rücksicht auf die Strukturverhältnisse den Namen *Siphonocoelia* beigelegt und diese Bezeichnung hat auch ziemlich allgemein Eingang in die Litteratur gefunden. Die beiden in der Introduction à l'étude des éponges fossiles citirten Formen (*S. elegans* Müntz. und *S. compressa*. From.) gehören indess ebensowenig zu den Lithistiden, als alle übrigen, von Fromentel später beschriebenen und abgebildeten *Siphonocoelia*-Arten.

Möglicherweise fällt ein Theil der von Courtillet als *Tubulospongia* bezeichneten Formen der Gattung *Scytalia* zu, ich habe indess keine Gelegenheit gehabt die Mikrostruktur dieser Spongien zu studiren.

Sämmtliche Arten stammen aus der Kreide.

* 1) *Jerea turbinata*. Taf. V. Fig. 3. *Roem. Spongit.* 12. 1. Senon. Ahlten.

* 2) *Cnemidium pertusum*. *Reuss. Böhm.* 16. 7. 8. 11—14. Cenoman.

3) *Spongia radiformis*. Taf. V. Fig. 4. *Phil. Yorksh.* II. t. I. Fig. 9. Senon.

4) *Spongia terebrata*. *Phil. ib. t.* 1. 10. Senon.

5) *Spongia digitalis*. *Roem. Spongit.* 10. 10. Tourtia.

* 6) *Ventriculites microporus*. *Roem. Spongit.* 7. 6. Senon.

7) *Eudea annulata*. *Roem. Spongit.* 11. 2. Turon.

8) *Epoudea nodosa*. *Roem. ib.* 14. 3. Cenoman.

9) *Spongites cylindripes*. *Quenst. Petr.* V. 133. 21. 22. Cuv. Placener.

[? *Tubulospongia insignis*, *limbata*, *elongata*, *ficoidea*, *contorta*, *dendroidea* (non *T. tuber* und *multiorella*).]

Stachyspongia. *Zitt.* Taf. V. Fig. 5.

(στάχης Aehro.)

Syn. Siphonocoelia p. p. Roem.

Schw. cylindrisch, stark verlängert, an den beiden Enden etwas verschmälert, sehr dickwandig, mit einfacher, den ganzen Schwamm von der Spitze bis zur Basis durchziehenden Centralhöhle. Auf der Aussenseite mit ziemlich grossen kegelförmigen Höckern besetzt.

Skelet und Canalsystem, wie bei *Scytalia*. Nur in der Kreide.

1) *Siphonocoelia spica*, Taf. V. Fig. 5. *Roem. Spongit.* 11. 5. Tourtia.

2) *Siphonocoelia tuberculosa*. *Roem.* 11. 4. Senon. Sutnerberg.

Pachinion. *Zitt. Taf. V. Fig. 2.*

(πάχος dick, ἴς Faser.)

Syn. Jerea p. p. Roem.

Schw. walzen- oder keulenförmig, einfach, gegen die Basis verschmälert und kurz gestielt. Centralhöhle weit, einfach, tief; an ihrem unteren Ende mit mehreren Verticalröhren, welche sich in die Basis fortsetzen. Die dicke Wand erscheint dem unbewaffneten Auge aus groben anastomosirenden Fasern zusammengesetzt, welche weite ganz unregelmässig verlaufende, gebogene Lücken zur Wassercirculation zwischen sich frei lassen. Diese Fasern bestehen aus gekrümmten, an den Enden ästigen und überall mit kurzen Höckern und Knorren besetzten Lithistidenkörpern von ansehnlicher Grösse, welche durch ihre Aeste und Fortsätze in einander verflochten sind. An der Oberfläche zieht sich über das grobe Skelet eine Deckschicht, welche aus kleinen, zierlichen, filigranartig gezackten und stark verästelten Kieselkörperchen und zahllosen in denselben eingespickten Gabelankern besteht. Die dichotomen Zacken der letzteren liegen in einer Ebene, der verlängerte Schaft ist nach innen gerichtet.

Einzigste Art:

- 1) *Jerea scripta*. *Taf. V. Fig. 2. Roem. Spongit. 13.* 1. aus der Mucronaten-Kreide von Schwiechelt und Thadensen bei Duddenstedt.

Das Göttinger Museum besitzt zahlreiche vortrefflich erhaltene Exemplare dieser Gattung.

B. Megamorina.Megalithista *Zitt. Taf. VI. Fig. 4.**Syn. Eulespongia p. p. Quenst.*

Schw. birnförmig, cylindrisch oder becherförmig, dickwandig, mit ziemlich weiter, röhriger Centralhöhle. Sowohl die äussere Oberfläche, als auch die Wand der Magenöhle sind mit runden, verschieden grossen, unregelmässig zerstreuten Ostien besetzt, von denen kräftige Canäle in die Wand eindringen.

Das Skelet besteht aus sehr grossen, glatten, stets gekrümmten, an beiden Enden meist in 2—3 Aeste vergabelten Kieselkörpern, die mit kürzeren oder längeren Axencanälen versehen sind. Dieselben sind ganz unregelmässig mit einander verflochten. Von sonstigen Kieselgebilden kommen noch einfache Stabnadeln und selten Gabel-Anker vor, welche an Grösse hinter den lithistidenartigen Skeletkörpern zurückstehen.

Die typische Art dieser Gattung aus dem Coralrag von Nattheim ist:

- 1) *Megalithista foraminosa. Zitt. Taf. VI. Fig. 4.*

Unregelmässig cylindrisch oder länglich eiförmig, an der Oberfläche zuweilen mit

wenigen breiten Längsfalten oder Höckern. Ostien von verschiedener Grösse, die grösseren nicht gleichmässig vertheilt, sondern auf einzelne Parthieen concentrirt. Centralhöhle ziemlich weit. Oberrand gerundet.

Ist bisher mit *Cylindrophyma milleporata Goldf.* zusammengeworfen worden, welcher sie in ihrem äussern Habitus auch vollständig gleicht. Möglicherweise gehört hieher auch eines der beiden von Quenstedt (Petr. V. 120. 7) als *Eulespongia* bezeichneten Fragmente aus dem weissen Jura ε des Oerlinger Thales bei Ulm.

Doryderma. Zitt. Taf. VII. Fig. 1.

(*δὴν* Lanze, *δέρα* Haut.)

Syn. Spongia Phil.; Polyjerea. p. p. Roem.; Dichojerca p. p. Pomel.

Schw. einfach oder zusammengesetzt cylindrisch, birnförmig, plattig oder aus walzigen, gabeligen, an den Enden abgerundeten Aesten bestehend. Im Innern mit mehreren der Längs-Axe parallelen Verticalröhren. Oberfläche mit $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ mm. grossen, maschenartigen Oeffnungen versehen, welche durch eine netzförmige Lagerung der Skeletkörper gebildet werden. Von diesen Ostien dringen einfache Radialcanäle in das Innere des Schwammkörpers ein.

Die ganze Masse des Skeletes besteht aus sehr grossen glatten Lithistidenkörpern von unregelmässig ästigem Bau; die dicken Arme dieser Körper sind stets mehr oder weniger gebogen, ein oder zweimal vergabelt, an den Enden nie in wurzelartige Ausläufer verästelt. Ihr Axencanal ist kurz, einfach, selten an einem Ende in 2—3 kurze Aeste zertheilt. Sie sind locker mit einander verflochten und bilden an der Oberfläche ein grobmaschiges Netz. An gut erhaltenen Exemplaren sind die Maschen (Taf. VI. Fig. 1*) mit einem dichten Bündel langschaftiger Gabelanker ausgefüllt, die eine gewisse Aehnlichkeit mit Turnierlanzen besitzen. Das nach Innen gerichtete Ende des Schaftes ist zugespitzt, das entgegengesetzte verdickt und am äusseren Ende mit drei sehr kurzen Zinken versehen, die sich in der Regel noch einmal gabeln, häufig aber auch einfach bleiben. Sind mehrere benachbarte Maschen vollständig mit diesen Spiessnadeln ausgefüllt, so verdecken die gegabelten Köpfe das darunter liegende Skelet vollständig, indem sie eine dem unbewaffneten Auge feinkörnig erscheinende Deckschicht bilden. Ausser diesen Gabelankern, die in ihrer Grösse sehr variiren, kommen auch noch glatte Stabnadeln vor.

Die von Carter (Ann. Mag. 1871. vol. VII. pl. 8) abgebildeten Skeletkörper aus dem Grünsand von Haldon gehören höchst wahrscheinlich zur vorliegenden Gattung; ebenso glaube ich, dass die unter der Bezeichnung *Geodites haldonensis* Cart. l. c. pl. 10 abgebildeten lanzenförmigen Anker von *Doryderma* herrühren. Auch von den als *Monilites* beschriebenen Nadeln Cart. l. c. pl. 9. Fig. 46. 47 habe ich einmal ein Exemplar bei *Doryderma* gefunden.

1) *Polyjerea dichotoma*. Taf. VII. Fig. 1. *Roem. Spongit.* 16. 1. *Quenst. Petr.* V., 135. 10. 11. *Senon.*

2)?Spongia ramosa. Mant. Geol. Yorksh. 15. 11. Senon.

3) Doryderma cylindrica. Zitt. nsp.

Einfach, cylindrisch, gegen oben verengt unten mit kurzem Stiel. Mehrere zerstreute Verticalröhren im Innern. In der Mucronaten-Kreide von Ahlten und Biewende.

Lyidium m. O. Schmidt. Taf. I. Fig. 10.

Atlant. Spong. S.

Schw. schüsselförmig, beiderseits mit den grossen, runden Ostien einfacher Canäle. Skeletkörper glatt, gekrümmt, ästig, die Aeste an den Enden in eine scheibenartige oder becherförmige Ausbreitung ausgehend. In der Sarcode der Oberfläche liegen zahlreiche einfache Stabnadeln von ansehnlicher Grösse. Recent.

Carterella Zitt. Taf. II. Fig. 7 und Taf. VII. Fig. 2.

Syn. Jerea p. p. Roem. Gumb.; Eulespongia p. p. Quenst.

Schw. cylindrisch, sehr verlängert, gegen unten verschmälert; Scheitel abgerundet, gewölbt, mit den zerstreuten Oeffnungen von mehreren runden, federkielartigen Verticalröhren, welche die ganze Länge des Schwammes durchziehen. Oberfläche mit unregelmässig geformten, meist länglichen Ostien, gegen unten mit Längsfurchen. Von der Oberfläche führen zahlreiche feine horizontale Radialcanäle bis zum Centrum.

Das Skelet besteht der Hauptsache nach aus grossen, fadenförmigen, meist etwas wellig gebogenen oder gekrümmten, beiderseits abgestumpften nadelähnlichen Körpern mit starken und langen Axencanälen. Dieselben sind stellenweise mit kurzen höckerigen Auswüchsen versehen, und zuweilen sind ihre beiden etwas verdünnten Enden schwach verästelt. Diese Skeletkörper liegen zu dicken, der Hauptaxe parallelen Strängen zusammengruppirt und sind dicht ineinander verflochten. Zwischen ihnen befinden sich in polsterähnlichen Parthieen kleine stark verästelte und überall mit knorrigen Auswüchsen versehene Lithistidenkörperchen.

In der Kreide

1) Carterella cylindrica Zitt. nsp. Taf. II. Fig. 7^a b. c.
(= Jerea arborescens, cylindrica und elongata Gumb. Ostb. Grenzgeb. S. 761.)

Sehr lange, cylindrische, einfache, seltener gegen oben dichotom gespaltene Körper, seitlich etwas zusammengedrückt, mit langer, einfacher, stark gefurchter Wurzel; Scheitel gerundet. Auf der Oberfläche grob netzförmig gegittert mit zahlreichen geraden Horizontalcanälen, welche dem Querschnitt ein strahliges Aussehen verleihen. Der ganze Schwamm wird von mehreren Verticalröhren durchzogen und besteht aus groben, glatten, gebogenen Fasernadeln, die nur selten Neigung zur Vergabelung zeigen.

Im Grünsand von Kelheim und Regensburg sehr häufig.

- *2) *Jerea spiculigera*. Taf. VII. Fig. 2. *Roem. Spongit.* 12. 6. *Quenst. Petr.* V. 135. 1. 2. Cuvieri-Pläner und Macronaten-Kreide.
 ?3) *Eulespongia* sp. *Quenst. Petr.* V. 135. 1. 2. Cuv. Plaener.

Heterostinia. *Zitt.* Taf. VI. Fig. 3.

(ἕτερος, ungleich, ἰστιά, Skelet.)

Becherförmig, meist gestielt, mit ästiger Wurzel. Beide Oberflächen mit zerstreuten, eingesenkten Ostien von Radialcanälen; im Stiel Verticalcanäle.

Skelet aus zweierlei Elementen von verschiedener Grösse bestehend. Die kleineren, welche die Hauptmasse des Schwammkörpers bilden, sind stark gekrümmt, vielästig und überall filigranartig gezackt; die grossen glatt, ästig mit verdünnten und zugespitzten Enden.

Die einzige mir bekannte Art (*Heterostinia cyathiformis*. *Zitt.*) stammt aus der Senonkreide von Rouen. Sie stimmt in ihrer äusseren Form vollständig mit den Figuren von *Chenendopora subplena* und *obliqua*. *Mich. Icon.* 41. 1. 2. überein und es ist mir auch sehr wahrscheinlich, dass Michelin bei der Beschreibung der einen oder anderen Art unsere *Heterostinia* vor Augen hatte.

Das Genfer Museum besitzt zahlreiche Exemplare dieser merkwürdigen Gattung.

Isoraphinia. *Zitt.* Taf. VII. Fig. 3. Taf. V. Fig. 8.

(ἴσος, gleich, ῥάφης, Nadel.)

Syn. Siphonocoelia p. p. Roem. Eulespongia p. p. Quenst.

Walzenförmig einfach, gegen unten verschmälert, gestielt, oben gerade abgestutzt; Wand von mässiger Dicke, Centralhöhle weit, röhrenförmig. Oberfläche ziemlich eben, ohne grössere Ostien. Der ganze Schwammkörper besteht aus sehr grossen, schwach gebogenen, walzigen, an den Enden verdickten, selten dichotom gespaltenen Nadeln mit weitem und langem Centralcanal. Im Innern der Wand sind diese Nadeln zu Bündeln vereinigt und in der Weise mit einander verbunden, dass ihre etwas gekrümmten Enden in regelmässigen Abständen in einem Knoten zusammentreffen und dort förmlich in einander verflochten sind. In jedem derartigen Knoten vereinigen sich mehrere radial zusammenlaufende Nadelbündel in der Art, dass sie das Bild eines vierstrahligen Lithistidenkörpers im Grossen wiederholen. An der Oberfläche liegen Nadeln von derselben Form und Grösse regellos neben und durch einander, und bilden eine dichte, zuweilen 1—3 mm. dicke Deckschicht.

Freie Nadeln von anderer Form habe ich nicht beobachtet.

Die typische Art dieser Gattung:

- *1) *Siphonocoelia texta*. Taf. V. Fig. 8. Taf. VII. Fig. 3. *Roem. Spongit.* 10. fig. 11 findet sich sehr häufig im Cuvieri Pläner von Döhrnten bei Salzgitter. Gute Abbildungen gibt *Quenst. Petr.* V. 135. 3. 4. 5. 6. 7. unter der Bezeichnung *Eulespongia texta*.

Möglicherweise gehört auch *Siphonocoelia hirta*. *Roem. Spong.* 11. 6 zu *Isoraphinia*.

C. Anomocladina.

Cylindrophyma. Zitt. Taf. V. Fig. 6.

Syn. Scyphia auct.; Siphonocoelia p. p. Froment.; Hippalimus p. p. d'Orb.

Cylindrisch, gegen unten etwas verschmälert, dickwandig, mit weiter röhriger oder trichterförmiger, bis zur Basis reichender Centralhöhle. Auf der Wand der Magenöhle befinden sich runde Ostien von horizontalen Radialcanälen, die tief in die Wand eindringen, indem sie gegen Aussen immer feiner werden. Oberfläche mit kleineren zerstreuten Ostien bedeckt, mit denen ebenfalls horizontale Einströmungs-Canäle in Verbindung stehen.

An gut erhaltenen Exemplaren ist das untere Ende des Schwammkörpers mit einer Kieselepidermis überzogen.

Skelet aus ästigen Kieselkörperchen bestehend, bei denen von einem etwas verdickten Centralknoten mehrere glatte Arme ausstrahlen, die sich an ihren distalen Enden in 2—3 kurze, in wurzelartige Fasern auslaufende Aeste vergabeln. Diese Enden legen sich an entsprechend gebildete Enden benachbarter Skeletkörperchen und bilden mit jenen polsterartig, knorrige Knoten. Da die Arme häufig nahezu rechtwinklich von dem Centrum ausstrahlen und auch die verdickten Vereinigungsstellen an ihren Enden in ziemlich gleichen Abständen sich befinden, so erhält das Skelet eine regelmässige, maschige Beschaffenheit, welche an die Struktur gewisser Hexactinelliden erinnert.

Diese im oberen Jura von Schwaben und Franken ungemein häufige Gattung findet sich meist in schlecht erhaltenem Zustand, welcher der mikroskopischen Untersuchung grosse Schwierigkeiten entgegenstellt. In den tieferen Schichten (weisser Jura β und γ) ist das Skelet fast immer in Kalkspath umgewandelt, im oberen weissen Jura (δ , ϵ und ζ) dagegen ist der ganze Schwammkörper meist roh verkieselt und wenig zur Untersuchung geeignet. Es liegen mir indess aus Gussenstadt, Sontheim und Beuren eine Anzahl Stücke vor, bei denen sich das Skelet in untadeliger Schönheit erhalten hat und nach diesen sind die Zeichnungen Taf. V. Fig. 6. ausgeführt.

Nur im oberen Jura.

1) *Scyphia milleporata* Taf. V. Fig. 6. *Goldf.* 3. 2. (male) *Quenst.* Petr. V. 121. 1—7.

2) *Scyphia milleporacea.* *Goldf.* 33. 10.

Melonella. Zitt. Taf. V. Fig. 7.

Syn. Siphonia p. Goldf. Quenst.

Schw. apfelförmig oder halbkugelig, mit breiter oder ganz kurz gestielter Basis. Unterseite mit runzeliger, dichter Kieselhaut bekleidet. Centralhöhle trichterförmig, tief, aber nicht sonderlich breit. Wand der Magenöhle mit zahlreichen, in Längsreihen stehenden, runden Canalostien versehen. Die Hauptcanäle verlaufen

bogenförmig, parallel der äussern Umfangslinie und werden von einem zweiten System etwas feinerer Wassercanäle gekreuzt, welche sich von der Basis der Magenhöhle in schräger Richtung gegen Oben und Aussen wenden. Diese letzteren (Einströmungs-Canäle) münden, nachdem sie die ganze Dicke des Schwammkörpers durchzogen haben, an der Oberfläche in rundlichen Ostien von mittlerer Grösse. An abgeriebenen Exemplaren erscheinen die concentrisch gebogenen Canäle als radiale, vom Scheitel ausstrahlende Furchen. (Vgl. *Quenst. Petr. V. 126. 61—64.*)

Skelet wie bei *Cylindrophyma*; an sämmtlichen mir vorliegenden Exemplaren in Kalkspath umgewandelt.

Diese bis jetzt nur im oberen Jura aufgefundene Gattung steht in ihrer äusseren Form den Gattungen *Aulocopium* und *Siphonia* sehr nahe, unterscheidet sich aber sehr leicht von beiden durch die Skeletstruktur.

Einzig Art.

1) *Melonella* (*Siphonia*) *radiata*. *Quenst. Jura S. 679. t. 82. Fig. 13.* und *Petr. V. t. 126. 60—72.*

(*Siphonia pyriformis p. p. Goldf. Petr. 35. 10. (non t. VI. Fig. 7.)*)

Lecanella. *Zitt. Taf. VI. Fig. 1.*

Niedrig trichterförmig bis schüsselförmig, dünnwandig, beiderseits mit feinen Poren besetzt, ohne entwickeltes Canalsystem; Wand gegen den Oberrand etwas dünner werdend.

Skelet aus unregelmässig ästigen Kieselkörpern von ziemlich beträchtlicher Grösse bestehend. Die 4—6 glatten Aeste gehen von einem knotig verdickten oder scheibenartigen Centrum aus und spalten sich an ihren Enden in 2 bis 3 kurze, abgerundete, conische Aestchen. Sonstige Auswüchse (Höcker, Dornen oder zaserige Fortsätze) sind nicht vorhanden. Die an der Oberfläche liegenden Skeletkörper zeigen etwas regelmässiger Form (*Taf. VI. Fig. 1^b*) als die aus dem Innern der Wand und lassen sich vielleicht als stark modificirte Gabelanker mit kurzen Schaft deuten. Ausserdem ist die Oberfläche mit grossen einfachen Stabnadeln und zahllosen *Geodia*-ähnlichen Kieselkugeln bedeckt.

Es liegt mir von dieser Gattung das Fragment eines sehr niedrigen Trichters aus dem weissen Jura ϵ von Sontheim vor, der im vollständigen Zustand einen Durchmesser von 150 mm. besass. Das Skelet ist prachtvoll erhalten; die grossen ästigen Kieselkörperchen sind locker mit einander verbunden und bilden ein unregelmässiges Maschenetz, welches an das Gittergewebe der *Hexactinelliden* erinnert. Diese Skeletbeschaffenheit macht eine Verwechslung mit der äusserlich nicht zu unterscheidenden Gattung *Platychonia* unmöglich.

Ich bezeichne das Original-Exemplar aus dem weissen Jura ϵ von Sontheim, welches obiger Beschreibung zu Grunde liegt, als *Lecanella pateraeformis*. Höchst wahrscheinlich gehört auch *Quenstedt's Spongitis flabellum Petr. V. 131. 7.* hierher.

Mastosia. Zitt. Taf. VI. Fig. 2.

(μάστος, Zitze.)

Schw. knollig, mit breiter ausgehöhlter Basis. Oberseite mit zahlreichen grossen zitzenförmigen Höckern besetzt, welche dem Schwammkörper eine gewisse Aehnlichkeit mit der Euter eines kleinen Wiederkäuers verleihen. Die Oberfläche der Höcker und ihrer Zwischenräume ist gleichmässig fein porös. Oscula fehlen, ebenso ein deutliches Canalsystem.

Das Skelet besteht aus kleinen Kieselkörperchen, bei denen von einem knopfartig verdickten Centrum 6—8 glatte, gerade oder schwach gebogene Arme ausgehen. Dadurch dass sich diese Arme entweder direkt an einen benachbarten Knoten oder mit ihrem etwas verdickten Ende an den Strahl eines Nachbarsterns anheften, entsteht ein Hexactinelliden-ähnliches Gitterwerk.

Der ganze Schwammkörper des Original-Exemplars ist mit Nadeln und isolirten Kieselkörperchen gespickt, von denen wohl nur ein Theil zu Mastosia gehört. Unter den letztern sind die geodienartigen Kugeln am massenhaftesten. Ausserdem findet man grosse und kleine an einem Ende oder beiderseits zugespitzte Stabnadeln, kleine walzenförmige Nadeln mit gerundeten Enden, einfache Vierstrahler (spanische Reiter) und zwar mit glatten oder auch mit dornigen Armen (Bowb. 84), Nadeln mit kurzem Schaft und kurze Gabel-Anker.

Ich kenne diese merkwürdige neue Gattung nur aus den Grenzsichten des weissen Jura ϵ und ζ von Sozenhausen bei Günzburg, wo sie durch Herrn Apotheker Wetzler entdeckt wurde.

Die grössten der vorliegenden Stücke erreichen einen Durchmesser von beinahe 2 dm. Ich nenne die typische Art M. Wetzleri.

D. Tetracladina.

Aulocopium. Oswald 1846. Taf. VIII. Fig. 1.

(Schlesische Gesellschaft für vaterl. Cultur 1847. S. 58. 1861. F. Roemer, fossile Fauna von Sadewitz S. 2.)

Schw. frei (nicht festgewachsen), halbkugelig, seltener kugelig oder keiselförmig, mit vertiefter Centralhöhle; Unterseite mit einer runzeligen, dichten Kieselhaut überzogen. Vom unteren Ende der Centralhöhle strahlen zahlreiche Wasser-Canäle nach der Peripherie aus; ausser diesen Radialcanälen münden noch gebogene, der Umfanglinie parallele Canäle von grösserem Durchmesser in die Magenöhle.

Das Skelet besteht aus glatten unregelmässig vierstrahligen Elementen, bei denen sich jeder Strahl am Ende wurzelförmig verästelt. In der Regel sind dieselben reihenweise in der Art geordnet, dass die verzweigten Enden von zwei benachbarten Reihen in einer den Radialcanälen des Schwammkörpers parallelen Ebene an

einander stossen. Dadurch wird im Querschnitt des Schwammkörpers die strahlige Struktur noch wesentlich erhöht.

Im norddeutschen Diluvium, namentlich auf Sylt, finden sich die Aulocopien als Chalcedongeschiebe. An solchen Exemplaren ist in der Regel die mikroskopische Struktur des Skeletes wohl erhalten und kann durch Dünnschliffe sichtbar gemacht werden. An anderen Orten, wie bei Sadewitz in Schlesien, ist der ganze Schwammkörper von Kalkstein ausgefüllt und das ursprüngliche Kieselskelet in Kalkspath umgewandelt. Den gleichen ungünstigen Erhaltungszustand zeigen auch die aus anstehenden Silurschichten Esthland's stammenden Stücke, von denen ich durch die Güte des Herrn Akademikers F. Schmidt in St. Petersburg eine reiche Serie zur Untersuchung erhielt. An den Sadewitzer Formen ist zuweilen der obere Theil verkalkt, der untere dagegen, soweit die Runzelschicht reicht, in Chalcedon umgewandelt. Letzterer löst sich dann nicht selten vom übrigen Schwammkörper ab, so dass beide Theile isolirt gefunden werden.

Sämmtliche Arten stammen aus der Silurformation:

- 1) *Aulocopium aurantium* *Osw.* in *F. Roem. Sad.* S. 4. t. II. Fig. 1^{a-c}.
- 2) „ *diadema* *Osw.* *ibid.* S. 5. t. I. Fig. 1^{a-c}.
- 3) „ *hemisphaericum.* *F. Roem.* *ib.* S. 6. t. II. Fig. 3.
- 4) „ *cepa.* *F. Roem.* *ib.* S. 7. t. II. Fig. 2.
- 5) „ *discus.* *F. Roem.* *ib.* S. 8. t. III. Fig. 1.
- 6) „ *cylindraceum.* *F. Roem.* *ib.* S. 9. t. III. f. 2.

Phymatella. *Zitt.* Taf. II. Fig. 1. Taf. VIII. Fig. 2. 3.

(φῶμα Geschwulst.)

Syn. Scyphia p. p. Roem. Mich. Court.; Siphonia p. p. Reuss; Eudea p. p., Cyliandrosporgia p. p., Hippalimus p. p. Roem.; Polythyra, Hypothyra, ?Physocalpia Pomel.

Schw. einfach, cylindrisch, birn-, flaschen-förmig oder knollig; sitzend oder lang gestielt, mit tiefer und ziemlich weiter bis zur Wurzel reichenden Centralhöhle; in der Nähe der Basis mit wulstigen oder knolligen Auswüchsen, die durch Vertiefungen von einander geschieden sind. Manchmal ist die Wand an diesen vertieften Stellen sogar durchbrochen und mit grossen Löchern versehen. Oberfläche mit zahlreichen, unregelmässig zerstreuten, kreisrunden oder ovalen Ostien von verschiedener Grösse bedeckt, von denen einfache Radialcanäle in die Wand eindringen. Aehnliche horizontale Canäle beginnen in der Nähe der Oberfläche und münden in die Centralhöhle. Das Skelet besteht aus regelmässig vierstrahligen Körperchen von ziemlich ansehnlicher Grösse. Die 4 Hauptarme sind glatt und rund, ihre Enden in mehrere mit kurzen wurzelartigen Fortsätzen versehene Aeste vergabelt.

An gut erhaltenen Stücken zeigt die Oberfläche einen Beleg von zierlichen Gabelankern. Ausserdem liegen zahlreiche einaxige, doppelt zugespitzte oder walzige Nadeln von verschiedener Grösse zwischen den Lithistidenkörperchen.

Bei einzelnen Arten geht der Schwammkörper nach unten in einen zuweilen 50—80 mm. langen, cylindrischen Stiel aus. Derselbe unterscheidet sich von dem oberen

Theil nicht allein durch den Mangel an Ostien, sowie durch das Vorhandensein von Verticalröhren, sondern auch durch eine ganz abweichende Mikrostruktur. Schon dem unbewaffneten Auge erscheint der Stiel aus langen, etwas gekrümmten, der Längsaxe parallelen Fasern zusammengesetzt. Unter dem Mikroskop erweisen sich diese Fasern als stark in die Länge gezerrte Lithistidenkörper, bei denen sich ein Strahl auf Kosten der übrigen, welche zu schwachen Seitenästen reducirt sind, vergrößert. Die vierstrahlige Form wird dadurch ganz undeutlich und auch die 4 Axencanäle sind durch einen kurzen in dem verlängerten Arm befindlichen einfachen Canal ersetzt. Je weiter nach unten, desto schwächer werden die Seitenäste. Im oberen Theil des Stieles dagegen liegen zwischen den Längsfasern noch kleine, undeutlich vierstrahlige, stark verästelte Lithistidenkörperchen.

Sämmtliche Arten stammen aus der oberen Kreide.

* 1) *Eudea intumescens*. *F. A. Roem. Spongit.* 11. 1. Cuv. Pläner. *Quenst. Petr. V.* 133. 23—26.

* 2) *Cylindrospongia heteromorpha*. *Roem. ib.* 8. 11. Cuv. Pläner.

3) *Scyphia heteropora*. Taf. VIII. Fig. 2. *Roem. Kr.* 2. 3. Quadr. Kr.

* 4) *Phymatella bulbosa*. Taf. II. Fig. 1. *Zitt. nsp.*

Vielförmig, an der Basis sehr stark verdickt und mit knolligen Auswüchsen versehen, ungestielt. Centralhöhle von verschiedener Weite. Ziemlich häufig in der Quadratenkreide von Biewende in Braunschweig und in der Mucronaten-Kreide von Ahlten in Hannover.

5) *Spongites plicatus*. *Quenst. V.* 134. 1. 2. Pläner. Oppeln.

6) *Spongites tuberosus*. *Quenst. Petr. V. S.* 388. t. 133. Fig. 18—20. Senon.

7) *Hippalimus lobatus*. *Roem. Spongit.* 10. 1. Senon.

8) ?*Hippalimus depressus*. *Roem. Spongit.* 10. 2. Senon.

* 9) *Siphonia elongata*. *Reuss. Böhm. Kr.* 34. 1. Cenoman.

* 10) ?*Actinospongia dichotoma*. *Roem. Spongit.* 19. 4. Cuv. Pläner.

11) *Scyphia trilobata*. *Mich. Icon.* 28. 2. Cenoman.

12) *Scyphia attenuata*. *Court. Ep. pl.* 5. 2. Senon.

13) *Scyphia perforata*. *Court. ib.* 5. 3. Senon.

14) *Scyphia conica*. *Court. ib.* 5. 7. Senon.

Hieher vielleicht auch *Scyphia echinata*, *mammillata*, *sphaerica*, *coronata*, *digitata*. *Court. ib. pl.* 6. Senon.

Aulaxinia. *Zitt. Taf. VIII. Fig. 4.*

(αὐλαξ Furche.)

Syn. Siphonocoelia p. p. Roem.

Schw. länglich birnförmig bis cylindrisch, gestielt. Scheitel mit ganz seichter breiter Vertiefung, von welcher kräftige Furchen ausgehen, die an den Seiten des Schwammkörpers bis zum Anfang des Stieles herablaufen. Dieselben sind durch erhabene Zwischenräume von ungefähr gleicher Breite von einander geschieden. Auf

den letzteren stehen in Längsreihen geordnet runde Ostien, von welchen Canäle in den dichten Schwammkörper eindringen. Auf der einfachen, seltener ästigen Wurzel fehlen die Ostien.

Das Skelet des eigentlichen Schwammkörpers ist genau wie bei *Phymatella* beschaffen. Vereinzelte Gabelanker mit langem Schaft, sowie grosse Stabnadeln lassen auf die Anwesenheit einer besonderen Oberflächen-Nadelschicht schliessen. Die Wurzel besteht aus sehr unregelmässig verzerrten, vierstrahligen Körpern, bei denen ein Arm stark verlängert ist und den blinden Centralcanal enthält; gegen das untere Ende des Stieles ist die Oberfläche von sehr langen, mit zahlreichen kurzen Seitenästen versehenen, etwas wellig gebogenen Fasern bedeckt. Auch bei diesen ist der einfache Axencanal kurz und beiderseits geschlossen.

Die einzige bis jetzt bekannte Art ist:

- * 1) *Siphonocoelia sulcifera*. Taf. VIII. Fig. 4. *Roem. Spongit.* 11. 7. aus der oberen Kreide von Linden, Ahlten und Dolberg bei Hamm.

Callopegma. *Zitt.* Taf. II. Fig. 6. Taf. VIII. Fig. 5. Taf. IX. Fig. 1.

(κάλλος schön, πῆγμα Gerüst.)

Syn. Cupulospongia p. p. auct.

Schw. schüssel- oder trichter-förmig, sitzend oder kurz gestielt, dickwandig; äussere Oberfläche mit runden Poren, innere im Centrum zuweilen mit grösseren Osculis versehen, von denen Verticalcanäle in den Schwammkörper eindringen.

Das Skelet ist grobmaschig, locker und besteht aus grossen ziemlich regelmässigen Vierstrahlern mit glatten Armen, welche an ihren Enden sehr stark verästelt sind, so dass an den Vereinigungsstellen der Arme dicke, aus wurzelartigen Fasern bestehende Polster entstehen. Die kurzen Canäle der 4 Arme bilden im Centrum ein vierstrahliges Kreuz. Die Oberfläche des Schwammkörpers ist an gut erhaltenen Exemplaren mit zahlreichen Gabelankern belegt, deren verlängerter Schaft gegen Innen gerichtet ist. Ausser diesen Gabelankern kommen noch zahlreiche Stabnadeln von verschiedener Form und Grösse und vereinzelt kleine Anker mit 3 zurückgebogenen einfachen Zinken vor.

Die 2 bis jetzt bekannten Arten stammen aus der oberen Kreide von Norddeutschland und Belgien.

- * 1) *Callopegma acaule*. *Zitt.* Taf. II. Fig. 6^{a, b}. Taf. VIII. Fig. 5.

Schüsselförmig bis halbkugelig, entweder mit ganz kurzem warzenförmigem Stiel aufgewachsen oder frei. Sehr dickwandig, im Grunde der vertieften Oberfläche mehrere grosse, runde Oscula. Aussenwand porös. Unterseite mit einigen vorspringenden Höckern versehen.

Ahlten, Linden, Ciply.

- * 2) *Callopegma Schlönbachi*. *Zitt.* Taf. IX. Fig. 1.

Schüssel- oder trichter-förmig; Centralhöhle sehr weit und tief, Schwamm mit breiter Basis festgewachsen. Mucronaten-Kreide. Ahlten.

Trachysycon. Zitt. Taf. IX. Fig. 4.

Syn. Plocoscyphia p. p. Roem.; Sporocalpia p. p. Pomel.

Schw. feigen- bis länglich ei-förmig, gestielt, mit röhrenförmiger Centralhöhle, auf deren Wand die Ostien der ziemlich groben Radialcanäle liegen. Oberfläche mit conischen, zugespitzten Warzen besetzt, von deren Gipfel feine Furchen nach allen Seiten ausstrahlen. Der Stiel und der unterste Theil des verdickten Schwammkörpers sind glatt, nur mit porenförmigen Ostien versehen, zuweilen mit einer runzeligen Kieselhaut überzogen.

Skeletkörperchen ziemlich gross, unregelmässig vierstrahlig. Die 4 dicken und kurzen Hauptarme kurz und glatt, an den Enden in mehrere knorrige Aestchen vergabelt.

Die einzige bis jetzt bekannte Art dieser Gattung ist Trachysycon (Plocoscyphia) muricatum. Roem. Spongit. S. 20. t. X. Fig. 9 aus der Quadraten-Kreide des Sutmerbergs bei Goslar.

Pomel erwähnt dieselbe unter dem Namen Sporocalpia, worunter indess eine ächte Hexactinellide (Plocoscyphia Morchella Roem.) und die vorstehende Lithistidenform vereinigt sind.

Siphonia. Park. 1822. Taf. IX. Fig. 5. 6. 7.³¹⁾

Syn. Caricoides Guettard; Siphonia p. p. Park. et auct.; Choanites p. p. Mant.; Hallirhoa Lamx.; Siphoneudea und Polysiphoneudea From., Siphonia, Hallirhoa, Angidia p. p., Plethosiphonia, Polysiphonia, Pterocalpia, ? Physocalpia Pomel.

Schw. feigen-, birn- oder apfel-förmig, zuweilen durch Einschnürungen lappig, meist einfach, kurz oder lang gestielt, selten ungestielt. Scheitel mit tief eingesenkter Centralhöhle, auf deren Wand sich die meist in Längs- und Querreihen geordneten,

31) Erst während des Druckes der letzten Bogen dieser Abhandlung kam mir das Novemberheft vom 23. Band des Quarterly Journal of the Geological Society 1877 zu Gesicht, worin sich (S. 790) eine grössere Abhandlung von J. Sollas über die Struktur und Verwandtschaft des Genus Siphonia befindet. Ich freue mich auf die bemerkenswerthe Uebereinstimmung der Resultate dieser trefflichen Arbeit mit meinen eigenen Beobachtungen hinweisen zu können. Alles was Herr Sollas über die Mikrostruktur, über die Verbindung der Skeletkörperchen, über das Canalsystem und über Erhaltungszustand anführt, steht mit meinen Angaben in Einklang. Auch über die Verwandtschaft mit den lebenden Lithistiden und namentlich mit der Gattung Discodermia befinden wir uns in Uebereinstimmung. Verschiedene Punkte, z. B. die Anordnung der Skeletkörperchen, die übrigens bei den einzelnen Arten sehr stark variirt, ferner die verschiedenen Erhaltungszustände sind von Hrn. Sollas mit grosser Sorgfalt studirt und eingehender geschildert, als im allgemeinen Theil meiner Abhandlung. Wer sich für diese Fragen specieller interessirt, wird darum bei Sollas vielfache Belehrung finden. Die einzige nennenswerthe Differenz zwischen Herrn Sollas und mir besteht darin, dass ich Siphonia Websteri Sow. zu Jerea stelle und aus praktischen Gründen die Genera Siphonia und Jerea trenne.

runden Ostien von Ausführcanälen befinden. Diese ziemlich weiten Canäle verlaufen bogenförmig, parallel dem äusseren Umfang des Schwammes, werden gegen die Mitte hin aber immer steiler und stellen sich schliesslich senkrecht, indem sie als Röhrenbündel in den Stiel und die Wurzel fortsetzen. Die Bogencanäle nehmen gegen Aussen an Stärke ab und beginnen an der Oberfläche in mehreren feinen Röhrenchen, welche sich vereinigen und dann der Cloake zulaufen. Ausser diesen Hauptcanälen sind noch zahlreiche schwächere Einströmungscanäle vorhanden, welche schräg von Innen nach Aussen verlaufen, die Bogencanäle kreuzen und an der Oberfläche in vertieften runden Ostien beginnen.

Das Skelet wird aus ziemlich grossen, deutlich vierstrahligen Lithistidenkörpern gebildet. Die vier Arme sind glatt oder mit schwachen Höckern versehen, ihre Enden mehr oder weniger stark in 2—3 oder mehr mit wurzelförmigen Fortsätzen versehene Aeste vergabelt, die mit den entsprechenden Verästelungen benachbarter Skeletkörperchen verflochten sind und dadurch förmliche Polster bilden. In der Regel sind die Skeletkörperchen nach dem Verlauf der Canäle reihenförmig angeordnet und die verdickten und verflochtenen Enden derselben bilden förmliche Radial-Bänder³²).

An der Oberfläche, in den Canälen und im Skelet selbst finden sich grosse Stabnadeln, selten auch Anker mit gabeligen Zinken³³).

Viele Arten dieser formenreichen Gattung verändern mit zunehmender Grösse ihre äussere Gestalt. Junge Exemplare sind meist cylindrisch und von beinahe senkrechten Röhren durchbohrt, bei weiterem Wachstum schwellen sie in der Mitte an und nehmen nach und nach birnförmige oder fast kugelige Form an. Diese Veränderungen stellt Sowerby bei *Siphonia tulipa* in einer Reihe schöner Abbildungen dar. (Geol. Trans. 2. ser. V. t. 15.)

In der äusseren Erscheinung steht *Siphonia* der Gattung *Jerea* sehr nahe; ja sie ist durch unmerkliche Uebergänge mit derselben so enge verbunden, dass sich schwer eine scharfe Grenze ziehen lässt. Der einzige Unterschied beruht in dem Vorhandensein einer vertieften Centralhöhle bei *Siphonia*, in welcher die Ostien der gebogenen Hauptcanäle münden. Typische Formen mit enger, tiefer Centralhöhle und stark gebogenen Canälen weichen erheblich von *Jerea* ab; wird jedoch die Centralhöhle weit und seicht, dann

32) Die Mikrostruktur der Wurzel stimmt meist mit jener des übrigen Skeletes überein, nur bei einzelnen Arten mit sehr langem Stiel sind sämtliche Arme der Skeletkörperchen oder wenigstens einer derselben verlängert und in parallele Züge nach der Richtung der Längsaxe angeordnet. Die Arme sind ästig, aber die Enden derselben nicht wurzelartig zerfasert, sondern einfach. Die Verbindung der Körperchen erfolgt desshalb auch nicht mehr durch die Verflechtung der verdickten wurzelartigen Enden sondern sie schieben sich locker zwischen entgegenkommende Aeste anderer Körperchen und werden auf diese Weise an einander gehalten. (Sollas l. c. pl. XXVI. Fig. 7.)

33) Mantell (Medals of creation 2 ed vol. I. S. 234) bildet bereits isolirte Nadeln von *Chonites Königi* ab. Die kleinen vierstrahligen Körper sind übrigens keine Nadeln, sondern Skeletelemente, deren wurzelartig verzweigte Enden abgebrochen sind.

stellen sich auch die Canäle steiler und es entstehen Formen, die sich unmittelbar an Jereen anschliessen.

Die feinere Struktur des Skeletes, sowie die isolirten Kieselgebilde stimmen bei *Siphonia* und *Jerea* völlig überein.

Diese unzweifelhafte Verwandtschaft beider Gattungen findet auch in der Literatur ihren Ausdruck.

Parkinson's³⁴⁾ unbestimmte Diagnose von *Siphonia* passt ebenso gut auf *Jerea* wie auf *Siphonia* und in der That finden sich unter den später von Parkinson als *Siphonia* abgebildeten Schwämmen neben einer Anzahl ächter Siphonien auch zwei *Jerea*-Arten.

Fast gleichzeitig mit Parkinson publicirte Mantell (*Geology of Sussex* vol. I. S. 178) eine Gattung *Choanites*, welche er mit dem lebenden *Alcyonium ficus* Lin. verglich. Auch hier ist die Charakteristik sehr unbestimmt gehalten. Von den 3 Arten gehören die 2 ersten zu den Hexactinelliden, während sich die letzte (Ch. Königi) trotz ihres eigenthümlichen, durch den Erhaltungszustand bedingten Aussehens Parkinson's Siphonien anschliesst.

In einem späteren Werk (*Medals* 2. ed. S. 230. 233) hält übrigens Mantell *Siphonia* und *Choanites* auseinander und unterscheidet *Choanites* durch den Mangel eines mit Röhren versehenen Stiels.

Von den meisten späteren Autoren wurde die Gattung *Choanites* fallen gelassen und mit *Siphonia* vereinigt. Nur Cunningham (*Institut* 1849. XVII. 14.) will in der tief eingesenkten Centralhöhle und in einem angeblich vorhandenen *Spiralcanal*, welcher am Boden der letzteren beginnt und sich in 5—6 Windungen um diese in die Höhe zieht, Merkmale zur generischen Unterscheidung gefunden haben. Indess weder die Abbildungen von Mantell und Dixon, noch meine Untersuchung verschiedener Original-Exemplare aus England lassen das Vorhandensein eines solchen *Spiralcanals* erkennen.

Von Goldfuss, Michelin, F. A. Römer, Reuss, d'Orbigny u. a. Autoren wurden unter dem Gattungsnamen *Siphonia* sehr verschiedene Schwämme zusammengefasst; Courtyiller rechnet eine grosse Anzahl ächter Jereen zu *Siphonia*, während Fromentel und Pomel die beiden Gattungen in zwei verschiedene Familien stellen, und jede derselben wieder in einige weitere Gattungen zerlegen.

Trotz dieser verschiedenartigen Verwendung des alten Parkinson'schen Namens habe ich denselben dennoch für die oben näher beschriebenen Spongien festgehalten, weil derselbe für die typischen Formen wie *Siphonia piriformis*, *tulipa*, *ficus*, *nuciformis* etc. bisher fast ohne Ausnahme in Gebrauch stand und weil Parkinson diese jedenfalls unter seiner Gattung *Siphonia* begriffen wissen wollte.

Die geologische Verbreitung der Gattung *Siphonia* beschränkt sich auf die Kreideformation. Von den typischen Formen lassen sich die gelappten als ein besonderes Subgenus *Hallirhoa* Lamx. unterscheiden.

34) An introduction to the study of fossil organic remains S. 50.

A. Von typischen Siphonia-Arten mögen erwähnt werden:

- 1) *Siphonia piriformis*. Taf. IX, Fig. 7. *Goldf. Petr.* **6**. 7^a. *Mich. Icon.* **33**. 1. Senon.
- 2) *Siphonia tulipa*. *Zitt.* Taf. IX, Fig. 5³⁵). Cenoman. Blackdown.
(*Siphonia piriformis*. *Sow. in Fitton. geol. Trans. 2 ser. vol. VI. pl. XV^a*).
(*Siphonia Websteri*. *Quenst. (non Sow.) Petr. V.* **135**. 15—19.)
- 3) *Siphonia Geinitzi*. *Zitt.*
(*Siphonia pyriformis*. *Gein. Elbthalgeb. I. S. 38. t. 9. t. 10. Fig. 4*) Cenoman.
- 4) *Siphonia bovista*. *Gein. ib. t. 10. Fig. 5. 6.* Cenoman.
- 5) *Siphonia ficus*. Taf. IX, Fig. 6. *Goldf.* **65**. 14. Senon.
- 6) *Choanites Koenigi*. *Mant. Geol. Suss. t. 16. Fig. 19—21.* Ob. Kr.
- 7) *Siphonia incrassata*. *Goldf.* **30**. 5. Senon.
- 8) „ *nuciformis*. *Mich. Icon.* **33**. 4. ? Cenoman.
- 9) „ *multioculata*. *Mich. ib.* **33**. 6. Turon.
- 10) „ *arbuscula*. *Mich. ib.* **33**. 2. Turon.
- 11) „ *ficoidea*. *Mich. ib.* **29**. 5. Cenoman.
- 12) „ *acaulis*. *Mich. ib.* **38**. 2. Cenoman.
- 13) „ *ornata*. *F. A. Roem. Spongit.* **10**. 9. Quadr. Kr.
- 14) „ *Morrisi*. *Mant. Med.* 2 ed. S. 254. Upp. Ch.
- 15) „ *Fittoni*. *Mich. Icon.* **29**. 6. Senon.

Ausserdem zahlreiche meist schlecht charakterisirte und vielfach mit bereits früher beschriebenen Formen zusammenfallende Arten von Courtiller, wie *Siphonia decipiens*, *osculata*, *parasitica*, *sphaerica*, *curta*, *cylindrica*, *intermedia*, *conica*, *rariosculata* etc.

B. Subgenus *Hallirhoa*. *Lamx.*

- 1) *Hallirhoa costata*. *Lamx. Mich. ib.* **31**. 3. Cenoman.
- 2) „ *brevicostata*. *Mich. Icon.* **31**. 1. Cenoman.
- 3) „ *Tessonis*. *Mich. ib.* **34**. 1. Cenoman.

Hierher vielleicht auch *Scyphia alata* und *palmata* Courtiller.

35) Ich habe diese im Grünsand von Blackdown und Haldon ungemein häufige und in allen grösseren Sammlungen verbreitete Art mit einem neuen Namen belegt. Sie wird in der Regel mit *Siphonia piriformis* Goldf. vereinigt, unterscheidet sich aber durch die plötzliche Einschnürung des birnförmigen Kopfes unmittelbar über dem ungewöhnlich schlanken, dünnen und sehr verlängerten Stiel, durch die groben Bogen- und Radial-Canäle, durch die Mikrostruktur sowohl des Körpers als auch namentlich des Stieles sehr bestimmt von der im Senon verbreiteten *S. piriformis*. Quenstedt trennt diese Art in seinem neuesten Werk ebenfalls von *S. piriformis*, identificirt sie jedoch irrthümlicher Weise mit *Jerea Websteri* Sow., von welcher Sollas (l. c.) neuerdings gute Abbildungen und Beschreibung veröffentlicht hat. *Siphonia Fittoni* Mich. aus der oberen Kreide schliesst sich enger an *Siph. piriformis* Goldf. als an *Siphonia tulipa* Zitt. an.

Jerea. Lamouroux. Taf. X. 1. 2.

(1821 Exposition méthod. des genres de l'ordre des Polypiers. S. 79. t. 78. Fig. 3.)

Syn. *Siphonia p. p.*, *Jerea p. p. auct.*; *Manon p. p. Goldf.*; *Rhysospongia*, *Jerea*, *Cupulina*, *Siphonia p. p. Courtil.*; *Polypothechia p. p. Bennet, Mich.*; *Jerea p. p.*, *Rhizospongia (Rhysospongia) d'Orb.*; *Jerea*, *Polyjerea p. p.*, *Rhizospongia*, *Rhizostele*, *Rhizogonium Pomel.*

Schw. birnförmig, kugelig, umgekehrt flaschenförmig, conisch bis cylindrisch, einfach, seltener zu ästigen Stöcken verwachsen, mit kurzem oder langem Stiel und mehr oder weniger verdickter, zuweilen massig entwickelter, ausgebreiteter oder ästiger Basis. Scheitel abgestutzt, oder mit einer Einsenkung, stets mit einer Anzahl runder Oeffnungen, den Mündungen eines Bündels röhrenförmiger Verticalcanäle, welche entweder in senkrechter oder etwas dem äussern Umriss entsprechender Biegung den ganzen Schwammkörper bis zur Basis durchsetzen. Oberfläche mit zahlreichen, ungleich grossen, zerstreuten kleinern Ostien, von denen gröbere oder auch haarfeine Canäle bis in das Centrum des Schwammes eindringen. Am Stiel verschwinden diese Ostien allmählig.

Das Skelet des eigentlichen Schwammkörpers sowie des Stieles und der Wurzel besteht aus vierarmigen Kieselkörpern von ziemlich ansehnlicher Grösse; die Arme sind in der Nähe des Vereinigungspunktes in der Regel glatt, zuweilen aber auch mit knorrigen, stumpfen Auswüchsen besetzt, ihre Enden mehr oder weniger wurzelartig verästelt, zuweilen sogar zu verfilzten Ballen verdickt. Bei einzelnen Arten spalten sich alle oder einzelne Arme in zwei Hauptäste. Sämmtliche Skeletelemente sind mit einander durch die verästelten Enden der Arme verflochten.

Von isolirten Kieselgebilden kommen vereinzelt Gabelanker und einfache Stabnadeln vor.

Die Gattung *Jerea* wurde schon im Jahr 1821 von Lamouroux in unverkennbarer Weise charakterisirt und abgebildet. Goldfuss beschreibt mehrere Arten unter den Gattungsnamen *Jerea*, *Siphonia* und *Manon*, auch Michelin vermischt *Jerea* mit *Siphonia*, dagegen schliesst sich d'Orbigny etwas enger der Lamouroux'schen Auffassung an, zweigt jedoch die mit sehr massiger horizontal ausgebreiteter Wurzel versehenen Formen unter dem Namen *Rhizospongia* (im Prodrôme *Rhysospongia*) von *Jerea* ab. Michelin hatte derartige Wurzeln, welche in der Touraine häufig isolirt vorkommen, schon früher der Gattung *Polypothechia* zugeheilt.

Fromentel begnügte sich die zusammengesetzten Formen als *Polyjerea* von den einfachen zu trennen, Courtillier und Pomel dagegen zerlegen *Jerea* in mehrere Gattungen. Für Courtillier gehören nur die Formen mit gerade abgestutztem Scheitel zu *Jerea*, die mit Scheitelvertiefung versehenen werden *Cupulina* genannt. Eine grosse Anzahl ächter *Jereen* werden vom gleichen Autor zu *Siphonia* und die mit grosser Wurzel und kurzem, dickem Stiel versehenen zu *Rhysospongia d'Orb.* gerechnet.

Da die vermeintliche Epithek von *Rhizospongia d'Orb.* nicht existirt, so halte ich

diese Gattung für ebenso überflüssig, wie Rhizostele, Rhizogonium und Rhizogonima. Pomel spaltet aber auch die zusammengesetzten stockförmigen Jereen in mehrere Gattungen. Der Name Polyjerea wird lediglich für die Formen mit Basilarproliferation beibehalten, wie *Jerea caespitosa* und *gregaria Mich.*, *Siphonia ternata Reuss* etc. Für die ästigen Formen, welche sich durch Seitenknospung vermehren, stellt er zwei besondere Gattungen auf. Diese beiden Genera *Callojerea* und *Dichojerea* sind lediglich auf äusserliche Merkmale basirt und enthalten zum Theil ganz fremdartige Elemente, welche sich meist ziemlich weit von *Jerea* entfernen; sie können darum schon aus terminologischen Gründen nicht aufrecht erhalten bleiben. Auf die Unterschiede von *Jerea* mit der äusserlich ungemein nahestehenden Gattung *Jereica Zitt.* wurde schon früher hingewiesen.

Die Gattung *Jerea* beginnt in der Kreide und reicht möglicher Weise bis ins Miocæn, wenn einzelne der von Pomel aus Oran beschriebenen Arten wirklich hieher gehören sollten.

Als typische Arten mögen angeführt werden:

- *1) *Jerea pyriformis. Lamx. Expos. meth. S. 79. t. 78 Fig. 3. Cenoman.*
 (= *Jerea pyriformis und elongata p. p. Mich. Icon. 36. 3. u. 39. 4.*)
 (= *Jerea amygdaloidea. Gumb. Ostbayr. Grenzgeb. S. 771.*)
- 2) *Alcyonolithes Stadensis. Blumb. Spec. archaeol. tell. II. Fig. 5. 6.*
 (= *Siphonia cucumis Mke. Jahrb. 1841. t. II. Fig. c.*)
 (= *Siphonia Kraussi Hag.*)
 (= *Jerea pyriformis u. elongata Mich. p. p. l. c.*)
 (= *Jerea pyriformis u. intricata. Court. pl. 34. f. 2. 3.*)
- 3) *Jerea Quenstedti Zitt. Taf. X. Fig. 2. Quadr. Kr. Linden bei Hannover.*
 (= *Siphonia ficus Quenst. Petr. V. 135. 20—23.*)

An obige Arten schliessen sich an:

- 4) *Siphonia prolifera, clavata, acuta, polycephala, difformis, ? coronata, acaulis Court. Cupulina elata, pocillum, latiosulcata, glomerata, rhyssospongioides, elongata, parallela, ficoidea, capitata, acaulis. Court. Epong. foss. des envir. de Saumur. pl. 29. 30.*
- 5) *Siphonia ternata Reuss. Böhm. Kr. II. 17. 1. 3. Turon.*
- 6) *Jerea excavata Taf. X. Fig. 1. Mich. Icon 33. 3. 39. 2.*
 (= *Polypothechia Pictonica. Mich. ib. 37. 1.*)
 (= *Jerea tuberosa. Mich. ib. 39. 3.*)
 (*Rhyssospongia Pictonica, pateraeformis, cyathiformis, vestita, crassa, elongata, semiglobosa, clavata, attenuata, truncata, costata, digitata. Court. l. c. pl. 1—4.*)
- 7) *Siphonia multiformis. Bronn. Leth. geogn. 27. 20. Peine.*

Marginospongia. d'Orb. Prodr. II. S. 187.

Syn. Alcyonium Lamx.; Chenendopora p. p. Mich.; Marginojerea From.; Marginospongia, Placojerea Pom.

Schw. becher- oder trichter-förmig, gestielt. Oberrand mit zahlreichen, runden
 Abh. d. II. Cl. d. k. Ak. d. Wiss. XIII. Bd. I. Abth. 19

Oeffnungen von röhriigen Verticalcanälen, welche die ganze Wand und den Stiel durchziehen. Skelet? — Nur in der Kreide.

- 1) Alcyonium infundibulum. *Lamx.* 1830. (teste d'Orb.)
(*Chenendopora Parkinsoni. Mich. Ic. 31. 1.) Cenoman.*
- 2) Marginospongia irregularis. *d'Orb. Prodr. Et. 22. Nro. 1500. Senon.*
- ?) 3) Jerea Desnoyersi. *Mich. l. c. 39. 1.*

Nelumbia. Pomel. 1872.

Pal. d'Oran. S. 194.

Syn. Polystoma Court. p. p.

Schw. keulenförmig, gestielt, Scheitel abgestutzt oder mit schwacher Vertiefung, bedeckt mit runden Ostien von Verticalcanälen, welche nicht sehr tief (?) in den Schwammkörper eindringen. Seiten mit vereinzelt Vertiefungen, in welche kurze gewundene oder gerade Quercanäle einmünden. Nach Courtyiller ist der Schwamm zuweilen mit einer zarten Kieselhaut überzogen.

Skelet wie bei Jerea.

Die Verbreitung dieser erst unvollständig bekannten, vielleicht nur als Section von Jerea zu betrachtenden Gattung beschränkt sich auf die obere Kreide.

Courtyiller l. c. bildet auf Taf. 15 verschiedene Formen ab, die vielleicht zu einer einzigen Species gehören und stellt dieselben als besondere Section in seine Gattung Polystoma.

Polyjerea. Fromentel emend. Zitt.

Syn. Jerea Mich.; Siphonia p. p. Court.; Jerea p. p. d'Orb.; Polyjerea, Dichojerea p. p. Pom. (non Polyjerea F. A. Roem.)

Schw. zusammengesetzt buschig oder ästig, selten einfach, die cylindrischen oder tonnenförmigen Einzel-Individuen oft an ihrer Basis verwachsen, mit gerundetem Scheitel, in welchem mehrere Oeffnungen von röhrenförmigen Verticalcanälen ausmünden, die den ganzen Schwammkörper durchziehen. Die Basis, sowie die ganze oder ein grosser Theil der Oberfläche des Schwammes sind mit einer glatten Kiesel-epidermis bekleidet, unter welcher die Ostien der wenig entwickelten Radialcanäle liegen.

Das Skelet besteht der Hauptsache nach, wie bei Jerea aus ziemlich grossen, glatten Vierstrahlern mit wurzelartig verzweigten Enden, ausserdem aber noch aus sehr kleinen ungemein zierlich filigranartig verästelten, undeutlich vierstrahligen Kieselkörperchen, welche sich an der Oberfläche eng aneinander legen und die dichte Kieselhaut bilden.

Diese Gattung unterscheidet sich von Jerea hauptsächlich durch die Kieselepidermis, welche meist den ganzen Schwamm überzieht, durch die sehr schwach entwickelten Radialcanäle, sowie durch die zusammengesetzte Form.

Die Vermehrung erfolgt entweder durch basilare oder durch seitliche Knospung. Im ersten Falle entstehen buschige, im zweiten baumförmig verästelte Stöcke.

Ich beschränke die Gattung Polyjerea lediglich auf die mit Kieselhaut bekleideten, fast immer zusammengesetzten Formen, wie *P. caespitosa* und *gregaria* Mich., für welche Fromentel seine Gattung Polyjerea ursprünglich aufgestellt hat. In die Gattung Jerea dagegen verweise ich sämtliche stockförmige Jereen mit wohlentwickelten Radialcanälen, der die Kieselepidermis fehlt. Zu diesen letzteren gehören fast alle von Roemer unter dem Namen Polyjerea beschriebenen Formen aus der norddeutschen Kreide.

Polyjerea steht der Gattung Thecosiphonia überaus nahe. Bei letzterer beschränkt sich die Kieselhaut auf den unteren Theil des Schwammkörpers, die Einzel- Individuen zeichnen sich durch beträchtlichere Grösse aus, die viel zahlreicheren Verticalcanäle münden in eine Scheitelvertiefung und die Radialcanäle sind viel besser entwickelt.

Als typische Art habe ich eine im Senon bei Evreux sehr häufig vorkommende Form

- 1) *Polyjerea ramifera* Zitt. untersucht, welche sich von *Jerea gregaria* und *caespitosa* durch deutlichere Trennung und Vergabelung der Aeste unterscheidet.

Es gehören ferner hieher:

- 2) *Jerea arborescens* Mich. 42. 2^a. Senon. (non 2^b.)
- 3) „ *gregaria*. Mich. Icon. 38. 1. Senon.
- 4) „ *caespitosa*. Mich. 41. 4. Senon.
(*Siphonia arborescens*. Court. t. 24. Fig. 2.)

Astrocladia. Zitt. Taf. IX. Fig. 9.

(ἀστὴρ Stern, κλάδος Zweig.)

Syn. Siphonia p. p. Mich.; *Asterospongia p. p.*, *Stellispongia p. p.* Roem.; *Callojerea p. p.* Pomel.

Schw. cylindrisch oder durch dichotome Verzweigung baumförmig, massiv, ohne Centralhöhle. Oberfläche mit einer glatten, scheinbar dichten Deckschicht überzogen, in welcher vereinzelt, sehr entfernt stehende Oscula liegen. Gewöhnlich bestehen dieselben aus einigen kurzen, feinen Röhren, welche im Grunde einer gemeinsamen kleinen Vertiefung oder auch auf einer warzenförmigen Erhöhung ausmünden. Diese Oscula erhalten sehr oft ein ausgezeichnet sternförmiges Aussehen durch radiale an den Enden fein verästelte Furchen, welche unter der Deckschicht auf der Oberfläche der eigentlichen Skeletmasse nach den Ausströmungsöffnungen verlaufen. Ausser den sternförmigen oder aus Röhrenbündeln bestehenden Osculis ist die Oberfläche unter der Deckschicht mit feinen Poren, den Oeffnungen kleiner Radialcanälchen versehen. Durch den ganzen Schwammkörper verlaufen in der Richtung seiner Längsaxe einige feine Verticalröhren

Das Skelet besteht aus kleinen, deutlich vierarmigen Lithistidenkörperchen mit kurzem Axenkreuz; die Arme sind glatt, an ihren Enden stets sehr stark wurzelartig verzweigt, so dass an den Berührungsstellen mit den Nachbararmen förmliche Polster von Kieselgeflecht entstehen. Die beinahe dichte Deckschicht ist aus sehr

kleinen, dicht ineinander verflochtenen, stark verästelten Lithistidenkörperchen von unregelmässiger Form gebildet und blättert leicht ab. Besondere Oberflächen-Nadeln scheinen zu fehlen.

- *1) *Asterospongia laevis*. *Roem.* Spongit. 19. 2. Cuv.-Plaener.
- *2) *Asterospongia subramosa*. Taf. IX. Fig. 9. *Roem.* ib. 19. 3. Quadr. Kr. Suterberg. Ahlten.
- *3) *Stellispongia verrucosa*. *Roem.* ib. 17. 5. Quadr. Kr.
- 4) *Siphonia ramosa*. *Mich.* Icon. zooph. 28. 5. Courtill. 24. 1.
- *5) *Tremospongia clavata*. *Roem.* Spongit. 13. 13. Cuv.-Plaener.

Thecosiphonia Zitt. Taf. X. Fig. 3.

Lymnorea p. p. *Tremospongia F. A. Roem.*; *Tremospongia Gein. non d'Orb.*; *Distosphacion p. p.*, *Cytorea Pomel*; *Polyjerea p. p.* *From.*

Schw. einfach oder zusammengesetzt; die Individuen gross, länglich, kreiselförmig oder cylindrisch; Scheitel mit seichter Vertiefung, in welche ein Bündel röhrenförmiger Verticalcanäle einmündet. Von diesen Canälen verlaufen die obersten fast parallel mit dem Umfang und verursachen an abgeriebenen Exemplaren strahlige Furchen auf der Oberfläche; die in der Mitte befindlichen durchziehen in nahezu senkrechter oder sogar in etwas nach Aussen divergirender Richtung den Schwammkörper. Ausser diesen Hauptcanälen beobachtet man noch schräge von Aussen nach Innen und Unten gerichtete Radialcanäle, deren runde Ostien auf der Oberfläche zerstreut liegen. Letztere ist rau, mit gekrümmten Gruben und Furchen versehen. Die einfache oder mit wurzelartigen Anhängen besetzte Basis, sowie ein grösserer oder kleinerer Theil des ganzen Schwammkörpers sind mit einer dichten kieseligen Deckschicht überzogen. Bei zusammengesetzten Stücken verbindet diese Epithek sämmtliche verwachsene Individuen.

Die Skeletelemente sind von ansehnlicher Grösse, regelmässig vierarmig; die vier Strahlen glatt mit wurzelartig verzweigten Enden. Sie unterscheiden sich durch ihre ansehnliche Grösse von denen der Gattung *Siphonia*. Vereinzelte Stabnadeln liegen zerstreut im Skelet.

Diese von Roemer und Pomel gänzlich verkannte und mit Kalkschwämmen vereinigte Gattung steht den Gattungen *Siphonia* und *Jerea* sehr nahe, unterscheidet sich aber von beiden sofort durch die stark entwickelte Deckschicht, sowie auch durch grössere und regelmässiger Skeletelemente. Vortreffliche Abbildungen dieser Gattung gibt Quenstedt im 5. Band seiner Petrefaktenkunde Deutschlands. (Taf. 133. Fig. 8. 9. 10. 11.)

- *1) *Lymnorea nobilis*. *F. A. Roem.* Spongit. 15. 1. Cuvieri-Plaener.
- *2) *Tremospongia grandis*. Taf. X. Fig. 3. *Roem.* ib. 15. 3. Cuvieri-Plaener.
- 3) *Tremospongia Klieni*. *Gein.* Elbthalgeb. I. S. 28. 4. 3. Cenoman.

Calymmatina. Zitt. Taf. II. Fig. 2. Taf. IX. Fig. 8.

(καλύμμα Hülle, Ueberzug.)

Syn. Cnemidium p. p., Scyphia p. p. Mich.; Turonia p. p. d'Orb.; ? Pseudosiphonia Court.

Schw. zusammengesetzt oder einfach. Die Einzel-Individuen kreiselförmig, kurz-cylindrisch oder knollig, meist durch basale Verwachsung zu Stöcken verbunden. Wand dick, Scheitel gerundet, mit einfacher Centralhöhle. Basis häufig mit Auswüchsen versehen, dickknollig oder zu einem Stiel verschmälert. An gut erhaltenen Exemplaren ist der ganze Schwammkörper mit einer dichten, glatten oder runzeligen Kieselhaut überkleidet. Dieselbe ist indess in der Regel am Scheitel und dem obern Theil der Seiten abgerieben. Diese der Epidermis beraubten Parthien sind stets mit vertieften, ganz unregelmässigen, kurzen Längs- und Querfurchen bedeckt und erhalten dadurch eine raue Oberfläche. Im Grund dieser Furchen liegen Ostien von einfachen Radialcanälen, die gegen Innen feiner werden. Aehnliche Canäle verlaufen in umgekehrter Richtung von Aussen nach der Centralhöhle.

Das Skelet besteht aus zweierlei Elementen: 1) aus ziemlich grossen, vierstrahligen Lithistidenkörpern mit stark wurzelförmig verzweigten Enden und knorrigen oder glatten Armen; 2) aus sehr kleinen, durchaus knorrigen Kieselkörperchen von unregelmässiger oder undeutlich vierstrahliger Form, welche in den Zwischenräumen der grösseren Skeletelemente liegen. Diese kleinen Körperchen drängen sich an der Oberfläche dicht aneinander und bilden die oben beschriebene glatte oder runzelige Deckschicht, unter welcher die Ostien der Aussenseite münden.

Bei günstiger Erhaltung bemerkt man in der Deckschicht zierliche Gabelanker, überdiess liegen zahlreiche grosse Stabnadeln im Skelet und in den Canälen zerstreut.

Diese Gattung steht *Turonia Mich.* am nächsten, unterscheidet sich aber von dieser, abgesehen von ihrem abweichenden äussern Habitus durch das Vorhandensein einer einfachen Centralhöhle, ausserdem durch die massenhaft zwischen den grossen Vierstrahlern vertheilten, kleinen knorrigen Kieselkörperchen, welche bei *Turonia* meist auf die Basalgegend beschränkt sind. Wahrscheinlich gehört *Courtillet's* ungenügend charakterisirte Gattung *Pseudosiphonia* ebenfalls hieher.

Bis jetzt sind nur Arten aus der oberen Kreide der Touraine bekannt.

1) *Scyphia sulcataria var. inflata. Mich. Ic. 28. 4. Senon.*

(*Cnemidium crassum. Mich. ib. 28. 3.*)

*2) *Calymmatina rimosa. Zitt. Taf. II. Fig. 2. Taf. IX. Fig. 8. Senon.*

(*Scyphia dichotoma. Mich. (non Bennet) Icon. 28. 5.*)

?3) *Pseudosiphonia tuberculata. Court. Ep. 28. 1. 2. Senon.*

Turonia. *Mich.* Taf. IX. Fig. 2. 3.1846 *Iconogr. zoophyt.* S. 125.*Syn. Turonifungia From.; Hippalimus p. p. Roem.; Turonia Pomel.*

Schw. sehr unregelmässig geformt, knollig oder biconisch, an der Basis, der unteren Hälfte oder auch nahezu auf der ganzen Oberfläche mit einer scheinbar glatten, rindenartigen Deckschicht von der Dicke eines Blattes feinen Papiers überzogen. Die nicht mit dieser Deckschicht bekleideten Parthieen (in der Regel die obere Hälfte) sind rauh, zuweilen mit strahligen, von einer oder mehreren seichten Vertiefungen ausgehenden kräftigen Furchen durchzogen, in denen am Scheitel zerstreute, röhrenförmige Verticalcanäle ausmünden.

Das Skelet besteht aus ziemlich grossen, glatten, vierstrahligen Lithistidenkörpern, welche mit den benachbarten Vierstrahlern durch kurze, plumpe, wurzelartige Verzweigungen verwachsen sind. Dadurch, dass fast immer 4 Arme von benachbarten Körperchen auf diese Weise sich verbinden, entstehen verdickte, rundliche Knoten. Die vierarmigen Skeletkörperchen besitzen ein feines Axenkreuz.

In der Epidermis-ähnlichen Deckschicht unterscheidet man kleine, überall mit stumpfen und zugespitzten Fortsätzen versehene, platte, undeutlich dreiästige Lithistidenkörperchen, welche dicht über- und nebeneinander gelagert sind und kaum hin und wieder eine porenförmige Oeffnung frei lassen, ausserdem Gabelanker, deren drei sparrig gegabelte, verlängerte Zinken in einer Ebene, und zwar in der Regel ganz auf der äusseren Oberfläche liegen, wo die zierlichen, sechsarmigen Sterne bei günstiger Erhaltung schon mit der Lupe zu erkennen sind.

Auf den durch die beschriebene Deckschicht unbedeckten Theilen des Schwammkörpers liegen häufig grosse Stabnadeln zerstreut.

Sämmtliche Arten aus der oberen Kreide.

1) *Turonia variabilis*. *Mich.* *Icon.* 35. 1—8. Senon. Touraine.

(*T. variabilis* u. *sulcata* Court.)

2) *Turonia constricta*. Taf. IX. Fig. 2. *Zitt.* nsp.

Unregelmässig birnförmig, mit breiter fast horizontal abgestutzter Basis, welche mit zahlreichen stumpfen Höckern und Vertiefungen besetzt ist. Oberseite verlängert, stumpfkegelförmig, mit unregelmässigen Quereinschnürungen; im Scheitel gewöhnlich mit seichter Vertiefung, von welcher Furchen entspringen, die an den Seiten herablaufen und sich gegen unten in feine Aestchen vergabeln. Die glatte Deckschicht überzieht in der Regel nur die Basis, zuweilen auch noch den unteren Theil der Oberseite.

In der Mucronaten-Kreide von Ahlten häufig.

3) *Turonia induta*. *Zitt.* Taf. IX. Fig. 2.

Klein, knollig oder lappig, beinahe ganz von Epidermis überzogen. Quadr. Kreide. Linden.

?4) *Hippalimus depressus*. *Roem.* *Spong.* 10. 2. Senon.

Theonella. Gray. Taf. I. Fig. 9.

(1868 Proceed. zool. Soc. p. 438. pl. XV.)

Becherförmig, dickwandig, Centralköhle einfach, Basis breit. Skelet aus kleinen Vierstrahlern mit stark verzweigten Enden bestehend. Oberflächenanker mit kurzem Schaft und 3 vergabelten, gebogenen horizontalen Zinken.

Nur recent.

- 1) *Theonella Swinhoei*. Gray l. c. *Formosa*. Taf. I. Fig. 9^b.
- 2) *Dactylocalyx Pratti*. Taf. I. Fig. 9^{c. d.} Bowbk. Proceed. zool. Soc. 1869. S. 89 pl. V. Fig. 6—11.
- 3) *Theonella ferruginea*. Haeck. Taf. I. Fig. 9.

Ich habe das Skelet dieser neuen Species, von welcher ich durch Herrn Prof. Haeckel ein kleines Fragment mitgetheilt erhielt, abbilden lassen. Die Gabelanker der Oberfläche stimmen genau mit *Th. Swinhoei* überein. Die Skeletkörperchen dagegen unterscheiden sich durch ihre glatten Aeste von den knorrigen der beiden vorigen Arten.

Racodiscula. Zitt. Taf. I. Fig. 8.

Syn. *Corallistes p. p.* Sdt.; ?*Dactylocalycites* Cart.

Keulenförmig, knollig, cylindrisch oder becherförmig. Skelet aus unregelmässig vierstrahligen Körperchen gebildet, deren Arme an den Enden stark verästelt sind. Oberfläche mit kurzgestielten lappigen Kieselscheiben bedeckt.

Recent und in der Kreide.

- 1) *Racodiscula asteroides*. Cart. sp. Ann. Mag. 1873. vol. XII. S. 441.
(*Corallistes polydiscus. p. p.* Sdt. (non Bocage) Atl. Spong. 3. 8. 9. Florida.)
- 2) *Racodiscula* nsp. Taf. I. Fig. 8. Philippinen (vgl. Cart. Ann. Mag. 1876. S. 464.)
- ?3) *Dactylocalycites Vicaryi*. Cart. Ann. Mag. 1871. vol. VII. pl. VII. 1. 2. 6. Cenoman. Haldon.

Discodermia. Bocage. Taf. I. Fig. 7.

(1869. Journ. des sc. math. phys. et nat. Lisbonne No. IV. pl. XI. fig. 1.)

Becherförmig. Skeletkörperchen vierstrahlig mit stark verästelten Enden. Beide Oberflächen mit ganzrandigen (oder vielzackigen), sehr kurz gestielten Kieselscheiben bedeckt.

Recent und in der Kreide.

- 1) *Discodermia polydiscus*. Boc. l. c. und Bowbk. Proceed. zool. Soc. 1869. S. 96. pl. VI. fig. 10—14. Recent Portugal, Cuba, Florida.
- ?2) *Dactylocalycites callodiscus*. Cart. Ann. Mag. nat. hist. 1871, vol. VII. pl. IX. fig. 40—42. Cenoman. Haldon.
- ?3) *Dactylocalyx* ähnliche Scheiben. Zitt. Coelopt. 5. 32—35. Senon. Haldem, Vordorf.

Kaliapsis. *Bowlk.* Taf. I. Fig. 12.(1869. *Proceed. zool. Soc.* S. 338 pl. 25. fig. 25.)

Incrustirend, dünn, ohne Oscula und Poren. Skelet aus glattarmigen Vierstrahlern bestehend, deren Enden feinverzweigt und filigranartig gezackt sind. Bei den Skeletkörperchen der Basis ist der nach unten gerichtete Arm nicht verästelt, sondern conisch zugespitzt. Oberfläche von vielzackigen oder ganzrandigen, im Centrum gekörneltten Kieselscheiben mit kurzem Stiel bedeckt.

*Recent.*1) *Kaliapsis cidaris. Bowlk.* l. c. Süd-See.

Ragadinia Zitt. Taf. X. Fig. 4.

(ἀγάς, Ριζ.)

Syn. Cupulospongia p. p. Roem.

Schw. ohrförmig, plattig oder schüsselförmig, seitlich mit kurzem Stiel festgewachsen, Wand dick, Rand abgerundet. Beide Oberflächen mit vielfach anastomosirenden rissigen Furchen, die entweder eine undeutlich radiale Anordnung erkennen lassen oder einen ganz unregelmässigen Verlauf besitzen, sich in verschiedenster Richtung durchkreuzen und zuweilen undeutlich sternförmige Figuren bilden.

Von diesen Furchen dringen Canäle in gerader oder schräger Richtung in die Wand ein.

Die 4 Arme der Skeletkörperchen sind in zwei oder mehr ziemlich lange warzige Aeste vergabelt, deren Enden wieder mehrfach gezackt sind. Ein Theil der vierstrahligen Körperchen ist ziemlich gleichmässig mit rundlichen, warzigen Höckern besetzt, während bei andern die 4 Hauptstämme in der Nähe des Centrums entweder glatt oder nur mit spärlichen Höckern versehen sind.

Ausser den eigentlichen Skeletelementen befindet sich auf der Oberfläche eine vollständige Deckschicht aus glatten, grösseren und kleineren eigenthümlich geformten Kieselkörpern. Die grösseren besitzen einen stachelförmigen Schaft von dessen verdicktem Ende drei breite, horizontale, in zwei, drei oder mehr, tief zerschlitzte Lappen getheilte Arme ausgehen. Im Centrum dieser gestielten lappigen Scheiben, welche den Oberflächenscheiben von *Racodiscula* zum Verwechseln ähnlich sehen, befindet sich ein kleines vierstrahliges Axenkreuz.

Die lappigen Kieselscheiben werden mit einander verbunden durch ein Netzwerk von kleinen glattarmigen, aber mit grossen Zacken besetzten, unregelmässig geformten Kieselkörperchen

Es ist bis jetzt erst eine einzige Art dieser interessanten Gattung beschrieben, welche Roemer *Cupulospongia rimosa* (*Spongit.* S. 51. t. 17. Fig. 8) nannte. Die zahlreichen aus der oberen Kreide von Ahlten stammenden Exemplare, welche mir zur Untersuchung vorliegen, dürften sich indess in 2—3 verschiedenen Arten vertheilen. Einzelne Stücke erreichen eine Breite von 130—150 mm. bei einer Dicke der Wand von 30 mm.

Plinthosella. Zitt. Taf. II. Fig. 10 u. Taf. X. Fig. 5.

(πλίθιος Ziegel.)

Syn. ?*Achilleum* und *Amorphospongia* p. p. Roem.

Schw. kugelig oder unregelmässig knollig, frei oder mit kurzem Stiel festgewachsen, ohne Centralhöhle. Oberfläche mit ganz unregelmässig vertheilten Furchen und zerstreuten Oeffnungen versehen, welche mit mehr oder weniger tiefen, gebogenen Canälen in Verbindung stehen.

Der ganze Schwammkörper ist aus einem lockeren, groben Geflecht zusammenhängender vierstrahliger Skeletkörper von ansehnlicher Grösse zusammengesetzt. Dieselben sind überall mit warzenartigen, rundlichen Knorren versehen und an den Enden gar nicht oder nur sehr schwach verästelt. Die einzelnen Skeletkörperchen sind zwar nicht verwachsen, allein sie legen sich mit ihren Enden so dicht aneinander an, dass sie beinahe ein Gewebe von anastomosirenden Fasern bilden.

Die Oberfläche wird von einer dicken Schicht grosser, ziegelartig übereinander liegender, schuppiger Kieselplatten von ganz unregelmässiger Gestalt bedeckt; dieselben sind bald rundlich, bald polygonal, zuweilen verlängert und fast einer breiten Stabnadel ähnlich; wieder andere sind lappig oder gar mit langen Fortsätzen besetzt. Ihre Oberfläche zeigt eine rauhe, grubige Beschaffenheit. Axencanäle scheinen darin nicht vorhanden zu sein.

Nur in der Kreide.

1) *Plinthosella squamosa*. Zitt. Taf. II. Fig. 10. Taf. X. Fig. 5.(?*Achilleum deforme*. Roem. Kr. S. 2.)

5—25 mm. grosse kugelige Körper. Das Skelet unter der Schuppendecke ist von Furchen durchzogen und mit rundlichen Ostien versehen.

Quadratenkreide von Ahlten und Linden in Hannover.

Spongodiscus. Zitt. Taf. II. Fig. 9. Taf. X. Fig. 6.Syn. *Turonia* p. p. Court.; *Lithosia* p. p. Pomel.

Schw. scheiben-, linsen-förmig oder halbkugelig, mit rundlichem oder rundlich sechsseitigem Umfang. Rand zugeschärft. Eine Oberfläche (seltener beide) schwach gewölbt, die andere eben und mit radialstrahligen Rippen bedeckt. Das Skelet besteht aus grossen, überall mit rundlichen Wärzchen besetzten vierstrahligen Lithistidenkörpern, bei denen die Enden der 4 Arme nicht verästelt sondern nur etwas verdickt oder höchstens ganz schwach gegabelt sind. Sie legen sich unmittelbar an die Enden benachbarter Skeletkörper an; dadurch entsteht ein ziemlich weitmaschiges, anastomosirendes Skelet, in welchem das Wasser ungehemmt circuliren konnte. Es fehlt darum auch ein besonderes Canalsystem. Von isolirten Kieselgebilden kommen grosse Stabnadeln vor.

Ich kenne 2 Arten aus der oberen Kreide:

- 1) *Spongodiscus radiatus*. *Zitt.* Taf. II. Fig. 9^{a, b}. Taf. X. Fig. 6.
(*Turonia radiata* *Court. Ep. foss. t. 40. Fig. 9. 10.*)

Scheibenförmig, Oberseite mit radialen Rippen und Furchen; Unterseite schwach gewölbt, glatt. Häufig in Feuersteinkugeln der Umgegend von Rouen und der Touraine. Orig. Ex. im Museum von Genf.

- 2) *Turonia mammillata*. *Court.* ib. pl. 40. Fig. 7. 8. Touraine.

D r u c k f e h l e r .

Seite 13 Zeile 12 v. o. fällt das Wort *Inostelia* aus.

"	13	"	13	v. u.	statt	Pachynion	ist zu lesen	Pachinion.
"	29	"	2	v. o.	"	Oberflächenschichte	" " "	Oberflächenschicht.
"	40	"	22	v. o.	"	Aulopium	" " "	Aulocopium.
"	42	"	12	v. u.	"	Pachynion	" " "	Pachinion.
"	42	"	13	v. u.	"	Isoraphina	" " "	Isoraphinia.
"	86	"	12	v. u.	"	Fig. 2	" " "	Fig. 3.

Tafel I.

Lithistiden der Jetztzeit.

I. Rhizomorina.

- Fig. 1. *Corallistes microtuberculatus*. *Sdt.* von Cap Verde (Original Exemplar von Herrn Professor Dr. O. Schmidt).
- Oberflächenschicht aus Gabel-Ankern gebildet.
 - Mehrere Gabel-Anker aus der Oberflächenschicht.
 - Skeletkörperchen aus der Mitte der Wand.
- Fig. 2. *Corallistes nolitangere*. *Sdt.* von Florida.
- Original Exemplar von Prof. O. Schmidt in natürlicher Grösse.
 - Ein Gabel-Anker.
 - Ein Stück vom Skelet der Wand.
 - Ein einzelnes Skeletkörperchen mit Axencanal.
 - Stück eines Skeletkörperchens sehr stark vergrössert, um die scheinbare Zusammensetzung des Axencanals aus vielen Röhren zu zeigen.
 - Ein glattes Skeletkörperchen aus der Wand.
- Fig. 3. *Mac Andrewia clavatella*. *Sdt.* sp. von Florida.
- Original Exemplar von Prof. O. Schmidt in natürlicher Grösse.
 - Mehrere Skeletkörperchen aus dem Innern des Schwammkörpers.
 - Oberflächenschicht mit filigranartig gezackten Gabel-Scheibchen und Fleischnadeln.
- Fig. 4. *Pomelia Schmidti*. *Zitt.* aus Florida.
- Original Exemplar von Prof. O. Schmidt in natürlicher Grösse.
 - Oberfläche des Schwammkörpers.
 - Skelet im Innern des Schwammkörpers.
 - Zwei isolirte Skeletelemente.
- Fig. 5. *Leiodermatium lynceus*. *Sdt.* aus Portugal.
Eine Parthie des Skeletes im Innern der Wand vom Original Exemplar im Besitze des Herrn Prof. Dr. O. Schmidt in Strassburg.
- Fig. 6. *Azorica Pfeifferae*. *Cart.* von Madeira.
Eine Parthie des Skeletes, nach einem von Herrn H. Carter mitgetheilten Fragment.
- Fig. 11. *Arabescula parasitica*. *Cart.* von den Seychellen.
- Eine Parthie des Skeletes von der Unterseite.
 - Ein Skeletkörperchen von oben gesehen mit Axencanal.
Nach einem von Herrn H. Carter mitgetheilten Präparat.

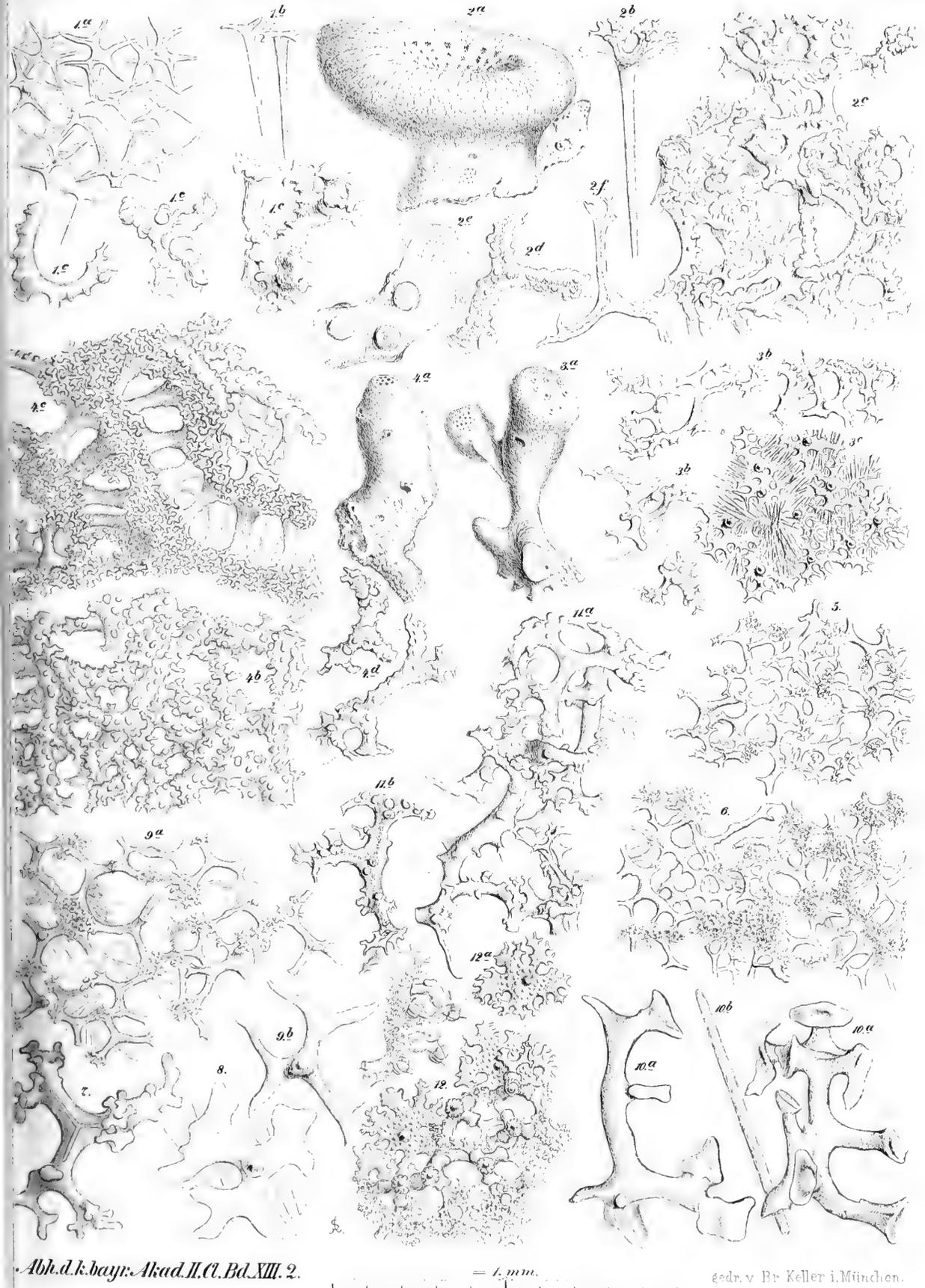
II. Tetracladina.

- Fig. 7. *Discodermia polydiscus*. *Bocage*. St. Vincent.
Ein Skeletkörperchen aus dem Innern der Wand, deutlich vierstrahlig mit Axencanal.
- Fig. 8. *Racodiscula* nsp. von den Philippinen.
Oberflächenkörperchen mit lappigen Armen nebst einigen Fleisch-Nadeln. (Nach einem von Herrn H. Carter mitgetheilten Fragment.)
- Fig. 9^a. *Theonella ferruginea*. *Haeck*. Patria?
Inneres Skelet.
- Fig. 9^b. *Theonella Pratti*. *Bowb.* sp.
Ein Oberflächen-Anker mit gebogenen Gabel-Armen.
- Fig. 12. *Kaliapsis cidaris*. *Bowbk.* aus der Süd-See.
Ein Stück des parasitischen Schwammkörpers von unten gesehen. Die conisch-zugespitzten einfachen Arme der Vierstrahler der untersten Skeletschicht sind in der Zeichnung unten rechts nach oben, in der oben links nach der Seite gerichtet. Darüber liegen die gezackten Kieselscheibchen der Deckschicht. In Fig. 12^a ist ein solches Scheibchen isolirt gezeichnet.

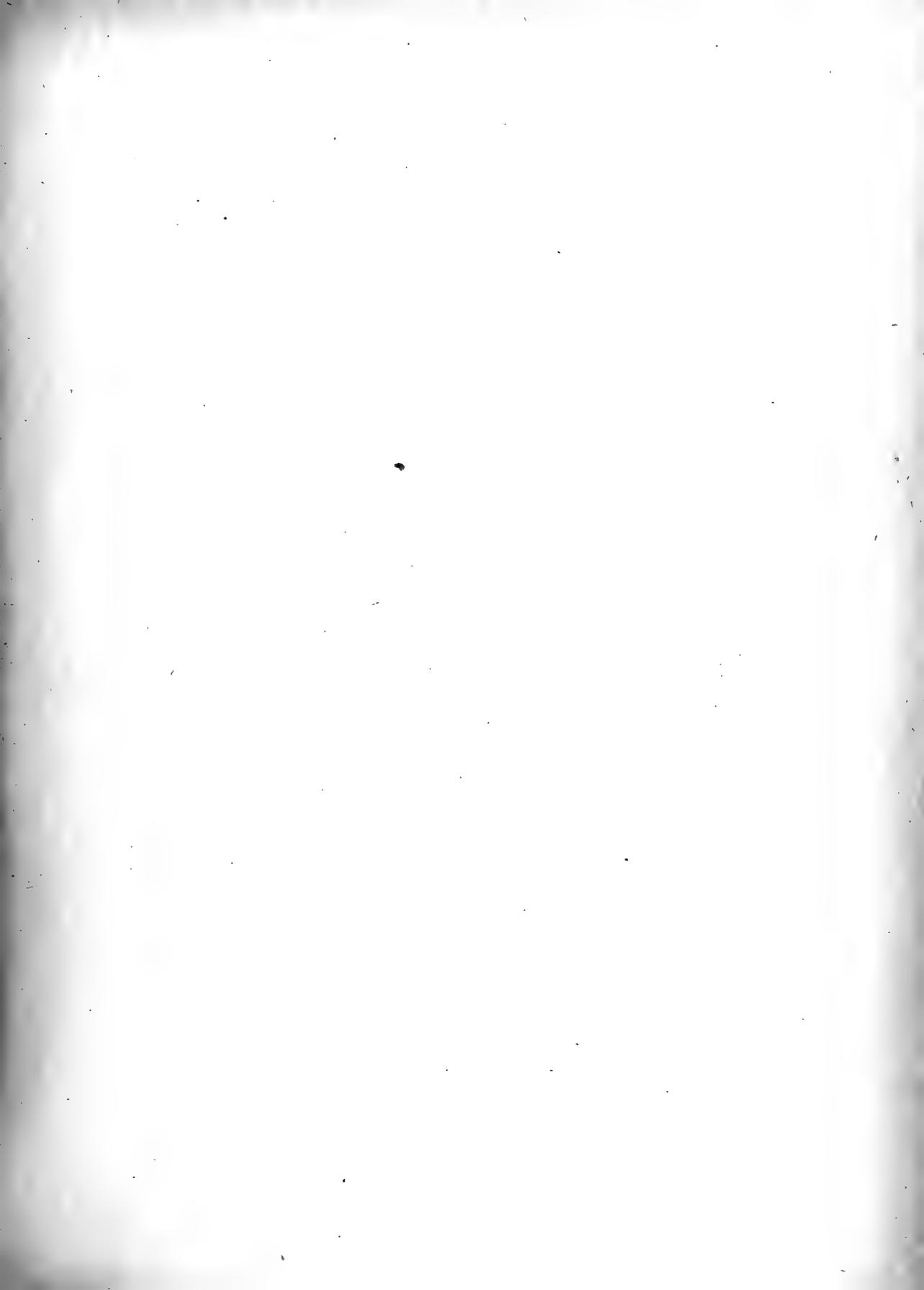
III. Megamorina.

- Fig. 10. *Lyidium torquilla*. *Silt.* von Cuba.
a. Zwei Skeletelemente.
b. Eine Stabnadel der Oberfläche.
Nach dem Orig. Exemplar im Besitze des Herrn Professor O. Schmidt.

(Sämmtliche Abbildungen sind, mit Ausnahme der Figuren 2^{a u. c}, 3^a und 4^a von Herrn Conrad Schwager in 64facher Vergrößerung durch die Camera lucida gezeichnet und auf Stein gravirt. Der unten beigefügte Maassstab [= 1 Millimeter nat. Gr.] gibt die Vergrößerung genau an.)



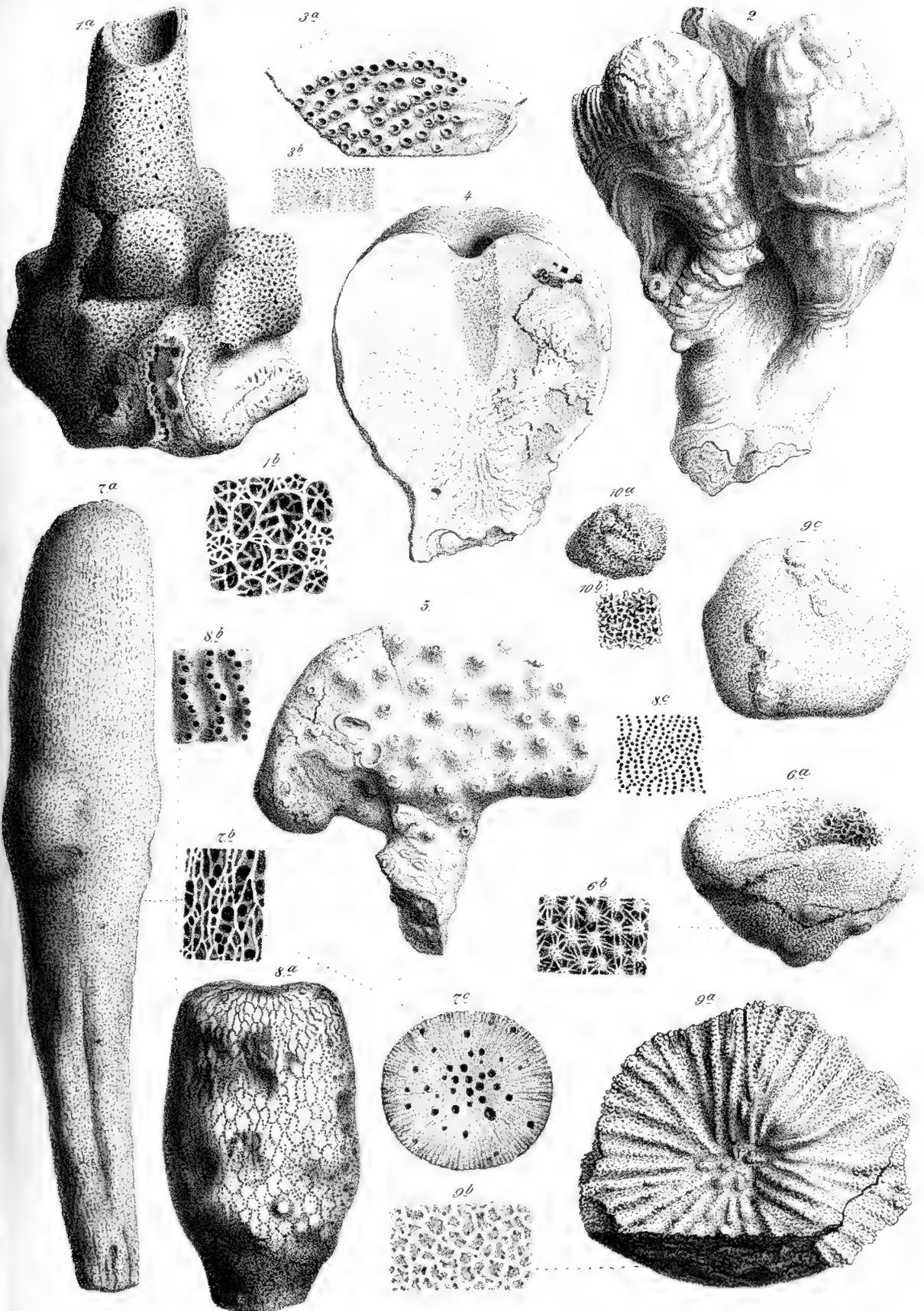




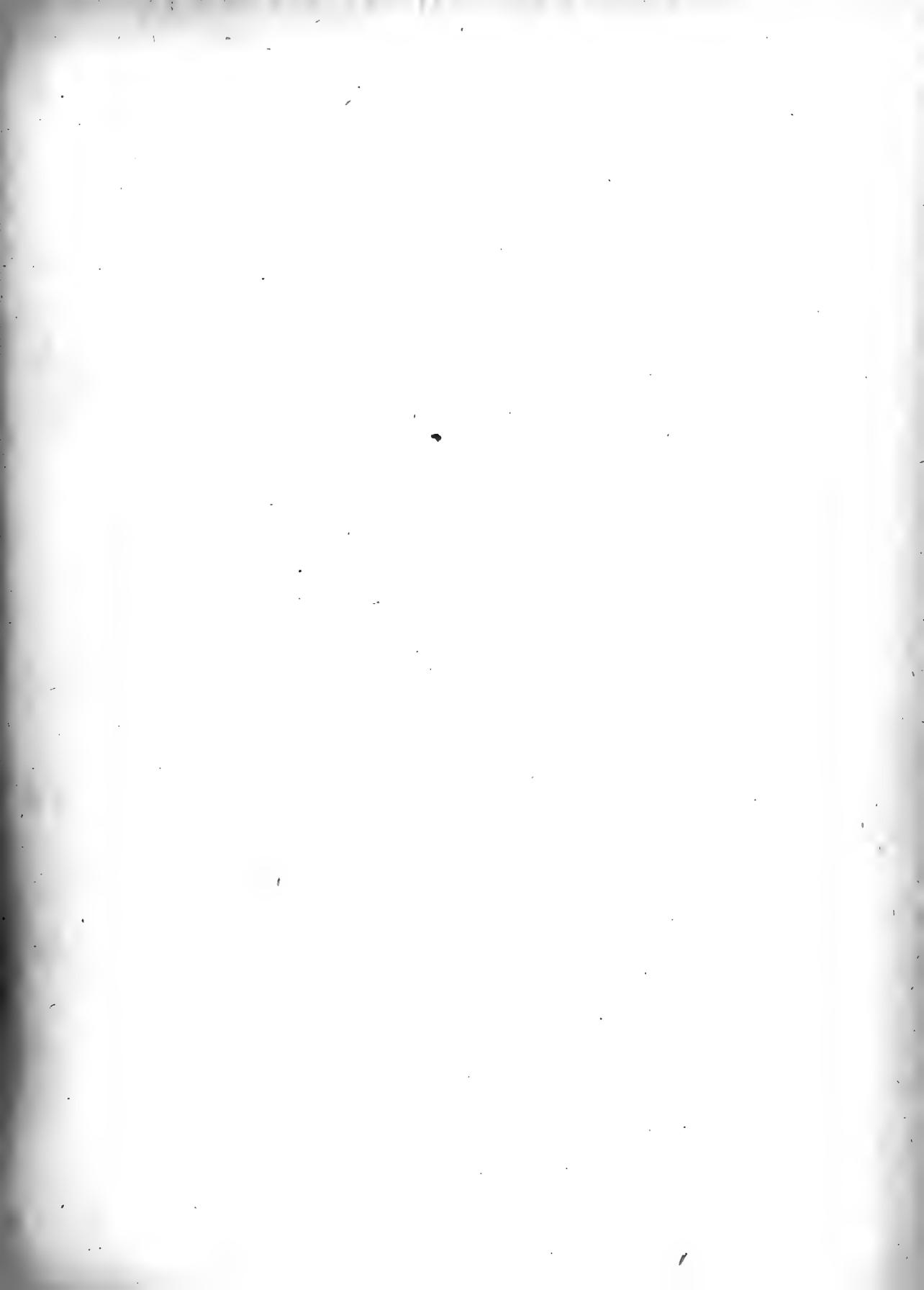
Tafel II.

Fossile Lithistiden.

- Fig. 1^a *Phymatella bulbosa*. *Zitt.* aus der Mucronaten-Kreide von Ahlten in Hannover, gesammelt von Herrn Dr. Steinmann. Orig. Ex. im paläontologischen Museum von München.
- Fig. 1^b. Ein Stück der Oberfläche etwas vergrössert.
- Fig. 2. *Calymmatina rimosa*. *Zitt.* aus der Senon-Kreide von La Renaudière bei Vierzon. Touraine.
- Fig. 3. *Epistomella clivosa*. *Quenst.* sp. Aus dem oberen Jura (♄) von Sozenhausen bei Günzburg. 3^a von oben; 3^b eine Parthie der Unterseite.
- Fig. 4. *Coelocorypha subglobosa*. *Zitt.* aus der Quadraten-Kreide des Sutmerbergs bei Goslar.
Verticaler Durchschnitt in der Medianebene.
- Fig. 5. *Leiodorella expansa*. *Zitt.* aus den Schichten mit *Am. transversarius* von Wodna bei Krakau.
- Fig. 6. *Callopegma acaule*. *Zitt.* aus der Mucronaten-Kreide von Ahlten, Hannover.
a. Exemplar in natürlicher Grösse aus dem geologisch-paläontologischen Museum der Universität Göttingen.
b. Ein Stück Oberfläche der Aussenseite etwas vergrössert.
- Fig. 7. *Carterella cylindrica*. *Zitt.* aus dem Cenoman-Grünsand von Kelheim bei Regensburg.
- Fig. 7^b. Ein Stück Oberfläche etwas vergrössert.
- Fig. 8. *Cnemidiastrum Hoheneggeri*. *Zitt.* aus den Schichten des *Ammonites transversarius* von Wodna bei Krakau.
- Fig. 8^b. Ein Stück Oberfläche mit den Mündungen der Radialcanäle etwas vergrössert.
- Fig. 8^c. *Cnemidiastrum tuberosum*. *Mstr.* sp. Oberfläche von der Wand der Centralhöhle mit *Osculis* der Radialcanäle. Natürliche Grösse.
- Fig. 9. *Spongodiscus radiatus*. *Zitt.* aus der Senonkreide von Evreux bei Rouen.
9^a Oberseite. 9^b Skelet schwach vergrössert. 9^c Unterseite eines kleineren Exemplars.
-





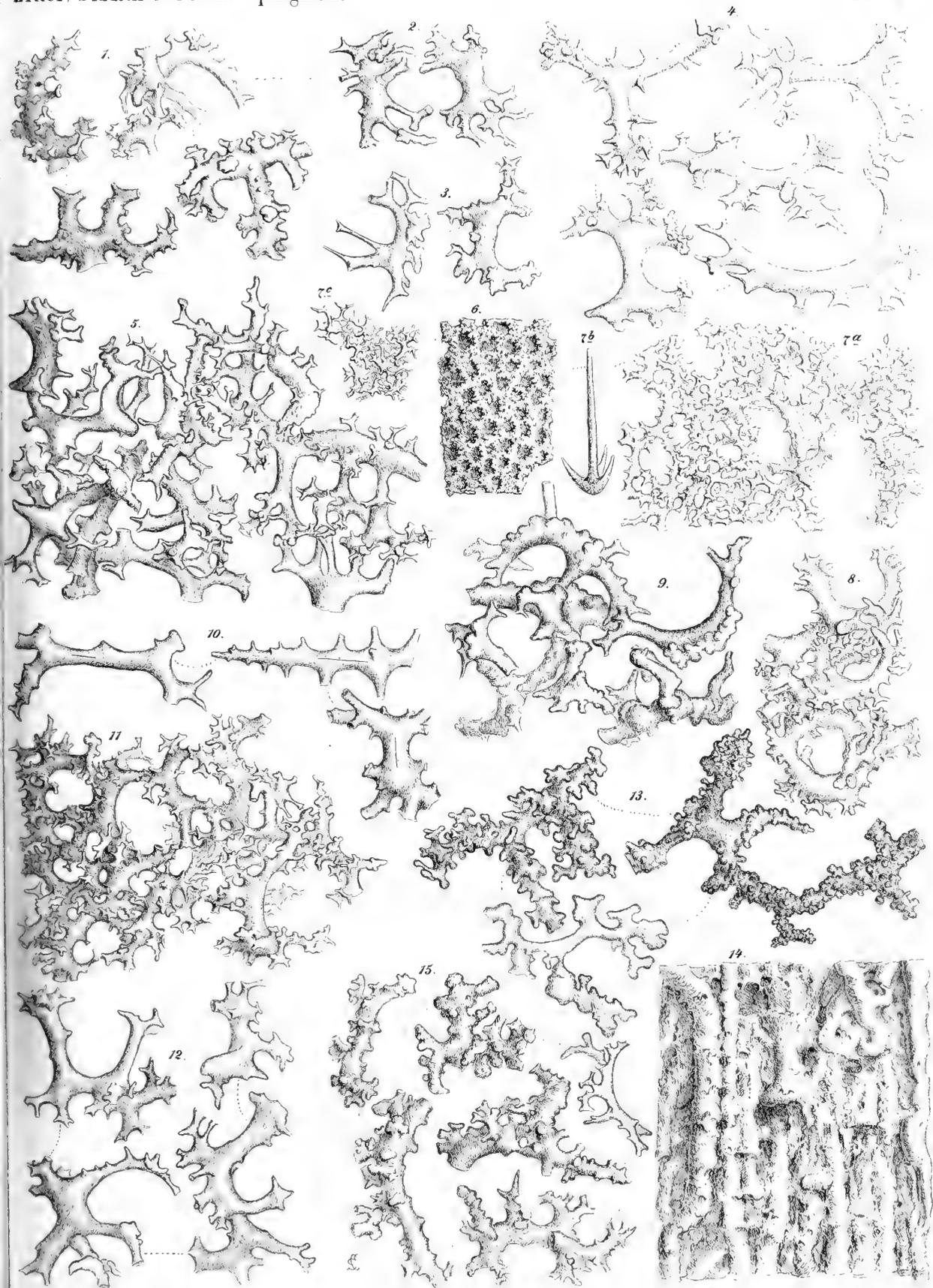


Tafel III.

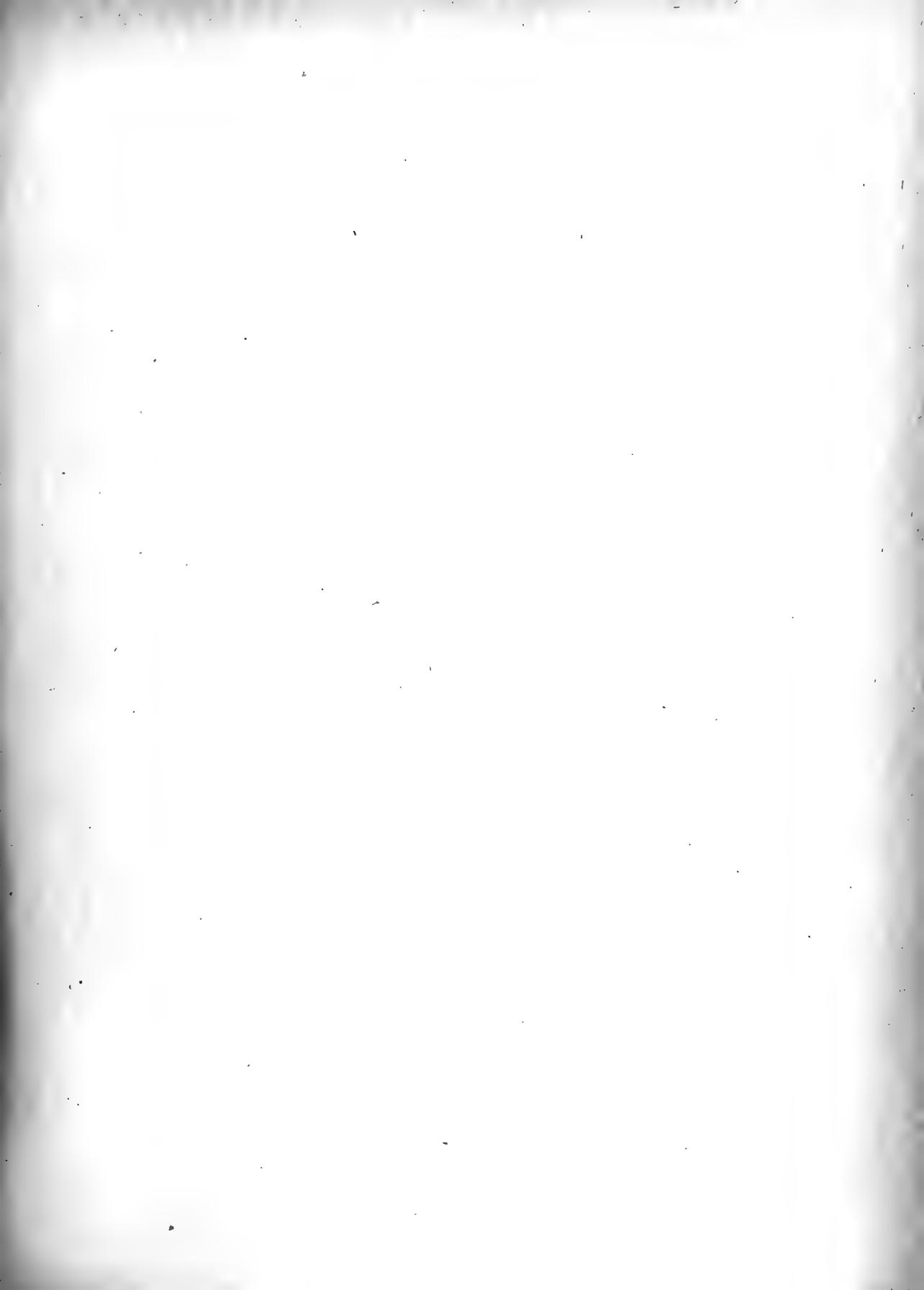
Rhizomorina.

- Fig. 1. 2. *Cnemidiastrum stellatum*. *Goldf.* sp. Verschiedene Skeletkörperchen aus dem weissen Jura (β) von Streitberg in Franken.
- Fig. 3. *Cnemidiastrum rimulosum*. *Goldf.* sp. Ebendaher. Skeletkörperchen.
- Fig. 4. *Hyalotragos patella*. *Goldf.* sp. Isolirte Skeletkörperchen aus dem weissen Jura von Streitberg.
- Fig. 5. *Hyalotragos rugosum*. *Mst.* sp. Ebendaher. Ein Stück des Skeletes im Zusammenhang.
- Fig. 6. *Chonella tenuis*. *Roem.* sp. aus der Quadraten-Kreide von Linden, Hannover. Ein Stück Oberfläche der Innenseite schwach vergrössert.
- Fig. 7^a. *Chonella tenuis*. *Roem.* sp. Ein Stück des Skeletes der Oberfläche im Zusammenhang.
- Fig. 7^b. Anker mit drei Zinken. 7^c. Kleinere Skeletelemente aus der Nähe der Oberfläche.
- Fig. 8. *Platychnonia vagans*. *Quenst.* sp. aus dem unteren weissen Jura von Streitberg in Franken.
- Fig. 9. *Platychnonia auriformis*. *Quenst.* sp. Ebendaher.
- Fig. 10. *Platychnonia Schlotheimi*. *Mstr.* sp. aus dem oberen weissen Jura (ζ) von Sozenhausen bei Ulm.
- Fig. 11. *Leiodorella expansa*. *Zitt.* aus den Schichten des *Am. transversarius* von Wodna bei Krakau.
- Fig. 12. *Epistomella clivosa*. *Quenst.* sp. aus dem oberen weissen Jura (ζ) von Sozenhausen.
- Fig. 13. *Chenendopora fungiformis*. *Lamx.* Aus der Senonkreide von Châtelerault, Touraine. Skeletkörperchen aus der Wand des Bechers.
- Fig. 14. *Chenendopora fungiformis*. *Lamx.* aus der Senonkreide von Evreux bei Rouen.
Skeletelemente aus dem Stiel.
- Fig. 15. *Amphithelion macrommata*. *Roem.* sp. aus der Mucronaten-Kreide von Ahlten in Hannover. Verschiedene Skeletkörperchen.

(Sämtliche Figuren sind mittelst Camera lucida in 64 facher Vergrösserung von Herrn Conrad Schwager gezeichnet und auf Stein gravirt).





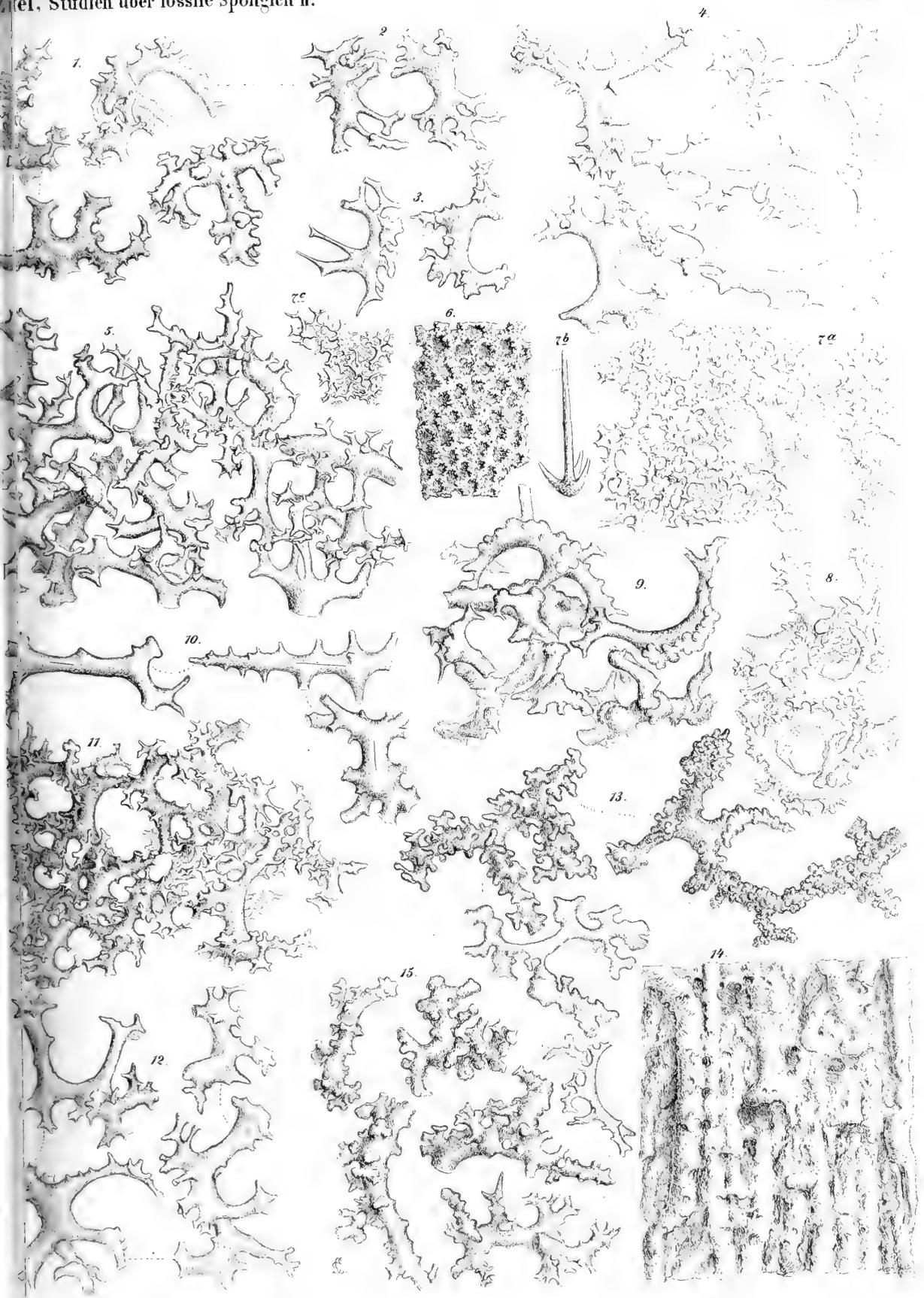


Tafel III.

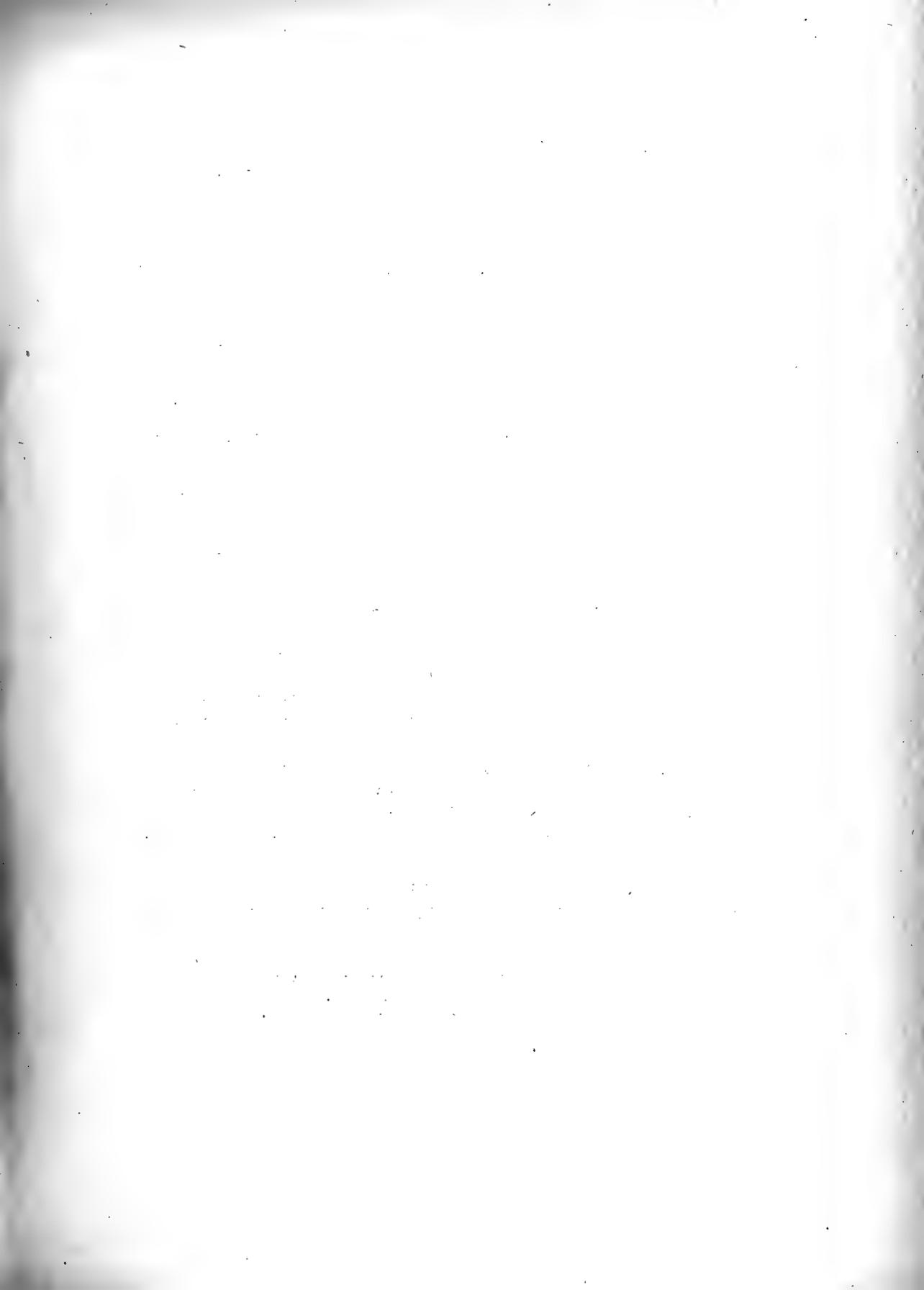
Rhizomorina.

- Fig. 1. 2. *Cnemidiastrum stellatum*. *Goldf.* sp. Verschiedene Skeletkörperchen aus dem weissen Jura (β) von Streitberg in Franken.
- Fig. 3. *Cnemidiastrum rimulosum*. *Goldf.* sp. Ebendaher. Skeletkörperchen.
- Fig. 4. *Hyalotragos patella*. *Goldf.* sp. Isolirte Skeletkörperchen aus dem weissen Jura von Streitberg.
- Fig. 5. *Hyalotragos rugosum*. *Mst.* sp. Ebendaher. Ein Stück des Skeletes im Zusammenhang.
- Fig. 6. *Chonella tenuis*. *Roem.* sp. aus der Quadraten-Kreide von Linden, Hannover. Ein Stück Oberfläche der Innenseite schwach vergrössert.
- Fig. 7^a. *Chonella tenuis*. *Roem.* sp. Ein Stück des Skeletes der Oberfläche im Zusammenhang.
- Fig. 7^b. Anker mit drei Zinken. 7^c. Kleinere Skeletelemente aus der Nähe der Oberfläche.
- Fig. 8. *Platychonia vagans*. *Quenst.* sp. aus dem unteren weissen Jura von Streitberg in Franken.
- Fig. 9. *Platychonia auriformis*. *Quenst.* sp. Ebendaher.
- Fig. 10. *Platychonia Schlotheimi*. *Mstr.* sp. aus dem oberen weissen Jura (ζ) von Sozenhausen bei Ulm.
- Fig. 11. *Leiodorella expansa*. *Zitt.* aus den Schichten des *Am. transversarius* von Wodna bei Krakau.
- Fig. 12. *Epistomella clivosa*. *Quenst.* sp. aus dem oberen weissen Jura (ζ) von Sozenhausen.
- Fig. 13. *Chenendopora fungiformis*. *Lamx.* Aus der Senonkreide von Chatellerault, Touraine. Skeletkörperchen aus der Wand des Bechers.
- Fig. 14. *Chenendopora fungiformis*. *Lamx.* aus der Senonkreide von Evreux bei Rouen.
Skeletelemente aus dem Stiel.
- Fig. 15. *Amphithelion macrommata*. *Roem.* sp. aus der Mucronaten-Kreide von Ahlten in Hannover. Verschiedene Skeletkörperchen.

(Sämmtliche Figuren sind mittelst Camera lucida in 64facher Vergrösserung von Herrn Conrad Schwager gezeichnet und auf Stein gravirt).





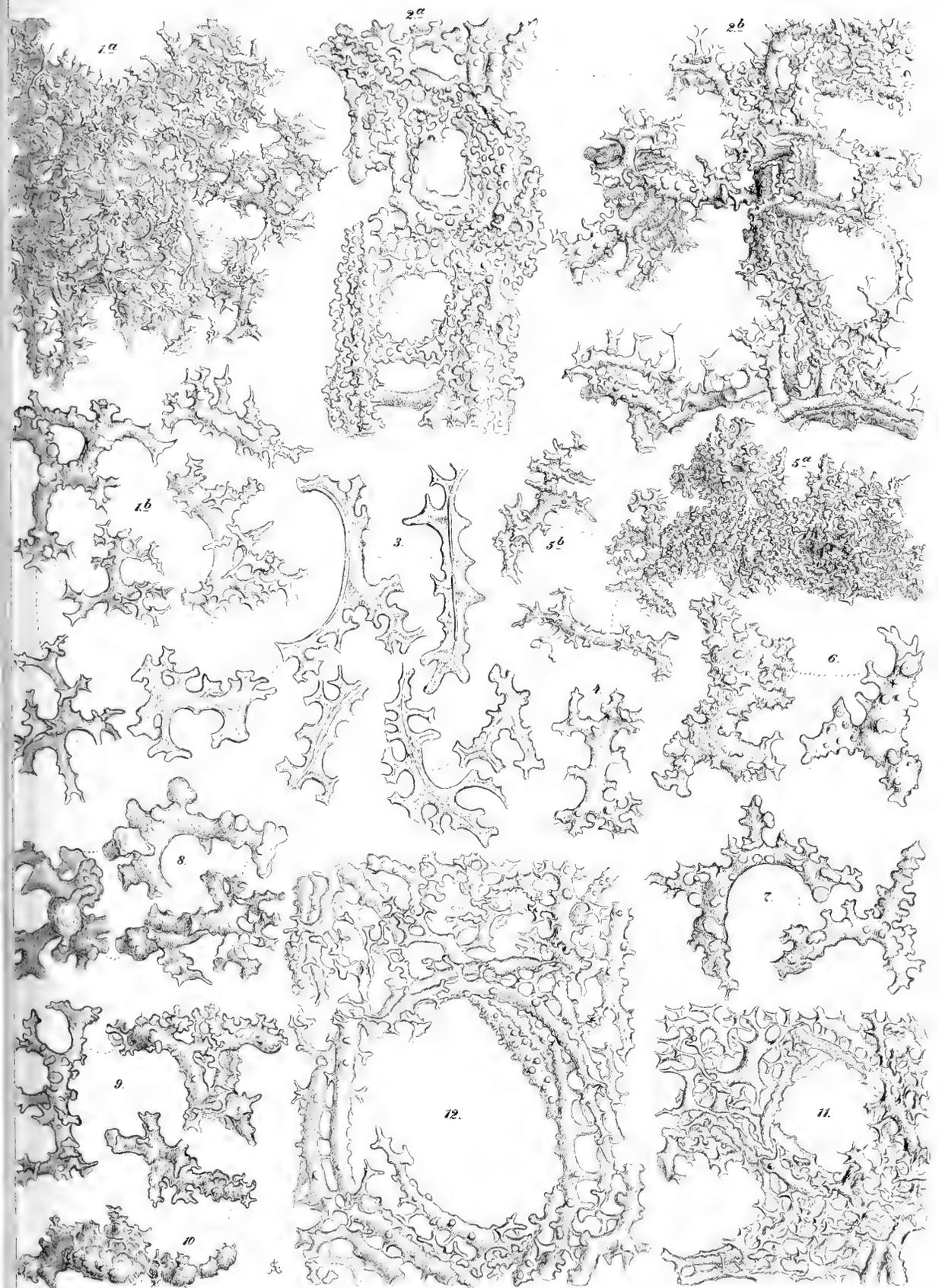


Tafel IV.

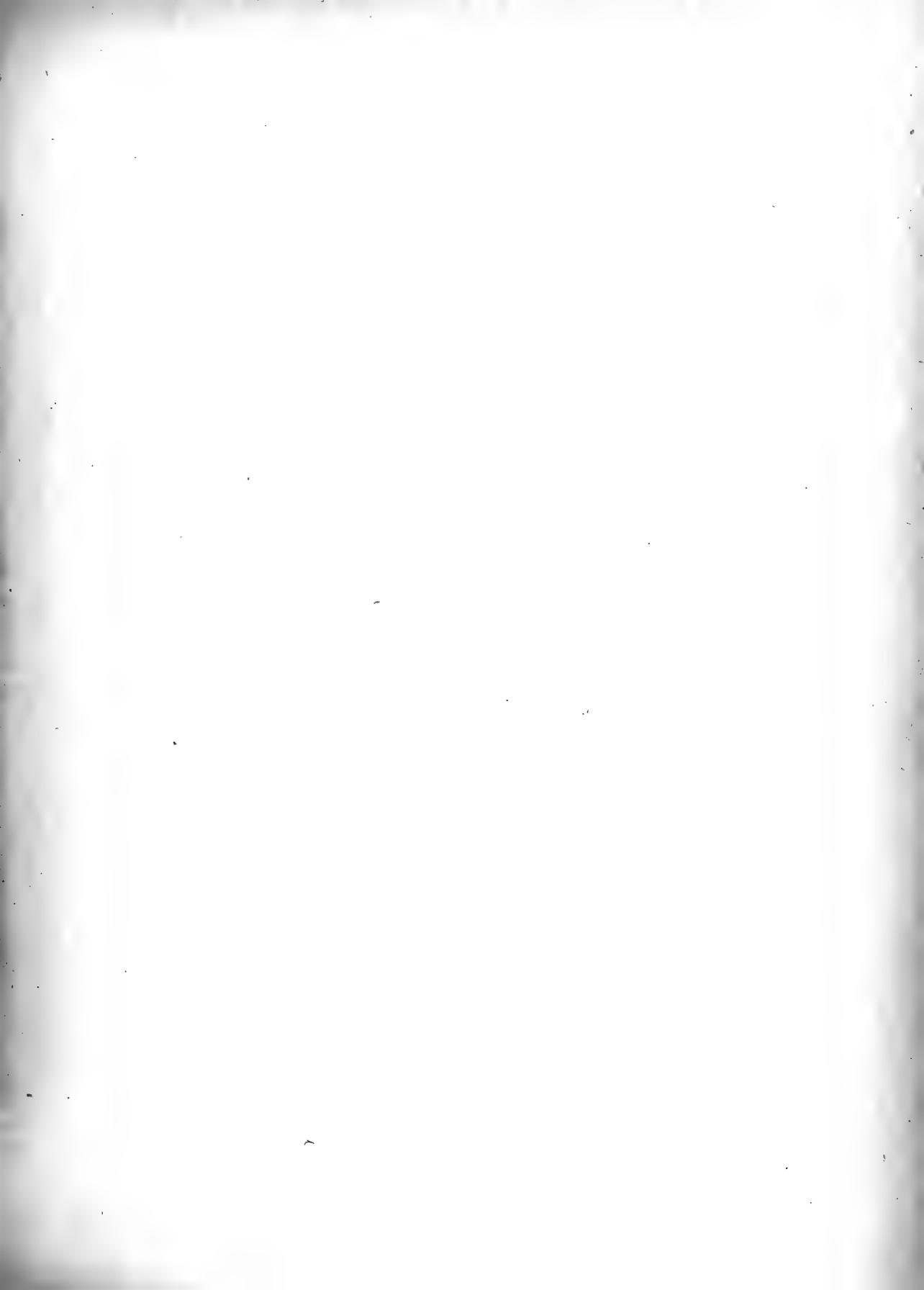
Rhizomorina.

- Fig. 1. *Verruculina seriatopora*. Roem. sp. aus der Mucronaten-Kreide von Ahlten. Hannover.
a. Oberfläche mit Osculis. b. Skeletkörperchen aus der Wand.
- Fig. 2. *Seliscotho explanatum*. Roem. sp. Ebendaher
a. Zwei Verticallamellen der Wand; dazwischen die Radialcanäle, welche durch Querbrücken von einander geschieden sind.
b. Oberfläche mit Osculis.
- Fig. 3. *Seliscotho Mantelli*. Goldf. sp. aus der Quadraten-Kreide von Coesfeld. Westfalen.
Mehrere Skeletkörperchen im optischen Querschnitt mit deutlich sichtbaren Axen-Canälen.
- Fig. 4. *Seliscotho marginatum*. Roem. sp. aus der Quadraten-Kreide vom Sutmerberg.
Ein Skeletkörperchen aus der Wand.
- Fig. 5. *Stichophyma turbinata*. Roem. sp. Ebendaher.
a. Oberfläche. b. Zwei Skeletkörperchen.
- Fig. 6. *Stichophyma sparsa*. Reuss. aus dem Cenoman-Pläner von Schillinge bei Bilin.
Zwei Skeletkörperchen.
- Fig. 7. *Seliscotho giganteum*. Roem. sp. aus der Quadraten-Kreide des Sutmerbergs bei Goslar.
Zwei isolirte Skeletkörperchen.
- Fig. 8. *Bolidium palmatum*. Roem. sp. aus der Quadraten-Kreide des Sutmerbergs.
Drei Skeletkörperchen von Römer's Original Exemplar der *Amorphospongia palmata*.
- Fig. 9. *Coelocorypha subglobosa*. Zitt. aus der Quadraten-Kreide des Sutmerbergs.
- Fig. 10. *Coelocorypha socialis*. Roem. sp. Ebendaher. Zwei Skeletkörperchen von Römer's Original Exemplar der *Siphonia socialis*.
- Fig. 11. *Jereica polystoma*. Roem. sp. aus der Mucronaten-Kreide von Ahlten in Hannover. Oberfläche.
- Fig. 12. *Jereica polystoma*. Roem. sp. Ebendaher.
Eine Parthie des Skeletes aus dem Innern des Schwammkörpers mit dem Lumen eines Radial-Canals.

(Sämmtliche Abbildungen sind mittelst Camera lucida in 64 facher Vergrößerung von Herrn Conrad Schwager gezeichnet und auf Stein gravirt).







Tafel V.

Rhizomorina.

- Fig. 1. *Jereica punctata*. *Goldf.* sp. aus der Quadraten-Kreide des Sutmerbergs bei Goslar.
Eine Parthie vom Skelet.
- Fig. 2. *Pachinion scriptum*. *Roem.* sp. aus der Mucronaten-Kreide von Schwiechelt in Braunschweig.
a. Ein Stück des Skeletes aus dem Innern des Schwammkörpers in 25 facher Vergrößerung.
b. Mehrere isolirte Skeletkörperchen aus dem Innern der Wand.
c. Kleine glatte Skeletkörperchen von der Oberfläche.
d. Ein Gabel-Anker der Oberfläche von der Seite und von unten.
- Fig. 3. *Scytalia turbinata*. *Roem.* sp. aus der Mucronaten-Kreide von Ahlten
a. Ein Stück des Skeletes aus dem Innern des Schwammkörpers.
b. Ein isolirtes Skeletelement.
c—f. Anker und Stabnadeln.
Sämmtliche Präparate rühren von Römer's Orig. Exempl. der *Eudea turbinata* her.
- Fig. 4. *Scytalia radiciformis*. *Phil.* sp. aus der Mucronaten-Kreide von Ahlten.
a. Skelet an der Oberfläche b. Zwei Skeletkörperchen aus dem Innern der Wand.
- Fig. 5. *Stachyspongia spica*. *Roem.* sp. Aus dem Cenomanien von Neu-Wallmoden.
Ein isolirtes Skeletkörperchen aus dem Innern.

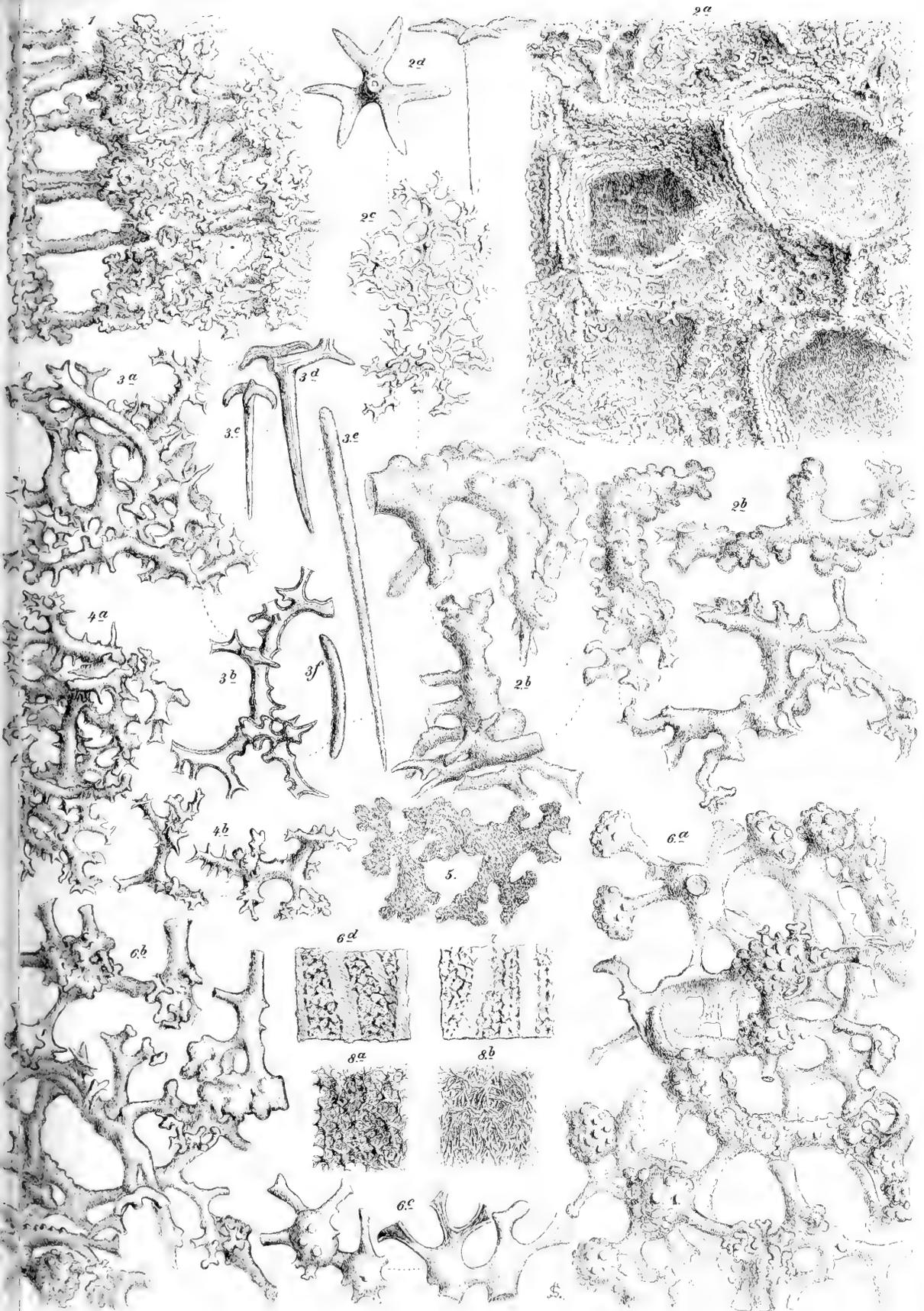
Anomocladina.

- Fig. 6. *Cylindrophyma milleporata*. *Goldf.* sp. aus dem oberen Jura (e) von Beuren, Gussenstadt und Sontheim.
a. Ein Stück des Skeletes im Zusammenhang aus der Nähe der Oberfläche; von Beuren.
b. Dessgleichen von einem Exemplar aus Gussenstadt.
c. Isolirte Skeletkörperchen mit theilweise abgebrochenen Enden.
d. Ansicht des Skeletes im Längsschnitt bei schwacher Lupenvergrößerung.
- Fig. 7. *Melonella radiata*. *Goldf.* sp. aus dem oberen weissen Jura von Hossingen.
Ansicht des Skeletes im Längsschnitt bei schwacher Lupenvergrößerung.

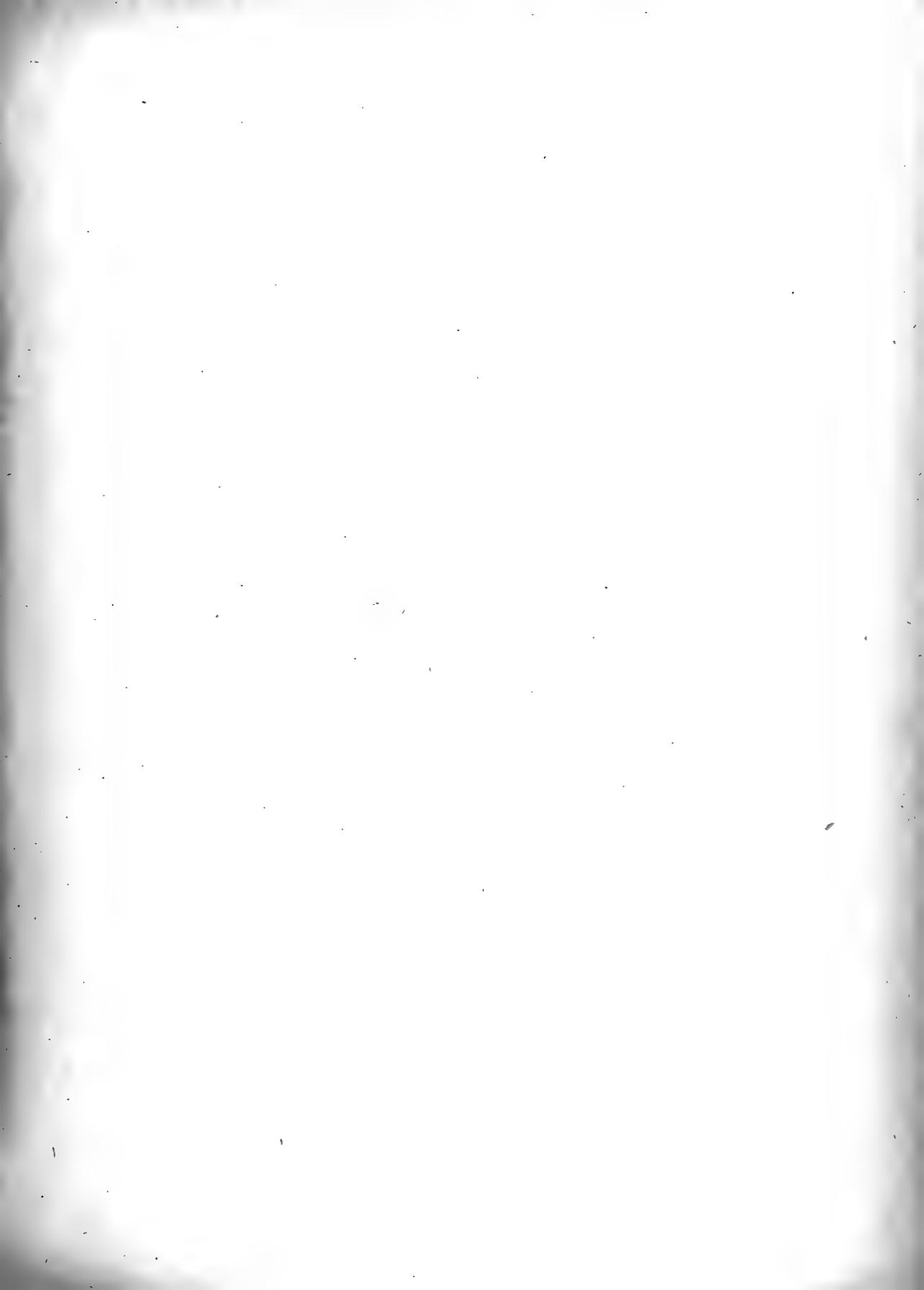
Tetracladina.

- Fig. 8. *Isoraphinia texta*. *Roem.* sp. aus dem Cuvieri Pläner von Döhrnten bei Salzgitter.
a. Ansicht des Skeletes bei schwacher Lupenvergrößerung.
b. Oberfläche bei derselben Vergrößerung.

(Mit Ausnahme von Fig. 2^a, 6^d, 7 und 8^{a u. b} sind alle übrigen Figuren mittelst Camera lucida in 64 facher Vergrößerung von Herrn Conrad Schwager gezeichnet und auf Stein gravirt.)







Tafel VI.

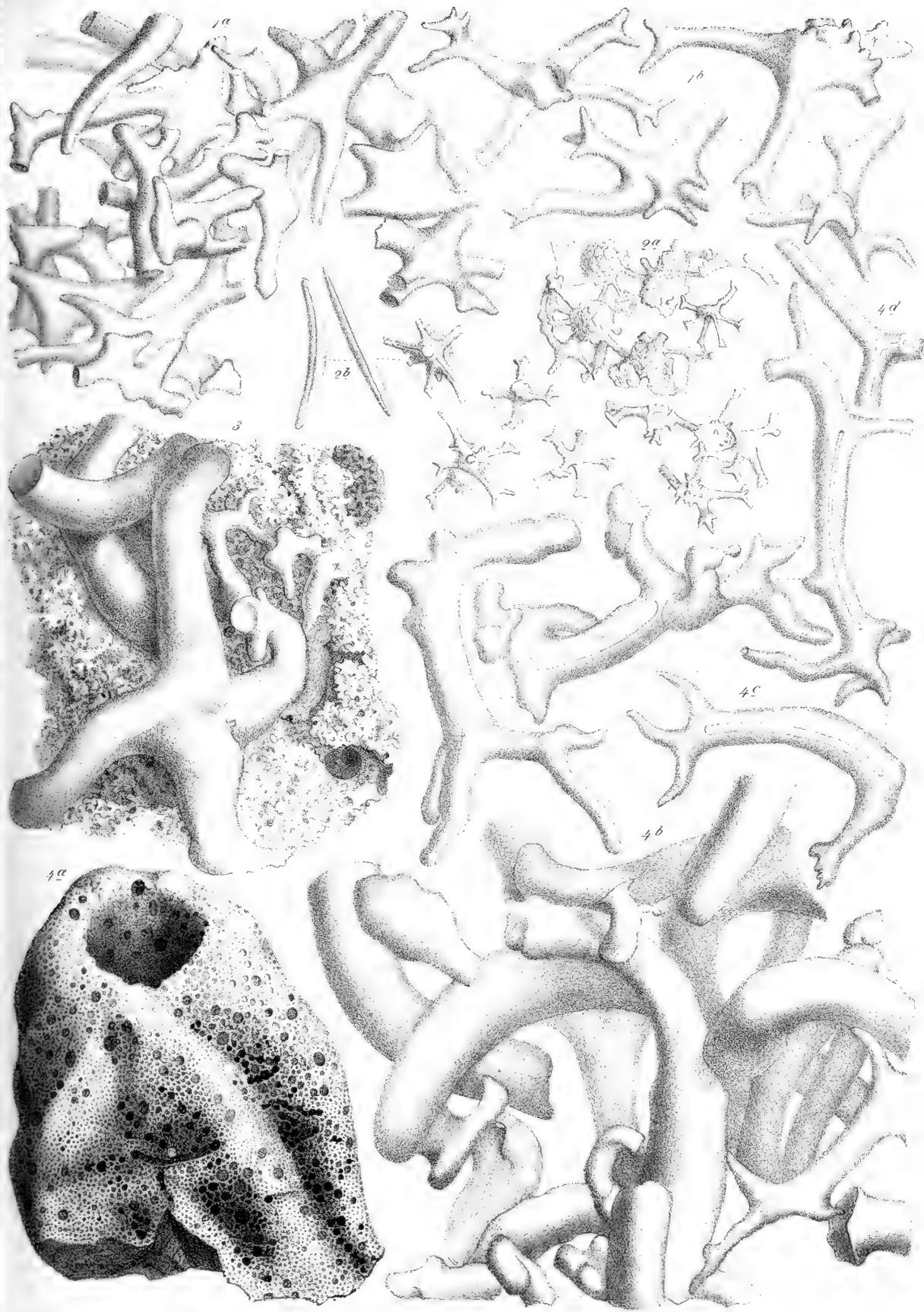
Anomocladina.

- Fig. 1. *Lecanella pateraeformis*. *Zitt.* aus dem weissen Jura (ϵ) von Sontheim.
a. Eine Parthie vom Skelet aus dem Innern der Wand. b. Skeletkörperchen der Oberfläche.
- Fig. 2. *Mastosia Wetzleri*. *Zitt.* aus dem oberen weissen Jura (ϵ u. ζ) von Sozenhausen bei Günzburg.
a. Mehrere Skeletkörperchen theils im Zusammenhang, theils isolirt. b. Stabnadeln von der Oberfläche.

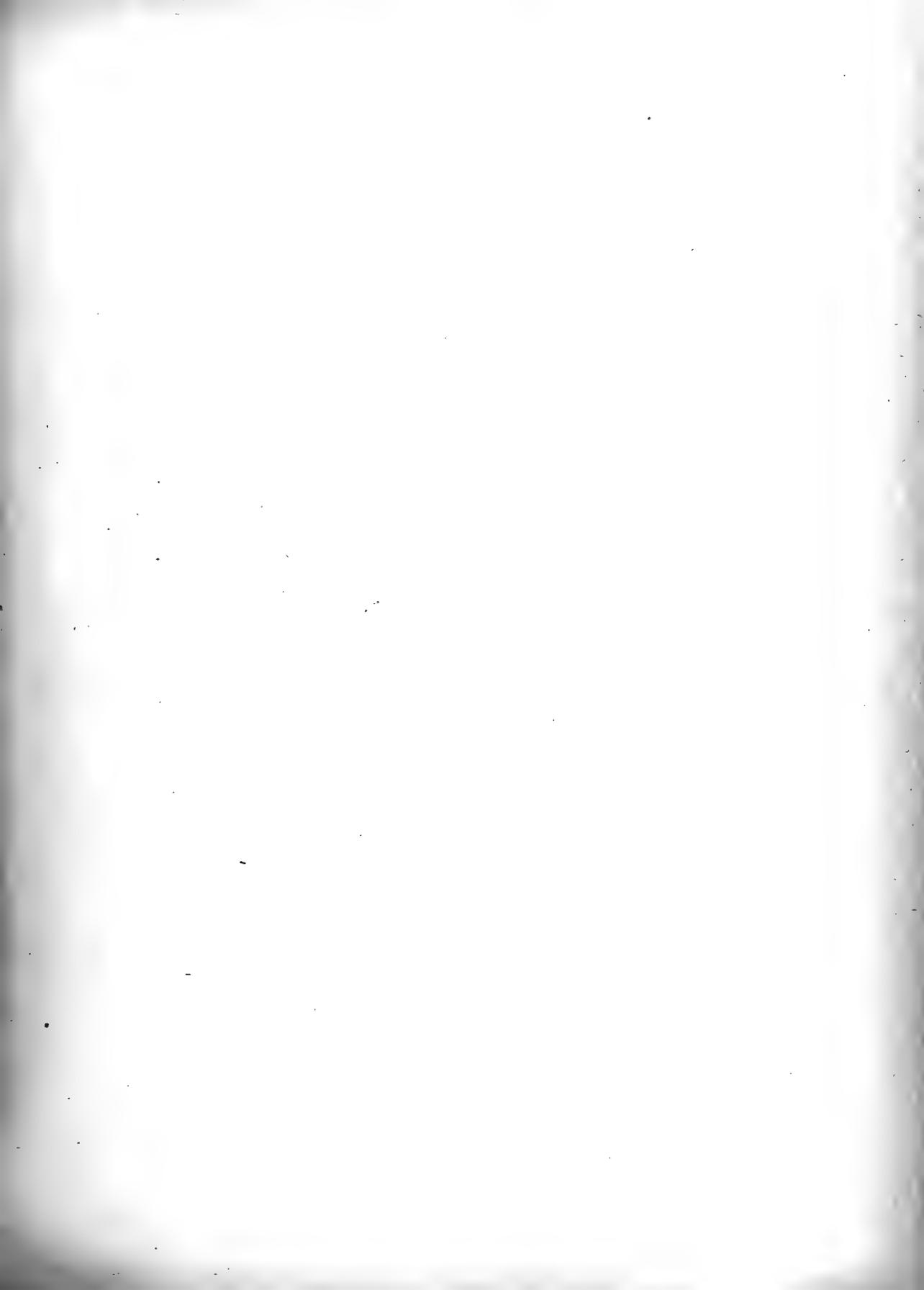
Megamorina.

- Fig. 3. *Heterostinia cyathiformis*. *Zitt.* aus der Senon-Kreide von Evreux. Calvados.
Eine Parthie vom Skelet mit grossen, glatten Skeletkörpern, die in den kleinen gezackten eingebettet liegen.
- Fig. 4. *Megalithista foraminosa*. *Zitt.* aus dem oberen weissen Jura (ϵ) von Nattheim.
a. Exemplar in natürlicher Grösse.
b. Eine Anzahl Skeletelemente im Zusammenhang.
c. Isolirte Skeletelemente.
d. Ein Anker von der Oberfläche.

(Mit Ausnahme von Fig. 4^a sind alle Figuren in 64facher Vergrösserung mittelst Camera lucida gezeichnet.)





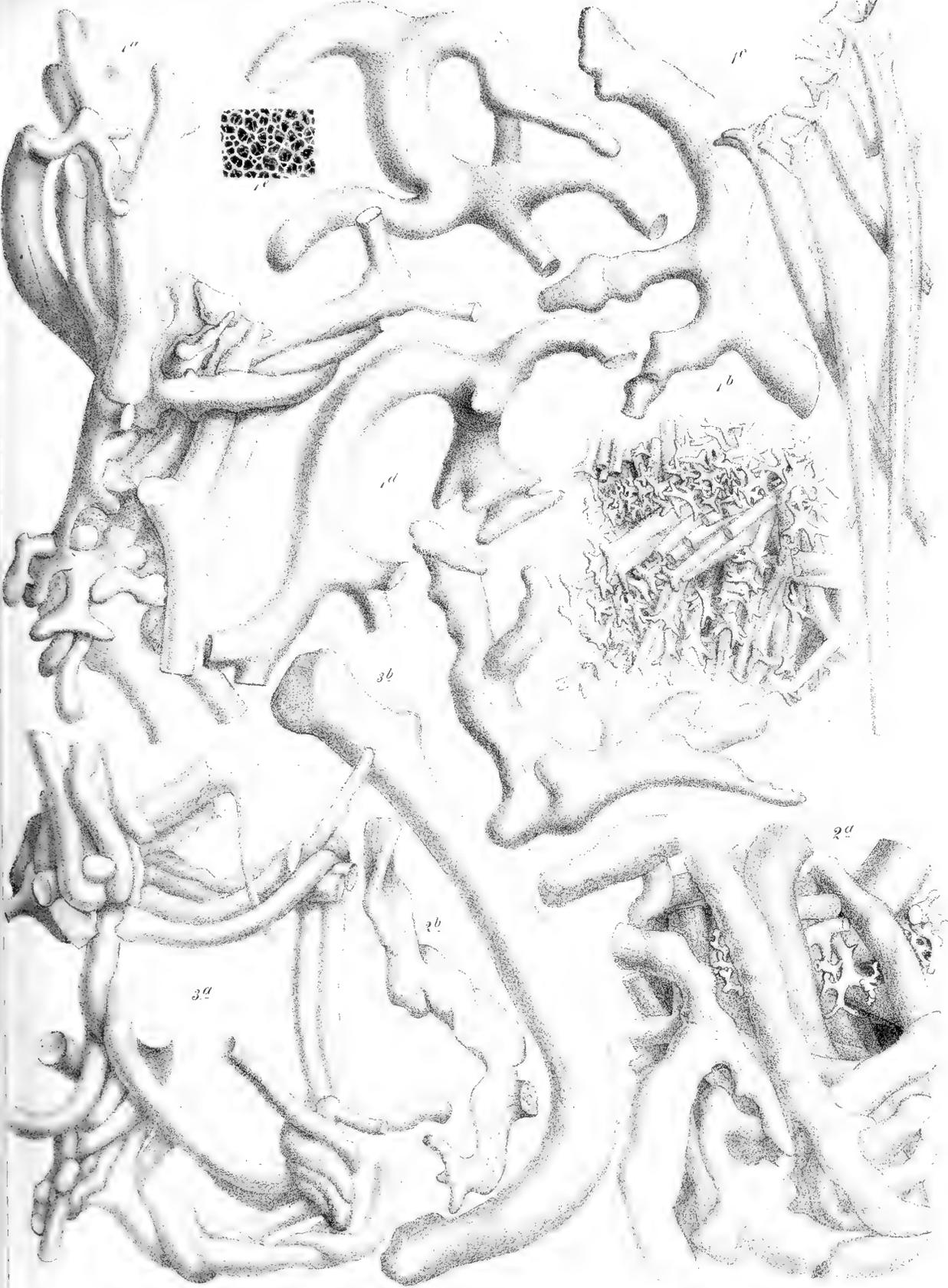


Tafel VII.

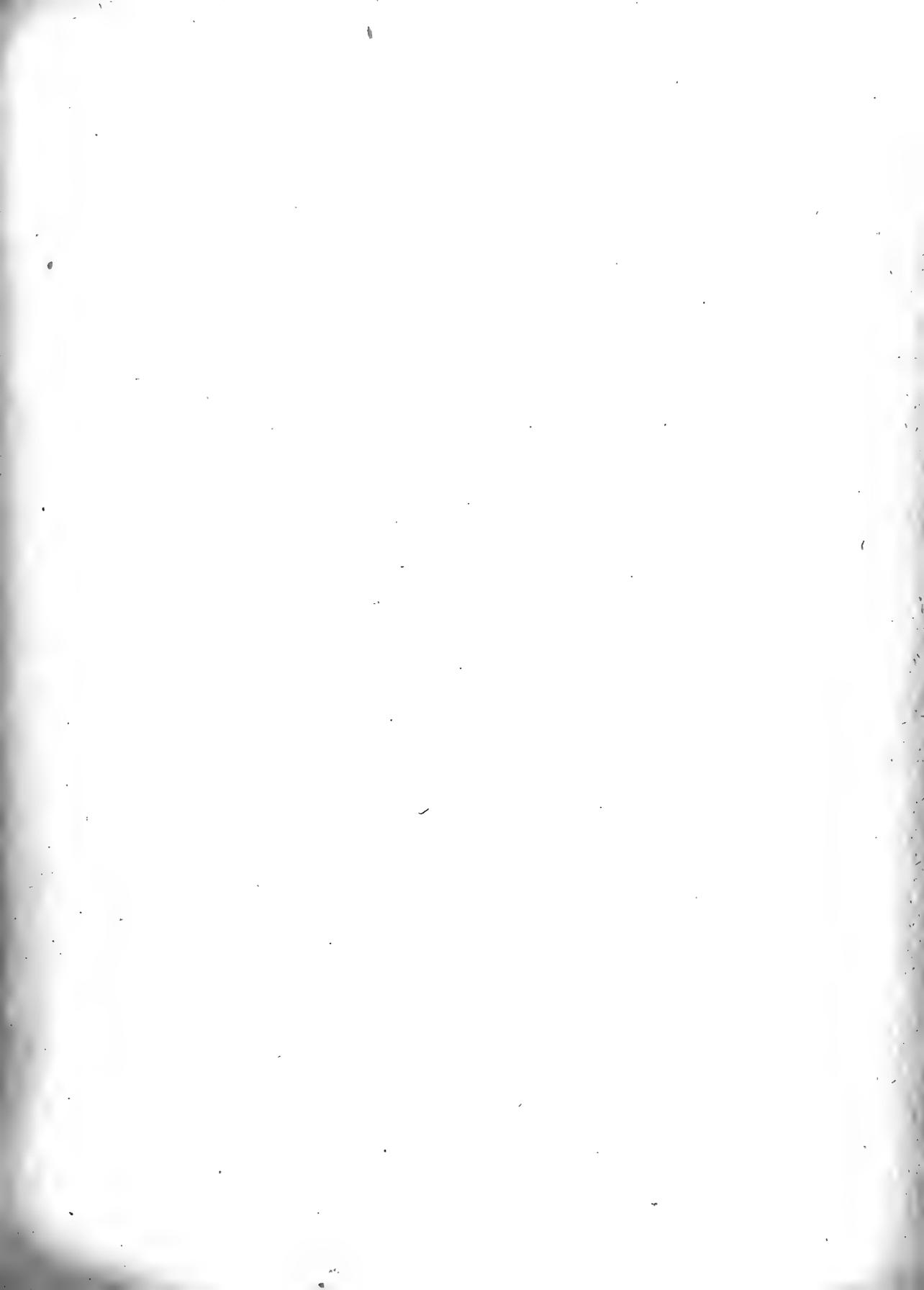
Megamorina.

- Fig. 1. *Doryderma dichotoma*. *Roem.* sp. aus der Mucronaten-Kreide von Ahlten
- Skeletelemente eines Faserzuges im Zusammenhang.
 - Ein Büschel Gabel-Anker aus einer Masche der Oberfläche mit nach innen gerichteten Schäften. 25 mal vergrößert.
 - Mehrere dieser Gabel-Anker isolirt und 64 mal vergrößert.
 - Isolirte Skeletelemente.
 - Eine Parthie der Oberfläche in zweifacher Vergrößerung.
- Fig. 2. *Carterella spiculigera*. *Roem.* sp. aus der Mucronaten-Kreide von Ahlten.
- Ein Stück Skelet im Zusammenhang.
 - Ein isolirtes Skeletkörperchen.
- Fig. 3. *Isoraphinia texta*. *Roem.* aus dem Cuvieri Pläner von Döhrnten bei Salzgitter.
- Eine Parthie aus dem Innern der Wand in 25 facher Vergrößerung.
 - Ein isolirtes Skeletelement.

(Fig. 1^a. 1^b. u. 3^a. sind 25 mal; Fig. 1^e. zweimal, die übrigen Figuren 64 mal vergrößert.)







Tafel VI.

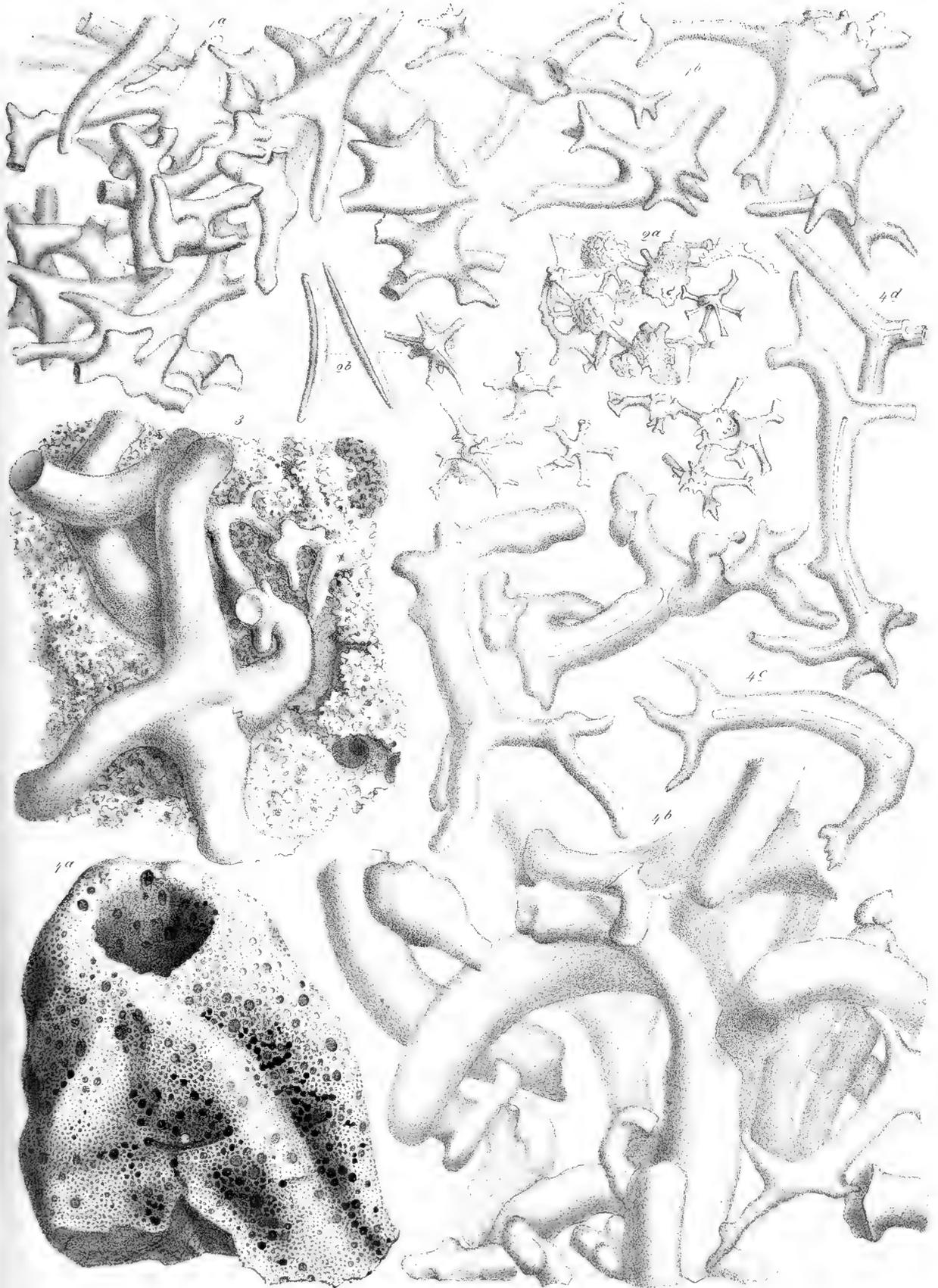
Anomocladina.

- Fig. 1. *Lecanella pateraeformis*. *Zitt.* aus dem weissen Jura (ϵ) von Sontheim.
a. Eine Parthie vom Skelet aus dem Innern der Wand. b. Skeletkörperchen der Oberfläche.
- Fig. 2. *Mastosia Wetzleri*. *Zitt.* aus dem oberen weissen Jura (ϵ u. ζ) von Sozenhausen bei Günzburg.
a. Mehrere Skeletkörperchen theils im Zusammenhang, theils isolirt. b. Stabnadeln von der Oberfläche.

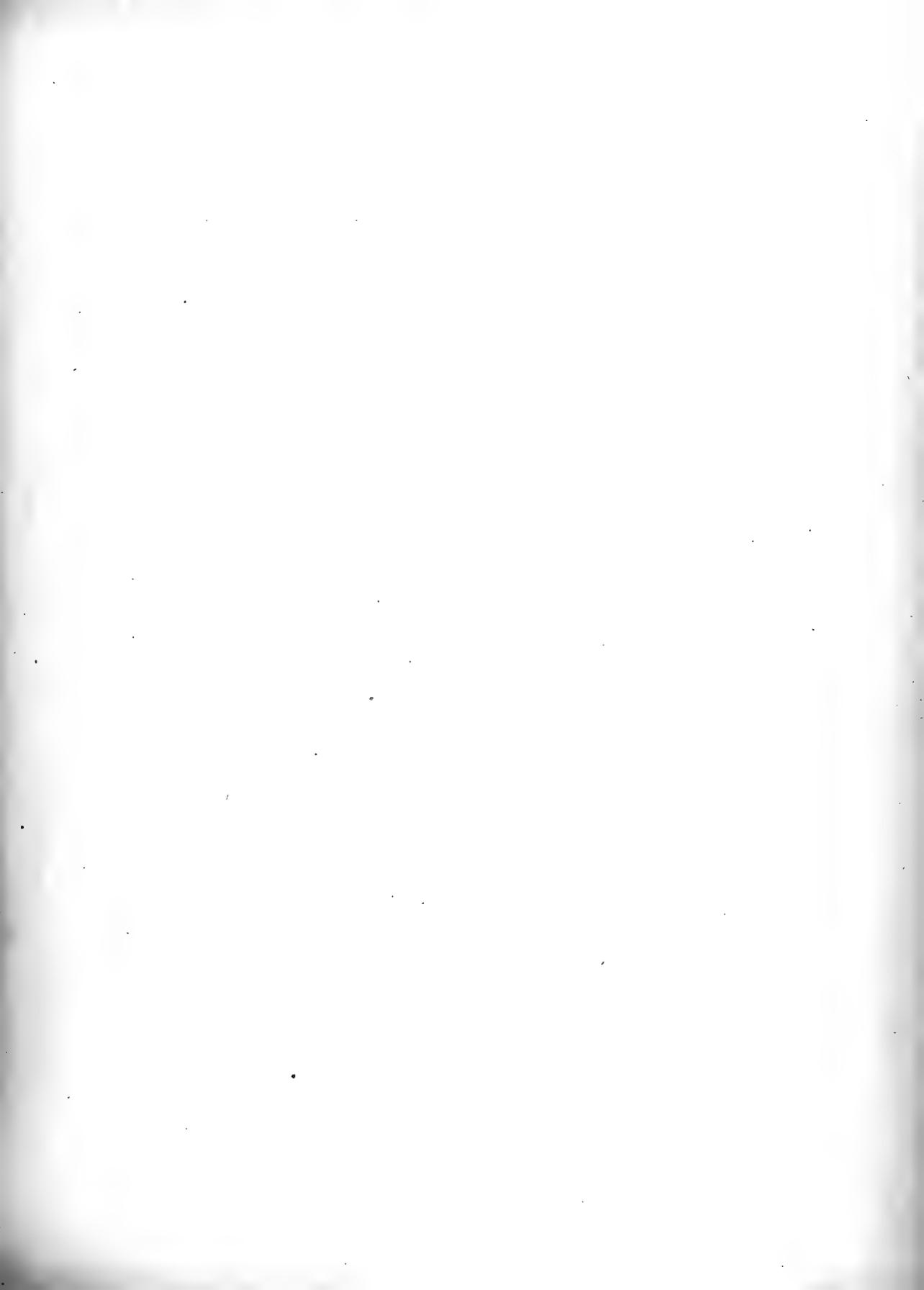
Megamorina.

- Fig. 3. *Heterostinia cyathiformis*. *Zitt.* aus der Senon-Kreide von Evreux. Calvados.
Eine Parthie vom Skelet mit grossen, glatten Skeletkörpern, die in den kleinen gezackten eingebettet liegen.
- Fig. 4. *Megalithista foraminosa*. *Zitt.* aus dem oberen weissen Jura (ϵ) von Nattheim.
a. Exemplar in natürlicher Grösse.
b. Eine Anzahl Skeletelemente im Zusammenhang.
c. Isolirte Skeletelemente.
d. Ein Anker von der Oberfläche.

(Mit Ausnahme von Fig. 4^a sind alle Figuren in 64facher Vergrösserung mittelst Camera lucida gezeichnet.)







Tafel VIII.

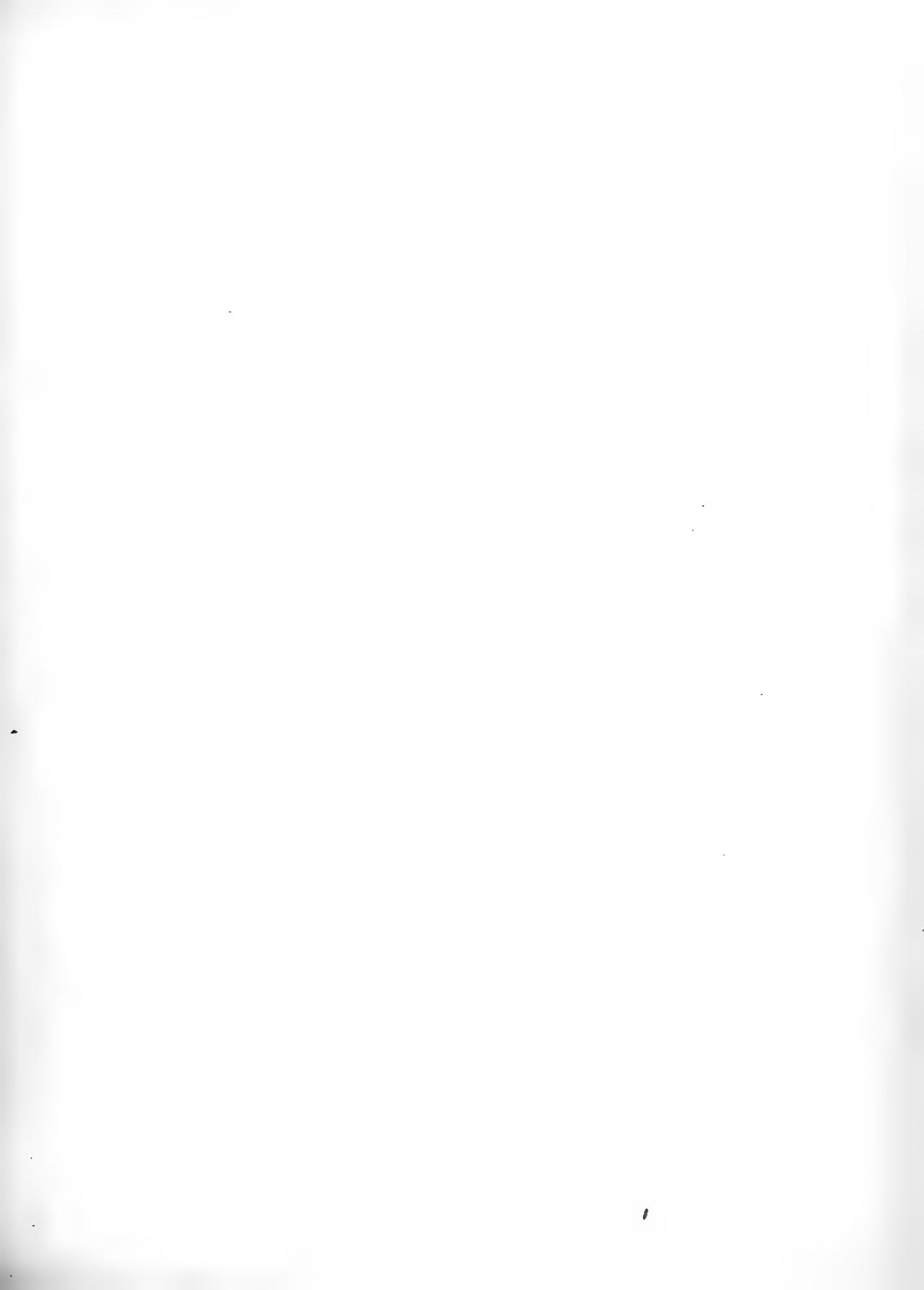
Tetracladina.

- Fig. 1. *Aulocopium aurantium*. *Osw.* Silurgeschiebe in Chalcedon umgewandelt von Sylt.
- Fig. 2. *Phymatella heteropora*. *Roem.* sp. aus der Mucronaten-Kreide von Ahlten.
Ein Stückchen vom Skelet im Innern des Schwammkörpers.
- Fig. 3^a. *Phymatella tuberosa*. *Roem.* sp. aus der Quadraten-Kreide von Linden bei Hannover.
Eine Parthie aus dem Stiel.
- Fig. 3^b. *Phymatella* sp? aus der Mucronaten-Kreide von Ahlten.
Eine Parthie des Skeletes aus dem Stiel.
- Fig. 4. *Aulaxinia sulcifera*. *Roem.* sp. aus der Mucronaten-Kreide von Ahlten.
a. u. b. Isolirte Skeletelemente vom oberen Theil des Schwammkörpers.
c. Skeletelemente des Stieles.
- Fig. 5. *Callopegma acaule*. *Zitt.* (vergl. Taf. II. Fig. 6) aus der Mucronaten-Kreide von Ahlten in Hannover.
a. Oberfläche mit dem Beleg von Gabel-Ankern.
b. Skelet im Innern der Wand.

(Sämmtliche Objekte sind in 64 facher Vergrößerung mittelst Camera lucida gezeichnet.)





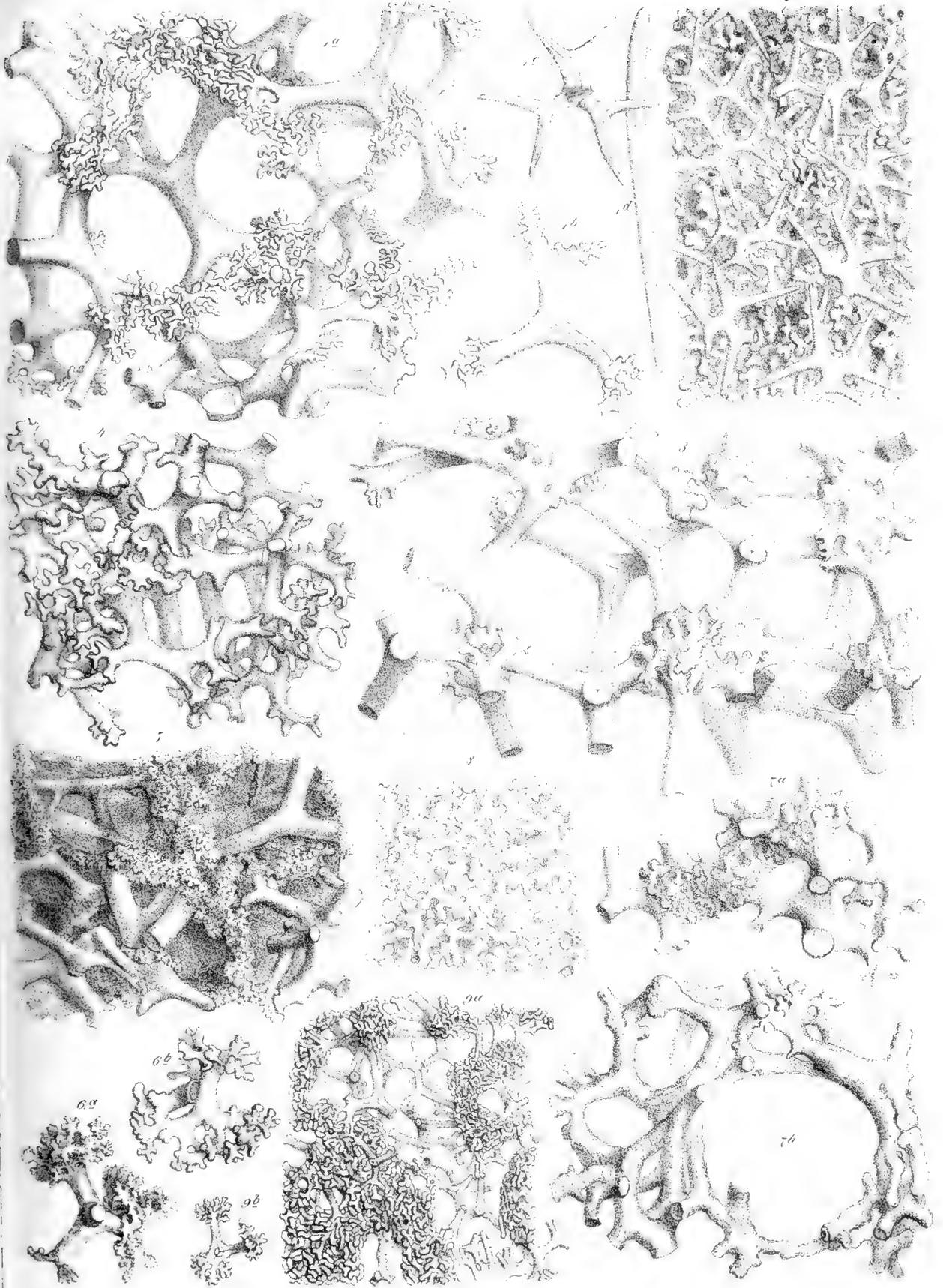


Tafel IX.

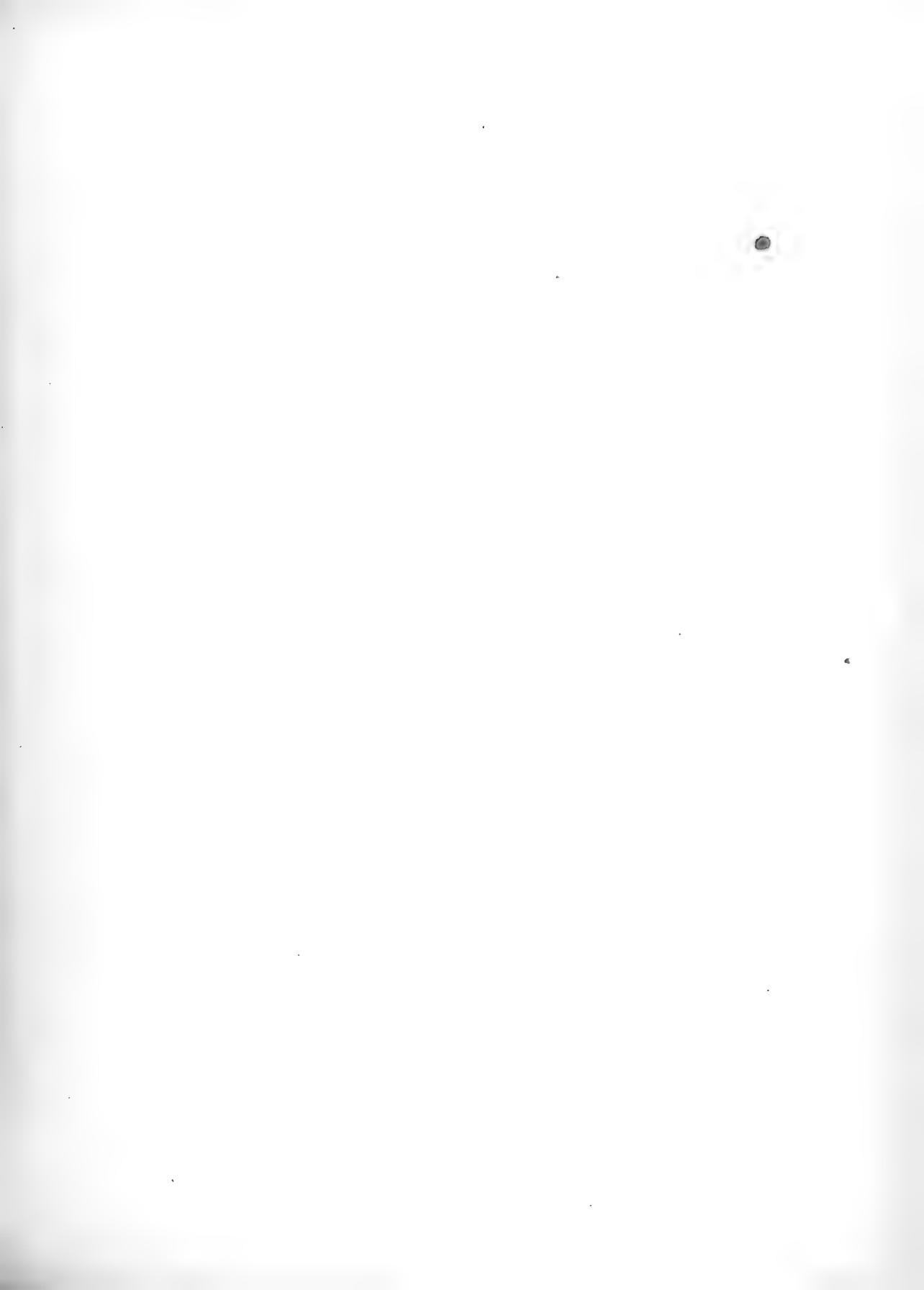
Tetracladina.

- Fig. 1. *Callopegma Schloenbachi*. *Zitt.* aus der Mucronaten-Kreide von Ahlten.
a. Eine Parthie des Skeletes aus dem Innern der Wand.
b. Ein isolirtes Skeletelement der Wand.
c. Ein Gabel-Anker.
d. Eine Stab-Nadel.
- Fig. 2. *Turonia induta*. *Zitt.* aus der Quadraten-Kreide von Linden bei Hannover.
Oberflächenschicht mit Gabel-Ankern.
- Fig. 3. *Turonia constricta*. *Zitt.* aus der Mucronaten-Kreide von Ahlten.
Eine Parthie des Skeletes aus dem Innern des Schwammkörpers.
- Fig. 4. *Trachysyeon muricatum*. *Roem.* sp. aus der Quadraten-Kreide vom Sutmerberg.
- Fig. 5. *Siphonia tulipa*. *Zitt.* aus dem Grünsand von Blackdown.
Skelet im Innern des Schwammkörpers.
- Fig. 6. *Siphonia ficus*. *Goldf.* Senon-Kreide vom Sutmerberg.
a. b. Isolirte Skeletkörperchen.
- Fig. 7. *Siphonia piriformis*. *Goldf.* aus der Senon-Kreide von Evreux. Calvados.
a. Aus dem Innern.
b. Oberfläche mit einer porenförmigen Canal-Oeffnung.
- Fig. 8. *Calymmatina rimosa*. *Zitt.* (vgl. Taf. II. Fig. 2) aus der Senon-Kreide von La Renaudière bei Vierzon. Touraine. Dichte Oberflächenschicht.
- Fig. 9. *Astrocladia subramosa*. *Roem.* sp. aus der oberen Kreide von Ahlten.
Parthie aus der Wand.

(Sämmtliche Objecte sind in 64 facher Vergrößerung durch die Camera lucida gezeichnet.)





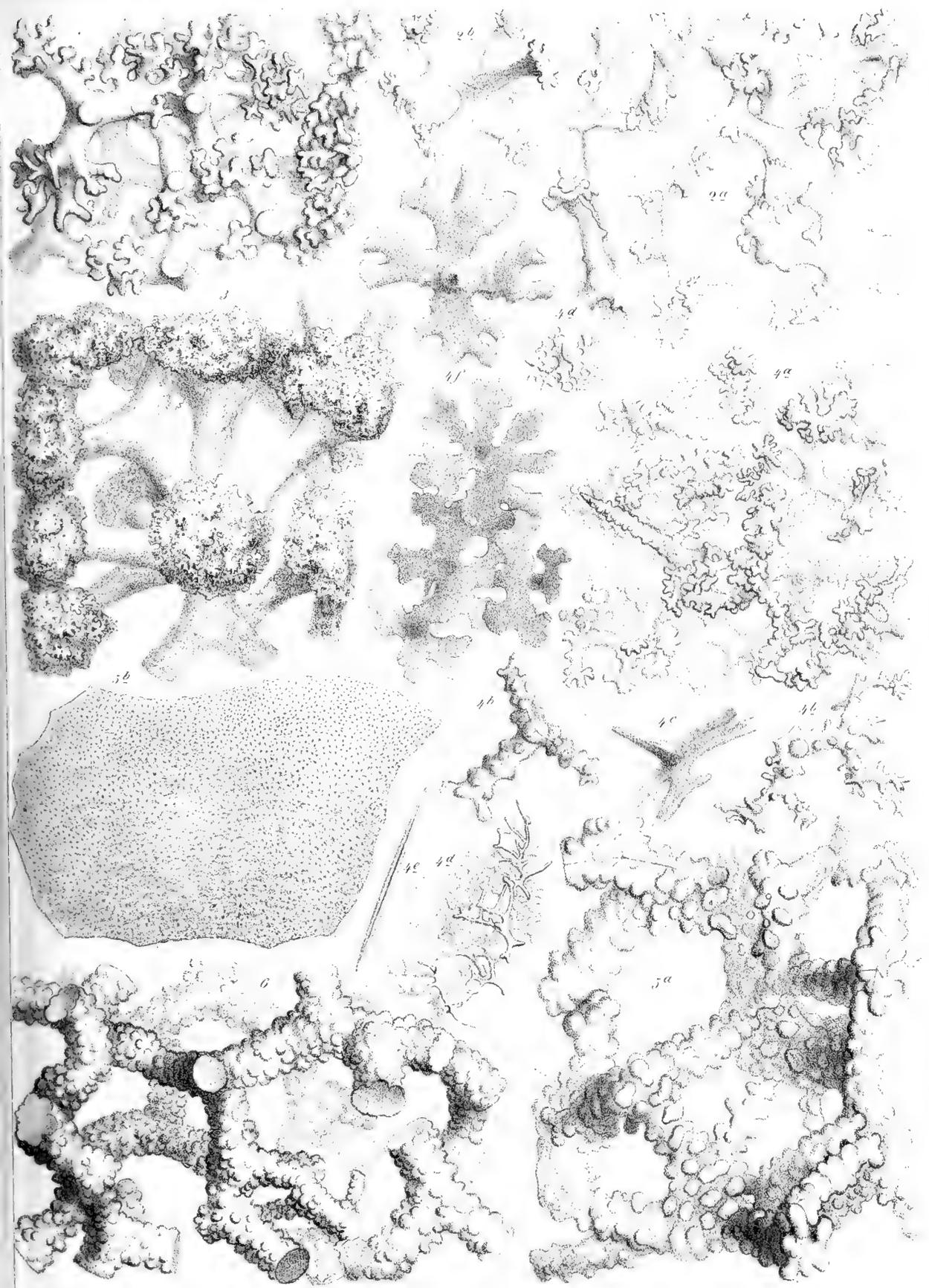


Tafel X.

Tetracladina.

- Fig. 1. *Jerea* (*Polyptothecia*) *excavata*. *Mich.* aus der Senon-Kreide von Meaulnes in der Touraine.
Aus der Wurzel.
- Fig. 2. *Jerea* *Quenstedti*. *Zitt.* aus der Quadraten-Kreide von Linden bei Hannover.
a. Mehrere Skeletelemente aus dem Innern des Schwammkörpers im Zusammenhang.
b. Ein isolirtes Skeletelement mit gegabelten Armen.
- Fig. 3. *Thecosiphonia grandis*. *Roem. sp.* Cuvieri Pläner von Ost Haringen, Hannover.
- Fig. 4. *Ragadinia rimosa*. *Roem. sp.* aus der Mucronaten-Kreide von Ahlten.
a. Skeletelemente im Zusammenhang b. isolirt.
c. Eine lappige Kieselscheibe mit Schaft von der Seite.
d. Kleine glatte Kieselfasern von der Oberfläche.
e. Stabnadel.
f. Lappige Kieselscheiben der Oberfläche.
- Fig. 5. *Plinthosella squamosa*. *Zitt.* (vergl. Taf. II. Fig. 5) aus der Mucronaten-Kreide von Ahlten.
a. Skelet.
b. Eine Kieselscheibe der Oberfläche.
- Fig. 6. *Spongodiscus radiatus*. *Zitt.* aus der Senon-Kreide von Evreux bei Rouen.

(Sämmtliche Figuren in 64 facher Vergrößerung.)





Die Anwendung der Waage

auf

Probleme der Gravitation.

Von

Ph. v. Jolly.

Die Anwendung der Waage

auf

Probleme der Gravitation.

Von

Ph. v. Jolly.

Die Vervollkommnung der Waage in Construction und Ausführung gibt Veranlassung zu neuen Anwendungen der Waage. Die Leistungsfähigkeit dieses ältesten der Messinstrumente lässt sich dahin bezeichnen, dass in Vergleichung zweier Kilogrammstücke gleichen Materials mit einmaliger Wägung der unvermeidliche Fehler auf $\pm 0,05$ Milligramm, dass also in dem arithmetischen Mittel der Resultate wiederholter Wägungen der Fehler leicht auf $\pm 0,01$ Milligramm eingeengt erscheint. Um dies zu erreichen müssen einerseits in Construction und Ausführung der Waage gleich näher zu bezeichnende Bedingungen erfüllt sein, und müssen andererseits bei Aufstellung und Gebrauch der Waage bestimmte Vorschriften beachtet werden.

Die analytischen Waagen sind meist mit Balken und Schalen-Arretierungen versehen. Es reicht dies nicht aus um Gewichtsunterschiede zweier Kilogrammstücke bis auf Bruchtheile eines Milligramms festzustellen. Eine minimale Aenderung in den Auflagen der Achatplatten auf den Endschnitten des Waagebalkens hat eine Aenderung in der Länge der Hebelarme zum Erfolg. Beträgt diese auch nur den zehnmillionten Theil der Länge des Hebelarmes, so verschiebt sich dem entsprechend die Einstellung des Zeigers der Waage. Bei einer Belastung von 1 Kilo-

gramm ändert sich in diesem Falle die Angabe der Waage schon um 0,1 Milligramm. Ist die Waage nur mit Balken und Schalen-Arretirung versehen, so erfolgt die Auflage des Gehänges beinahe nach jeder Auslösung auf einer andern Linie der Endschneiden. Die Schneide ist eben auch bei sorgfältigster Ausführung nicht eine mathematische Linie, und die Achatplatte des leicht beweglichen Gehänges legt sich mit der Lösung der Schalenarretirung bald auf eine der Drehungsachse der Waage näher bald entfernter liegende Linie der Endschneide auf. Das Einspielen der Zunge erfolgt daher nach jeder Lösung der Arretirung an einem andern Punkt der Scale. Die Angaben der Waage werden um so übereinstimmender ausfallen, je mehr die Unveränderlichkeit aller Aufgelinien gesichert wird. Durch Arretirung der Endschneiden und passende Führung des Gehänges wird dies wesentlich gefördert. Die Auslösung muss auf beiden Seiten möglichst gleichzeitig erfolgen und muss in der Art sanft eingeleitet werden, dass jede Erschütterung des Wagebalkens vermieden erscheint.

Ein zweiter Punkt, der in der Construction analytischer Waagen nicht selten unbeachtet bleibt, besteht in einer Vorrichtung zur Parallel-Stellung der Schneiden. Meist wird diese Parallel-Stellung vom Mechaniker nach dem Augenmaasse ausgeführt. Methodisch kann sie durch passend zur Bewegung der Endprismen angebrachten Stellschrauben erreicht werden. Die Prüfung erfolgt am exactesten nach der schon von Gauss angegebenen Methode. Ist die Endschneide parallel mit der Mittelschneide, so beschreibt sie bei der Schwingung die Oberfläche eines Cylinders, in jeden andern Falle die eines Kegels. Ein kleiner mit dem Gehänge zu verbindender Planspiegel giebt nur in dem ersten Falle die mit einem Ablesefernrohr zu beobachtende Spiegelbilder in ungeänderter Lage. Die Correction lässt sich unter Anwendung der Stellschrauben mit grosser Exactheit ausführen.

Der geradlinige Verlauf der Schneiden, der Härtegrad des Stahles, und die Ebenheit der Achatplatten sind Punkte, auf welche der Mechaniker bei der Ausführung eine besondere Aufmerksamkeit zu verwenden hat. Zeigen die Schneiden unter der Maximalbelastung nach 24stündiger Belastung keine Verbreiterung der überhaupt nur äusserst feinen Glanzlinie, so wird man darauf rechnen können, dass auch nach jahrelangem Gebrauche Empfindlichkeit und Richtigkeit der Waage ungeändert bleiben.

Die Ablesung der Stellung des Waagebalkens mit Zeiger am Gradbogen ist zur Bestimmung der Zehntel der Milligramme nicht mehr ausreichend. Erst unter Anwendung von Spiegelablösungen können kleine Differenzen in der Stellung des Balkens noch mit Exactheit verfolgt werden. Der Spiegel ist über der Mitte des Waagebalkens, senkrecht zur Längenrichtung des Balkens, befestigt, die Scale in einer Entfernung von beiläufig 3 Meter aufgestellt, und die Ablesung erfolgt mit einem Ablesefernrohr. An einer von mir gebrauchten Waage erzeugte bei einer Belastung von einem Kilogramm ein Uebergewicht von 2 Milligrammen einen Ausschlag von 17,9 Scalentheilen. Ein Scalentheil entspricht also einem Uebergewicht von 0,1173 Milligramm.

Sind vom Mechaniker die Bedingungen erfüllt, welche Empfindlichkeit und Richtigkeit der Waage sichern, so hat man zunächst ein brauchbares Messinstrument. Bei Erprobung der Leistungsfähigkeit des Instrumentes müssen selbstverständlich alle Ursachen, die eine Aenderung der Hebelarme oder eine Störung in der Ablesung zur Folge haben könnten, fern gehalten werden. Zunächst ist also für erschütterungsfreie Aufstellung der Waage, der Scale und des Ablesefernrohres zu sorgen, ebenso müssen die Auslösung der Arretirung und der Reiterverschiebung ohne Erschütterung der Waage erfolgen.

Man wird auch unter Beachtung dieser naheliegenden Vorsichtsmaassregeln bemerken, dass nicht selten bei zwei auf einander folgenden Versuchen das Einspielen der Waage nicht an exact gleicher Stelle der Scale eintritt. Der Grund hiervon liegt beinahe ausschliesslich an eingetretenen Temperatur-Aenderungen. Ein Oeffnen und Wiederschliessen des Waagekastens ist ausreichend Temperatur-Differenzen der Hebelarme herbeizuführen, welche eine geänderte Länge der Hebelarme, also auch eine geänderte Einstellung zur Folge haben. Es dauert je nach der Grösse dieser Temperatur-Differenz längere oder kürzere Zeit bis der Waagebalken nach Schliessung des Kastens in seiner ganzen Ausdehnung gleiche Temperatur besitzt.

Absichtlich zu diesem Zwecke ausgeführte Versuche lassen die Wirkungen solcher ausnehmend kleinen Temperatur-Differenzen nachweisen. Die Waage zeigt sich nach denselben als ein Thermoskop, welches an

Empfindlichkeit mit der Thermosäule wetteifert. In der That beträgt die Temperatur-Differenz auch nur $0,01^{\circ}\text{C}$., so berechnet sich unter zu Grundlegung des bekannten Ausdehnungs-Coefficienten des Messings die eintretende Verlängerung zu $0,000000186$. Das statische Moment des Kilogrammstückes nimmt also gerade so zu, wie dies bei ungeänderter Länge des Hebelarmes durch eine Gewichtszulage von $0,186$ Milligramm eingetreten wäre, und bei der Waage von der oben angegebenen Empfindlichkeit wird die Aenderung des Ausschlages $1,6$ Scalentheilen betragen.

Zweierlei Wege wurden, um dem Einfluss der Temperatur-Differenzen zu messen, eingeschlagen. Im ersten Falle wurde eine brennende Stearinkerze in der Entfernung von $1,5$ Meter in der verlängerten Richtung des Waagebalkens ausserhalb des geschlossenen Waagekastens aufgestellt. Die von der Kerze ausgehenden Wärmestrahlen konnte also erst nach ihrem Durchgange durch die Glastafel, welche die Seitenwand des Waagekastens bildet, zum Waagebalken gelangen. Nach 7 Minuten zeigte sich im Ausschlag der Waage eine Aenderung von 10 Scalentheilen in dem Sinne einer Verlängerung des der Kerze zugewendeten Hebelarmes, während ein in der Nähe des Waagebalkens befestigtes Thermometer eine Temperaturzunahme von noch nicht $0,1^{\circ}\text{C}$. zeigte.

In einer zweiten Versuchsreihe war der Waagekasten mit einem zweiten Kasten überstülpt, der aussen und innen mit Silberpapier überzogen war. Die vordere Seite dieses athermanen Kastens bestand aus zwei beweglichen Hälften. Je nachdem rechts oder links einer dieser Hälften entfernt wurde, war der rechte oder der linke Hebelarm der im verschlossenen Glaskasten befindlichen Waage der Bestrahlung durch die gegenüber liegenden Objecte ausgesetzt. Bei den Versuchen bestanden diese Objecte einfach in der der Waage in einem Abstände von $3,5$ Meter gegenüberstehenden Wand. Dieselbe ist beleuchtet durch den Reflex der dem Fenster des Waagezimmers gegenüberliegenden Gebäude, und sendet der Waage je nach der Bewölkung des Himmels mehr oder weniger Wärmestrahlen zu. Wurde nach dem Einspielen der Waage der athermane Schirm rechts entfernt, so wurde beispielsweise nach 20 Minuten eine Verschiebung von $2,8$ Scalentheilen im Sinne einer Verlängerung des Balkens bemerkt. Wurde der Schirm wieder vergesetzt, so ver-

minderte sich der Ausschlag, aber erst nach einer Stunde war das Einspielen wieder nahezu an der Ausgangsstelle eingetreten. Wurde endlich der athermane Schirm links entfernt, so war noch wieder nach 20 Minuten eine Verschiebung und zwar in entgegengesetzter Richtung wie bei dem ersten Versuche und in beiläufig gleichem Betrage zu bemerken. Werden beide athermanen Schirme gleichzeitig entfernt, so bleibt das Einspielen der Waage selten ungeändert, ein Beweis, dass die Zustrahlung auf die beiden Hebelarme nicht vollkommen die gleiche ist. Man entgeht aber sofort diesen Ungleichheiten im Ausschlage, wenn man durch Vorsetzen der athermanen Schirme gleiche Zustrahlung sichert.

Ein besonderer Fall der Wirkung der Wärme ist noch ausdrücklich hervorzuheben. Es kann vorkommen, dass die Hebelarme rechts und links nicht absolut gleiche Verlängerung bei gleicher Temperaturerhöhung erfahren. Der Waagebalken ist durch Guss hergestellt, er wird mit der Feile bearbeitet, vielleicht auch mit dem Hammer gerichtet. Auf vollkommen gleiche Molecularanordnung beider Hälften und auf vollkommen gleiche Spannung wird man also nicht rechnen dürfen. Eine Differenz in den Ausdehnungs-Coefficienten der Hebelarme rechts und links wird hievon die Folge sein. Eine sehr kleine Differenz reicht aber hin, um mit geändeter Temperatur des Waagebalkens auch eine Aenderung im Ausschlage hervortretend zu machen. Folgende Versuche bestätigen dies, und geben zugleich Anhaltspunkte um die etwa vorhandene Verschiedenheit der Ausdehnungs-Coefficienten der beiden Hebelarme zu berechnen.

Der Waagekasten war bei allen Versuchen unter einem zweiten mit Silberpapier überzogenen zweiten Kasten aufgestellt. Die Versuche wurden in frühen Tagesstunden ausgeführt, in welchen der Wechsel der Temperatur ausnehmend klein sich zeigte, meist $0,1^{\circ}$ nicht erreichte. Die Wägungen wurden nach der Methode der Vertauschung der Gewichtsstücke rechts und links vollzogen. Die Gewichtsstücke waren Kilogramme aus Messing galvanoplastisch mit Nickel überzogen. Sie waren vor der Vernickelung sorgfältig polirt, und wurden nach der Vernickelung mit dem Polirstahl geglättet. Unter den gewöhnlichen atmosphärischen Einflüssen zeigen sie sich nach bald einjähriger Dauer vollkommen ungeändert. In der folgenden Tabelle enthält die erste Kolumne die Temperaturen des Waagekastens, die zweite und dritte die Oerter der Gewichtsstücke sammt

Zulagegewichte in Grammen, und die vierte Kolumne die an der Scale abgelesene Zahl. Die Kilogrammstücke sind mit K_1 und K_2 bezeichnet.

Temperatur	Schale links	Schale rechts	Scale
+ 5,1	$K_1 + 0,0056$	K_2	741,6
	$K_2 + 0,003$	K_1	741,2
+ 3,5	$K_1 + 0,0056$	K_2	739,0
	$K_2 + 0,003$	K_1	737,0
+ 0,6	$K_1 + 0,0056$	K_2	734,2
	$K_2 + 0,003$	K_1	735,2
+ 6,6	$K_1 + 0,0056$	K_2	743,1
	$K_2 + 0,003$	K_1	741,7

Da ein Zulagegewicht auf der Schale rechts von 0,1173 Milligramm eine Erhöhung der Scalenzahl um eine Einheit bewirkt, so können die bei gleichen Temperaturen erhaltenen Scalenzahlen auf gleiche Einspielungsstellen an der Scale umgerechnet werden. Man erhält:

+ 5,2	$K_1 + 0,0056$	K_2	741,6
	$K_2 + 0,0029531$	K_1	741,6
+ 3,5	$K_1 + 0,0056$	K_2	739,0
	$K_2 + 0,0027654$	K_1	739,0
- 0,6	$K_1 + 0,0056$	K_2	734,2
	$K_2 + 0,0028827$	K_1	734,2
+ 6,6	$K_1 + 0,0056$	K_2	743,1
	$K_2 + 0,0028358$	K_1	743,1

Diese vier, jeweils bei gleichen Temperaturen ausgeführten, Gewichtsvergleichungen von K_1 und K_2 geben nach der Reihe

$$\begin{aligned}
 K_2 &= K_1 + 0,0013234 \\
 &= K_1 + 0,0014173 \\
 &= K_1 + 0,0013586 \\
 &= K_1 + 0,0013821
 \end{aligned}$$

$$\text{Mittel} \quad K_2 = K_1 + 0,0013703$$

Die Abweichungen der Einzelversuche vom Mittel betragen noch nicht $\pm 0,05$ mg, und bezeichnen hiermit die mit der benützten Waage erreichbare Genauigkeit. Zugleich geben die angeführten Beobachtungen unzweideutig zu erkennen, dass bei gleicher Belastung aber geänderter Temperatur des Waagebalkens das Einspielen der Waage an verschiedenen Stellen der Scale erfolgt, und zwar bei der gebrauchten Waage in der Art verschieden, dass eine Temperaturerhöhung auch eine Erhöhung der

abgelesenen Scalenzahl zur Folge hat. Der Hebelarm rechts wird also bei gleicher Temperaturzunahme stärker ausgedehnt als der links.

Die Differenz der Ausdehnungs-Coefficienten der beiden Hebelarme lässt sich, gestützt auf die Differenz im Ausschlag der Waage berechnen. Ich wähle hierzu die bei den weitest aus einander liegenden Temperaturen gemachten Beobachtungen.

Das Einspielen der Waage erfolgte in der Temperatur $-0,6^{\circ}\text{C}$ an der Scale bei 734,2, und bei ungeänderter Belastung aber in der Temperatur $6,6^{\circ}\text{C}$. bei 743,1. Eine Temperatur-Differenz von $7,2^{\circ}$ hatte also eine Erhöhung von 8,9 Scalentheilen zum Erfolg. Hätte man bei $-0,6^{\circ}$ ein Einspielen bei 743,1 erzielen wollen, so hätte man auf der rechten Seite ein Gewicht von 0,1173. 8,9 = 1,0439 Milligramm zulegen, oder das Zulegengewicht auf der linken Seite um den gleichen Betrag vermindern müssen. Berücksichtigt man zugleich, dass $K_2 = K_1 + 0,0013703$, so hat man:

Temperatur	Schale links	Schale rechts	Scale
$-0,6$	$K_1 + 0,0032091$	K_1	743,1
$+6,6$	$K_1 + 0,0042061$	K_1	743,1

Diese beiden Beobachtungen reichen aus um die Differenz der Ausdehnungs-Coefficienten α und β , des rechten und des linken Hebelarmes zu berechnen. Aus der ersten Beobachtung erhält man, wenn l und r die Längen der Hebelarme links und rechts bezeichnen:

$$l (K_1 + 0,0032091) = r K_1,$$

und aus der zweiten folgt

$$l (1 + \beta \cdot 7,2) (K_1 + 0,0042061) = r (1 + \alpha \cdot 7,2) K_1.$$

Durch Division der ersten durch die zweite Gleichung fallen l und r heraus, und man erhält unter Berücksichtigung dass $K_1 = 1000$:

$$\alpha - \beta = 0,000000138.$$

Nach Messungen von Lavoisier und Laplace ist der Ausdehnungs-Coefficient gegossenen Messings 0,000018667, und der gehämmerten Messings 0,000018897. Der Unterschied ist 0,00000023, also beträchtlich grösser als der für beide Hebelarme erhaltene. Die Ungleichheiten in den Molecularspannungen, die durch ungleich rasche Abkühlung nach dem Gusse und durch Bearbeitung eingetreten sind, erzeugten bei der geprüften Waage nur eine beiläufig halb so grosse Differenz der Aus-

dehnungs-Coefficienten, als dieser zwischen gegossenem und gehämertem Messing auftritt.

Es war vorauszusehen, dass jede Waage individuell andere Werthe für die Differenz $\alpha - \beta$ zeigen werde. So fand ich mit einer andern Waage, mit derselben, mit welcher ich die später zu erwähnenden Untersuchungen ausführte,

Temperatur	Schale links	Schale rechts	Scale
5,0	K_1	$K_2 + 0,003$	260,1
	K_2	$K_1 + 0,005$	256,0
10,6	K_1	$K_2 + 0,003$	253,9
	K_2	$K_1 + 0,005$	250,6
11,0	K_1	$K_2 + 0,003$	252,2
	K_2	$K_1 + 0,005$	248,0
13,5	K_1	$K_2 + 0,003$	249,3
	K_2	$K_1 + 0,005$	245,0

Die Prüfung auf Empfindlichkeit der Waage ergab, dass ein Zulagegewicht von 0,182 mg. in der Schale rechts eine Erhöhung um einen Scalentheil im Ausschlag der Waage zur Folge hat. Für gleiche Temperatur und gleichen Ausschlag nach vertauschten Gewichten erhält man dennoch:

5,0	K_1	$K_2 + 0,003$	260,1
	K_2	$K_1 + 0,0057462$	260,1
10,6	K_1	$K_2 + 0,003$	263,9
	K_2	$K_1 + 0,0056006$	263,9
11,0	K_1	$K_2 + 0,003$	252,2
	K_2	$K_1 + 0,0057644$	252,2
13,5	K_1	$K_2 + 0,003$	249,3
	K_2	$K_1 + 0,0057826$	249,3

Diese vier Gewichtsvergleichungen ergeben nach der Reihe:

$$\begin{aligned}
 K_2 &= K_1 + 0,0013731 \\
 &= K_1 + 0,0013003 \\
 &= K_1 + 0,0013822 \\
 &= K_1 + 0,0013913 \\
 \text{Mittel} \quad K_2 &= K_1 + 0,0013617
 \end{aligned}$$

Die Differenz im Einspielen bei 5^0 und bei $13,5^0$ beträgt 10,8 Scalentheile. Da eine Erhöhung von einem Scalentheil ein Zulagegewicht rechts von 0,182 mg. erfordert, so ist, wenn bei der Temperatur 13,5 des Einspielen an der Scale bei 260,1 erfolgen soll, eine Zulage

von 0,182. 10,8 = 1,7656 Milligramm erforderlich. Berücksichtigt man zugleich, dass $K_1 = K_2 + 0,0013617$, so hat man

Temperatur	Schale links	Schale rechts	Scale
5,0	K_1	$K_1 + 0,0043617$	260,1
13,5	K_1	$K_1 + 0,0063273$	260,1.

Man findet hiernach

$$\alpha - \beta = -0,000000231.$$

Der Ausdehnungs-Coefficient des linken Hebelarmes ist also bei der Waage Nr. 2 grösser als der des rechten.

Hat man für eine Waage den Werth an $\alpha - \beta$ bestimmt und ebenso das Zulagewicht, welches bei einer Belastung von 1 Kilogramm eine Aenderung im Ausschlage von einem Scalentheil bewirkt, so können auch Wägungen, die in verschiedenen Temperaturen ausgeführt sind, in Vergleich gebracht werden. Für die Waage Nr. 1 ist für eine Temperatur-Aenderung von je 1° eine Aenderung im Ausschlage von $\frac{0,138}{0,117} = 1,18$, und für die Waage Nr. 2 von $\frac{0,231}{0,182} = 1,27$ Scalentheilen in Rechnung zu bringen. Es wird indess immer vorzuziehen sein die Gewichtsvergleichungen, sei dies unter Anwendung der Methode vertauschter Gewichte oder der mit Tara, bei möglichst ungeänderter Temperatur des Waagebalkens auszuführen. Der Werth von $\alpha - \beta$ ist eben eine gemessene Grösse, die also ihrerseits schon mit einem unvermeidlichen Fehler behaftet ist.

Die nur äusserst geringe Aenderung, welche in den Längen der Hebelarme mit der Temperaturzunahme eintritt, ist der Grund aus welchem der, eben hiervon abhängende, veränderte Ausschlag der Waage nur bei grösserer Belastung messbar hervortritt. In der That wächst bei der Waage Nr. 1 mit einer Temperaturzunahme von 1° das statische Moment auf der rechten Seite um $0,000000138 K_1$ entspricht also für $K = 1000$ Gramm eine Gewichtszulage von 0,138 Milligramm, und ändert den Ausschlag um 1,18 Scalentheile. Ein Gewicht von nur 10 Gramm würde bei der gleichen Temperaturerhöhung des Balkens den Ausschlag nur um 0,018 Scalentheile, also um eine selbst mit dem Ablesefernrohr nicht mehr erkennbare Grösse ändern.

Die Ausführung exacter Messungen ist unvermeidlich mit Schwierig-

keiten und mit nicht unbeträchtlichem Zeitaufwand verbunden. Kennt man aber die Bedingungen, unter welchen erst exacte Resultate gesichert erscheinen, so kann durch methodisch geordnete Beobachtungen rascher das Ziel erreicht werden. Gewichtsvergleichungen grösserer Gewichtsstücke erfordern eine Fernhaltung aller Temperaturstörungen. Ein zweiter Kasten mit athermanen Wandungen und mit keiner grösseren, als zum Anblick des Spiegels erforderlichen, Oeffnung sichert die gleichförmige Zustrahlung, und in frühen Morgenstunden zeigt sich die Temperatur in einem nach Norden gelegenen Waagezimmer ausreichend constant. Die Beobachtungszeiten auf diese Stunden verlegt führen rasch zu vergleichbaren Resultaten. Die Auslösung der Waage lässt sich leicht in der Art vollziehen, dass der Schwingungsbogen kaum 20 Scalentheile umfasst; nach einer halben Stunde ist er auf 2 bis 3 Scalentheile vermindert. Zwei Ablesungen reichen dann aus den Ausschlag zu bestimmen.

Die Gewichtsvergleichungen zweier mit Nickel überzogener Kilogrammstücke, welche mit den Waagen Nr. 1 und Nr. 2 ausgeführt wurden, liegen der Zeit nach um 4 Monate auseinander. Die erhaltenen Resultate weichen nur um 0,0086 Milligramm von einander ab, und kennzeichnen damit einerseits die Leistungsfähigkeit der Waage und andererseits die Unveränderlichkeit der Nickelüberzüge. Man müsste denn lieber annehmen wollen, dass die Aenderungen beider Stücke in 4 Monaten sich in absolut gleicher Weise vollzogen hätten.

Gewichtsvergleichungen zweier Gewichtsstücke verschiedenen Materials, wie etwa aus Bergkrystall und aus Platin, können nicht mit gleicher Genauigkeit, wie jene der Gewichtsstücke gleichen Materiales ausgeführt werden. Es liegt dies nicht daran, dass die Erfahrungs-Constanten, die zur Berechnung der Luftgewichte zur Anwendung kommen, nicht mit genügender Genauigkeit bekannt wären, sondern in der nicht erreichbaren Gleichheit der Temperaturen der Gewichtsstücke. Die ungleiche Wärmecapacität bringt es mit sich, dass in einem Raume wechselnder Temperaturen, wie solche im Verlaufe von 24 Stunden eintreten, die Gewichtsstücke ungleichen Gang in den Temperaturen einhalten. Man kann sich aber leicht überzeugen, dass ein in Luft eingetauchter Körper, auch wenn seine Temperatur nur um Bruchtheile eines Grades die des umgebenden Mediums übertrifft oder dagegen zurückbleibt, scheinbar leichter

oder schwerer wird. Es wäre erst besonders zu untersuchen, welchen Antheil dabei sich geltend machende Luftströmungen oder die an der Oberfläche absorbirten Luftgewichte an der Erscheinung haben. Einige in dieser Richtung ausgeführten Versuche machen es wahrscheinlich, dass lediglich Luftströmungen, an wärmeren Körper nach aufwärts, an kälteren nach abwärts, die Ursache der Anomalien sind. Wie sich dies immer verhalten mag, sicher ist, dass Gewichtsvergleichungen von Gewichtsstücken ungleichen Materiales erst durch Wägungen im luftleeren Raume mit grösserer Exactheit sich vollziehen lassen.

Nachdem Aenderungen im Drucke eines Kilogramms, welche den zehnmillionten Theil des Gewichtsstückes betragen, messbar sind, liegt es nahe Probleme aufzusuchen, in welchen solche kleine Druckdifferenzen in Frage kommen.

Zunächst bietet die Wirkung der Schwere der Erde solche Fälle. Die Beschleunigung durch die Schwere nimmt nach dem Gravitationsgesetze mit dem Quadrat der Entfernung vom Erdmittelpunkte ab, in gleichem Verhältnisse nimmt also auch der Druck eines Körpers auf die Unterlage ab. Ein Körper vom Gewichte Q_1 in der Entfernung r vom Erdmittelpunkte hat in der Entfernung $r+h$ nur noch ein Gewicht $Q_2 = Q_1 \cdot \frac{r^2}{(r+h)^2}$. Ist r der Radius der Erde an der Meeresoberfläche und h eine Höhe von nur wenigen Metern, so können die höheren Potenzen von $\frac{h}{r}$ vernachlässiget werden, und man hat daher $Q_2 = Q_1 \left(1 - \frac{2h}{r}\right)$. Für $h = 5$ m. würde, der mittlere Erdhalbmesser gleich 6366189 m gesetzt, die Gewichtsabnahme eines Kilogrammes sich schon zu 1,57 Milligramm berechnen.

Die experimentelle Bestimmung von $\frac{Q_1}{Q_2}$ unterliegt keiner Schwierigkeit. Die Waage Nr. 2, dieselbe welche bei einem Uebergewicht von 0,182 mg. eine Zunahme des Ausschlages von einem Scalentheile zeigte, wurde in einer Höhe von 5,5 Meter über dem Fussboden des Laboratoriums auf einem an der Wand befestigtem Tische aufgestellt. Der Boden des Waagekastens war durchbohrt und an Hacken der Schalen waren Drähte

aufgehangen, die an ihren unteren Enden Waagschaalen trugen. An jedem Hebelarm bestand also das Gehänge aus zwei Waagschaalen einer oberen und einer unteren. Der Abstand beider Schalen betrug 5,29 Meter. Die herabhängenden Drähte waren gegen Bewegung durch Luftzug durch hölzerne Kanäle geschützt, die in verschliessbaren Kasten zur Aufnahme der unteren Waagschaalen endeten.

Die Gewichtsvergleichungen wurden in der Art ausgeführt, dass zunächst die Kilogrammstücke in den oberen Schalen sich befanden, und dass in einem zweiten Versuche das eine Kilogrammstück in einer der oberen, das andere in einer der unteren Schalen aufgelegt wurde. Die Methode der Wägung war die der Vertauschung der Gewichtsstücke rechts und links. Nach einer jeden Wägung, in welcher ein Gewichtsstück sich oben das andere sich unten befand, wurden beide Gewichtsstücke in den oberen Schalen aufgelegt und verglichen, um in dieser Weise etwaige Aenderungen, welche die Kilogrammstücke durch atmosphärische Einflüsse erfahren haben könnten, zur Wahrnehmung zu bringen. Die Versuche wurden zehnmal wiederholt, und ebenso viele Gewichtsvergleichungen der Gewichtsstücke bei gleicher Entfernung vom Erdmittelpunkte wurden in der bezeichneten Ordnung ausgeführt. Die Messungen und Beobachtungen wurden sämtlich in frühen Morgenstunden vollzogen, weil nur auf diese Weise eine genügende Unveränderlichkeit der Temperatur gesichert erschien. Die Gewichtsverluste der Gewichtsstücke in den oberen und unteren Schalen sind um so unerlässlicher in Rechnung zu ziehen, als die Temperaturen unten und oben, auch in nicht geheizten Zimmern, nicht unbedeutend von einander abweichen. Thermometer im oberen Waagekasten und im Kasten, der die unteren Schalen einschloss, dienten zur Ablesung der Temperatur. Beide Thermometer waren vorausgehend nach dem Gange eines Luftthermometers abgeëicht, und waren in Zehntel Grade getheilt. Die Resultate der Beobachtungen sind in folgenden Tabellen niedergelegt.

Erste Versuchsreihe.

I. Beide Kilogrammstücke K_1 und K_2 in den oberen Schalen.

Schale links	Schale rechts	Scale
K_1	$K_2 + 0,003$	255,1
K_2	$K_1 + 0,005$	251,1

Unter Berücksichtigung, dass ein Zulagegewicht von 0,182 mg. in der Schale rechts den Ausschlag um einen Scalenthail erhöht, erhält man:

$$K_2 = K_1 + 0,0013640.$$

II. K_1 unten, K_2 oben.

	Schale links	Schale rechts	Thermometer		Barometer		Scale
			unten	oben	unten	oben	
K_2		$K_1 + 0,005$	9,6	10,8	721,9	721,45	253,9
K_1		$K_2 + 0,003$	9,6	10,8	721,9	721,45	251,0

Man erhält hiernach;

$$K_1 = K_2 - 0,0007361.$$

Die Differenz der Gewichtsverluste von K_1 und K_2 berechnet sich, unter Zugrundelegung des specifischen Gewichts des Messings zu 8,4 in bekannter Weise zu 0,0006864. Die Hygrometerstände waren notirt, ihr Einfluss auf die Differenz der Gewichtsverluste macht sich aber erst in den Tausendeln der Milligramme geltend, und wurde daher in dieser wie in allen folgenden Berechnungen ausser Acht gelassen.

Da die Gewichtszunahme von K_1 in leeren Raume um 0,0006864 grösser ist als die von K_2 , so hat man in leeren Raume

$$K_1 = K_2 - 0,0000497.$$

Die Differenz der Drucke von K_1 unten und K_1 oben ist demnach
 $- 0,0000497 + 0,0013640 = 0,0013153.$

Zweite Versuchsreihe.

I. K_1 und K_2 oben.

	Schale links	Schale rechts	Scale
K_1		$K_2 + 0,003$	251,9
K_2		$K_1 + 0,005$	248,0

Man erhält hiernach

$$K_2 = K_1 + 0,0013549.$$

II. K_1 unten, K_2 oben.

	Schale links	Schale rechts	Thermometer		Barometer		Scale
			unten	oben	unten	oben	
K_1		$K_2 + 0,003$	9,5	10,8	721,9	721,45	250,2
K_2		$K_1 + 0,005$	9,5	10,8	721,9	721,45	252,5

Man erhält hienach:

$$K_1 = K_2 - 0,0006992.$$

Die Differenz der Gewichtsverluste von K_1 unten und K_2 oben ist

0,0007371. Da K_1 im leeren Raume um den gleichen Betrag mehr zunimmt als K_2 , so hat man im leeren Raume

$$K_1 = K_2 - 0,0000379.$$

Der Unterschied der Gewichte von K_1 unten und K_1 oben ist daher:

$$- 0,0000379 + 0,0013549 = 0,0013928.$$

Dritte Versuchsreihe.

I. K_1 und K_2 oben.

Schale links	Schale rechts	Scale
K_1	$K_2 + 0,003$	249,3
K_2	$K_1 + 0,005$	245,0

Man erhält hiernach

$$K_2 = K_1 + 0,0013913.$$

II. K_1 unten, K_2 oben.

Schale links	Schale rechts	Thermometer		Barometer		Scale
		unten	oben	unten	oben	
K_1	$K_2 + 0,003$	12,4	13,2	716,32	715,87	246,1
K_2	$K_1 + 0,005$	12,4	13,2	716,32	715,87	252,4

Man erhält hiernach:

$$K_1 = K_2 - 0,0004265.$$

Die Differenz der Gewichtsverluste von K_1 unten und K_2 oben ist 0,00048195. Im leeren Raume ist demnach:

$$K_1 = K_2 + 0,0000552.$$

Der Unterschied der Gewichte von K_1 unten und K_1 oben ist daher:

$$+ 0,0000552 + 0,0013913 = 0,0014465.$$

Vierte Versuchsreihe.

I. K_1 und K_2 oben.

Schale links	Schale rechts	Scale
K_1	$K_2 + 0,003$	255,1
K_2	$K_1 + 0,005$	251,3

Man erhält hiernach

$$K_2 = K_1 + 0,0013457.$$

II. K_1 unten, K_2 oben.

Schale links	Schale rechts	Thermometer		Barometer		Scale
		unten	oben	unten	oben	
K_1	$K_2 + 0,003$	11,3	12,1	723,38	722,73	245,5
K_2	$K_1 + 0,005$	11,3	12,1	723,38	722,73	252,8

Man erhält hiernach:

$$K_1 = K_2 - 0,0003357.$$

Die Differenz der Gewichtsverluste von K_1 unten und K_2 oben berechnet sich zu 0,0005204. Im leeren Raume ist demnach:

$$K_1 = K_2 + 0,0001847.$$

Der Unterschied der Gewichte von K_1 unten und K_1 oben ist daher:

$$0,0001847 - 0,0013457 = 0,0015304$$

Fünfte Versuchsreihe.

I. K_1 und K_2 oben,

Schale links	Schale rechts	Scale
K_1	$K_2 + 0,003$	254,3
K_2	$K_1 + 0,005$	250,1

Man erhält hiernach:

$$K_2 = K_1 + 0,0013822.$$

II. K_1 unten, K_2 oben.

Schale links	Schale rechts	Thermometer		Barometer		Scale
		unten	oben	unten	oben	
K_1	$K_2 + 0,003$	6,8	8,6	724,6	724,15	253,1
K_2	$K_1 + 0,005$	6,8	8,6	724,6	724,15	254,2

Man erhält hiernach:

$$K_1 = K_2 - 0,0008998.$$

Die Differenz der Gewichtsverluste berechnet sich zu 0,0012008. Im leeren Raume ist demnach:

$$K_1 = K_2 + 0,0003010.$$

Der Unterschied der Gewichte von K_1 unten und K_1 oben ist daher

$$0,0003010 + 0,0013822 = 0,0016832.$$

Sechste Versuchsreihe.

I. K_1 und K_2 oben.

Schale links	Schale rechts	Scale
K_1	$K_2 + 0,003$	252,2
K_2	$K_1 + 0,005$	248,2

Man erhält hiernach:

$$K_2 = K_1 + 0,0013640.$$

II. K_1 oben, K_2 unten.

Schale links	Schale rechts	Thermometer		Barometer		Scale
		unten	oben	unten	oben	
K_1	$K_2 + 0,003$	7,8	9,4	725,4	724,95	257,5
K_2	$K_1 + 0,005$	7,8	9,4	725,4	724,95	246,4

Man erhält hiernach:

$$K_2 = K_1 + 0,0020102.$$

Die Differenz der Gewichtsverluste berechnet sich zu 0,0008971. Im leeren Raume ist demnach:

$$K_2 = K_1 + 0,0029073.$$

Der Unterschied der Gewichte von K_2 unten und K_2 oben ist daher:
 $0,0029073 - 0,0013640 = 0,0015433.$

Siebente Versuchsreihe.

I. K_1 und K_2 oben.

Schale links	Schale rechts	Scale
K_1	$K_2 + 0,003$	251,2
K_2	$K_1 + 0,005$	248,2

Man erhält hiernach:

$$K_2 = K_1 + 0,0012730.$$

II. K_1 oben, K_2 unten.

Schale links	Schale rechts	Thermometer		Barometer		Scale
		unten	oben	unten	oben	
K_1	$K_2 + 0,003$	7,8	9,2	724,5	724,15	258,0
K_2	$K_1 + 0,005$	7,8	9,2	724,5	724,15	247,0

Man erhält hiernach

$$K_2 = K_1 + 0,0020010.$$

Die Differenz der Gewichtsverluste berechnet sich zu 0,0007776. Im leeren Raume ist demnach:

$$K_2 = K_1 + 0,0027786.$$

Die Differenz der Gewichte von K_2 unten und K_1 oben ist daher
 $0,0027786 - 0,001273 = 0,0015056.$

Achte Versuchsreihe.

I. K_1 und K_2 oben.

Schale links	Schale rechts	Scale
K_1	$K_2 + 0,003$	252,0
K_2	$K_1 + 0,005$	247,6

Man erhält hiernach:

$$K_2 + K_1 + 0,0014004.$$

II. K_1 oben, K_2 unten.

Schale links	Schale rechts	Thermometer		Barometer		Scale
		unten	oben	unten	oben	
K_1	$K_2 + 0,003$	8,2	9,6	724,5	724,05	259,2
K_2	$K_1 + 0,005$	8,2	9,6	724,5	724,05	248,0

Man erhält hiernach:

$$K_2 = K_1 + 0,0020192.$$

Die Differenz der Gewichtsverluste berechnet sich zu 0,0007952. Im leeren Raume ist demnach

$$K_2 = K_1 + 0,0028150.$$

Die Differenz der Gewichte von K_2 unten und K_2 oben ist daher:

$$0,0028150 - 0,0014004 = 0,0014146.$$

Neunte Versuchsreihe.

I. K_1 und K_2 oben.

Schale links	Schale rechts	Scale
K_1	$K_2 + 0,003$	252,0
K_2	$K_1 + 0,005$	248,2

Man erhält hiernach:

$$K_2 = K_1 + 0,0013458.$$

II. K_1 oben, K_2 unten.

Schale links	Schale rechts	Thermometer		Barometer		Scale
		unten	oben	unten	oben	
K_1	$K_2 + 0,003$	8,0	10,0	706,3	705,85	257,9
K_2	$K_1 + 0,005$	8,0	10,0	706,3	705,85	248,0

Man erhält hiernach:

$$K_2 = K_1 + 0,0019009.$$

Die Differenz der Gewichtsverluste berechnet sich zu 0,0010449. Im leeren Raume ist demnach:

$$K_2 = K_1 + 0,0029458.$$

Die Differenz der Gewichte von K_2 unten und K_2 oben ist daher:

$$0,0029458 - 0,0013458 = 0,0016000.$$

Zehnte Versuchsreihe.

I. K_1 und K_2 oben.

Schale links	Schale rechts	Scale
K_1	$K_2 + 0,003$	254,2
K_2	$K_1 + 0,005$	250,7

Man erhält hiernach:

$$K_2 = K_1 + 0,0013185.$$

II. K_1 oben, K_2 unten.

Schale links	Schale rechts	Thermometer		Barometer		Scale
		unten	oben	unten	oben	
K_1	$K_2 + 0,003$	8,7	10,9	705,0	704,55	256,0
K_2	$K_1 + 0,005$	8,7	10,9	705,0	704,55	247,7

23*

Man erhält hiernach:

$$K_2 = K_1 + 0,0018463.$$

Die Differenz der Gewichtsverluste berechnet sich zu 0,0011400. Im leeren Raume ist demnach:

$$K_2 = K_1 + 0,0029863.$$

Die Differenz der Gewichte K_2 unten und K_2 oben ist daher:

$$0,0029863 - 0,0013185 = 0,0016678.$$

Die zehn Gewichtsvergleichungen der Gewichtsstücke in gleichem Abstände vom Erdmittelpunkte ergaben nach der Reihe

$$\begin{aligned} K_2 &= K_1 + 0,0013640 \\ &= K_1 + 0,0013549 \\ &= K_1 + 0,0013913 \\ &= K_1 + 0,0013457 \\ &= K_1 + 0,0013822 \\ &= K_1 + 0,0013640 \\ &= K_1 + 0,0012730 \\ &= K_1 + 0,0014004 \\ &= K_1 + 0,0013458 \\ &= K_1 + 0,0013185 \\ \text{Mittel} \quad K_2 &= \frac{K_1 + 0,0013539}{10} \end{aligned}$$

Die grösste Abweichung der einzelnen Versuche vom Mittel beträgt nur 0,08 Milligramm, und spricht dafür dass überhaupt die erhaltenen Abweichungen nur den unvermeidlichen Fehlern, nicht aber der Veränderlichkeit der Gewichtsstücke zuzuschreiben sind.

Die Gewichtsabnahmen, welche nach einer Zunahme der Entfernung von 5,29 Meter vom Erdmittelpunkte eintreten, zeigen nicht die gleiche Uebereinstimmung. In Milligrammen ausgedrückt ergab sich für diese Gewichtsabnahmen nach der Reihe:

$$\begin{aligned} &1,3153 \\ &1,3928 \\ &1,4465 \\ &1,5304 \\ &1,6822 \\ &1,5433 \\ &1,5056 \\ &1,4146 \\ &1,6000 \\ &1,6675 \\ \text{Mittel} \quad &\frac{1,5099}{10} \end{aligned}$$

Die Abweichungen treten hier schon in den Zehntel der Milligramme auf. Da sie nicht auf eine Veränderlichkeit der Gewichtsstücke zurückzuführen sind, so liegt der Grund wohl ohne Zweifel nur darin, dass Gewichtsvergleichungen von Gewichtsstücken, die in Luft ungleicher Temperatur und ungleichen Druckes aufgehangen sind, mit grösseren unvermeidlichen Beobachtungsfehlern sich behaftet zeigen. In der That macht auch ein Fehler von $0,2^{\circ}\text{C}$. in der Temperatur Differenz der unteren und oberen Station sich schon in den Zehnteln der Milligramme geltend.

Nachdem die Versuche ergaben, dass am Ort München ein Gewichtsstück Q_1 von einem Kilogramm, von einer unteren Station in eine um 5,29 m höhere Station gebracht, um 1,5099 Milligramm abnimmt, so hat man

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{1000000 - 1,5099}{1000000}.$$

Nach dem Gravitationsgesetze ist:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{2 \cdot 5,29}{6366189} = \frac{1000000 - 1,662}{1000000}.$$

Man hätte also eine Abnahme von 1,662 mg. erwarten sollen. Der Unterschied ist allerdings klein und beträgt nur 0,152 mg., auch ist auf die Fehlerquellen, die in der Reduction der Gewichte auf den leeren Raum auftreten, aufmerksam gemacht. Immerhin ist aber der Unterschied grösser, als man bei einer so ausgedehnten Versuchsreihe hätte erwarten sollen. Man könnte daher die Frage aufwerfen, ob die Art der Ausführung des Versuches auch vollkommen im Einklange stehet mit der unter Anwendung des Gravitationsgesetzes gemachten Voraussetzung. Das physikalische Institut liegt in einem der tieferen Stadttheile, ist massiv gebaut, und ist von massiven Gebäuden umgeben, oder denselben naheliegend, während in der Rechnung vorausgesetzt ist, dass keine störenden Ursachen einwirken. Versuche in einem isolirt stehenden Thurm würde durch die Lage selbst und würden dadurch, dass grössere Abstände der Waagschalen in Anwendung gebracht werden könnten, vielleicht auch durch mindere Veränderlichkeit der Temperaturen der unteren und oberen Stationen, exactere Resultate liefern. Ich werde nicht versäumen eine sich mir eben bietende Gelegenheit zur Wiederholung der Versuche zu benützen.

Günstige äussere Verhältnisse würden auch erlauben einen Versuch der Wägung der Erde auszuführen, d. h. zu bestimmen wie viel mal mehr materielle Punkte die Erde besitzt als ein Körper bekannter Grösse und bekannter Dichtigkeit. Bei gleicher Aufstellung der Waage und bei den eben erwähnten Versuchen würde eine unter der unteren Waagschale aufgestellte, aus Bleibarren gebildete Kugel eine entsprechende Vermehrung des Zuges, also Erhöhung des Gewichtes erzeugen. Unter zu Grundelegung der für die mittlere Dichtigkeit der Erde aufgefundenen Zahl lässt sich der Halbmesser einer Bleikugel bestimmen, welche eine Gewichtszunahme eines Kilogrammstückes von 1 Miligramm bewirken könnte. Es ist mir einige Aussicht zur Ausführung des Versuches gegeben, der dann rückwärts auf einem neuen Wege zur Bestimmung der mittleren Dichtigkeit der Erde benützt werden könnte.





Inhalt.

	Seite
Studien über fossile Spongien. Erste Abtheilung. I. Hexactinellidae. Von <i>Karl Alfred Zittel</i>	1
Studien über fossile Spongien. Zweite Abtheilung. II. Lithistidae. Mit zehn lithographirten Tafeln. Von <i>Karl Alfred Zittel</i>	65
Die Anwendung der Waage auf Probleme der Gravitation. Von <i>Ph. von Jolly</i>	155

ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

DREIZEHNTEN BANDES

ZWEITE ABTHEILUNG

IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER XLVIII. BAND.

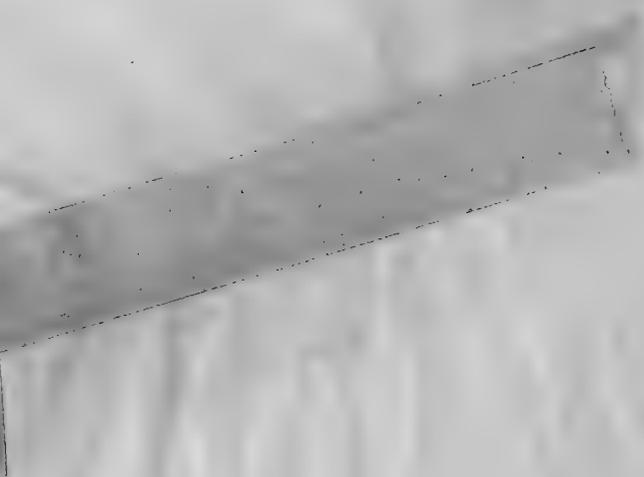


MÜNCHEN,

1879.

VERLAG DER K. AKADEMIE,

IN COMMISSION BEI G. FRANZ.



ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

DREIZEHNTEN BANDES

ZWEITE ABTHEILUNG

IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER XLVIII. BAND.

MÜNCHEN,

1879.

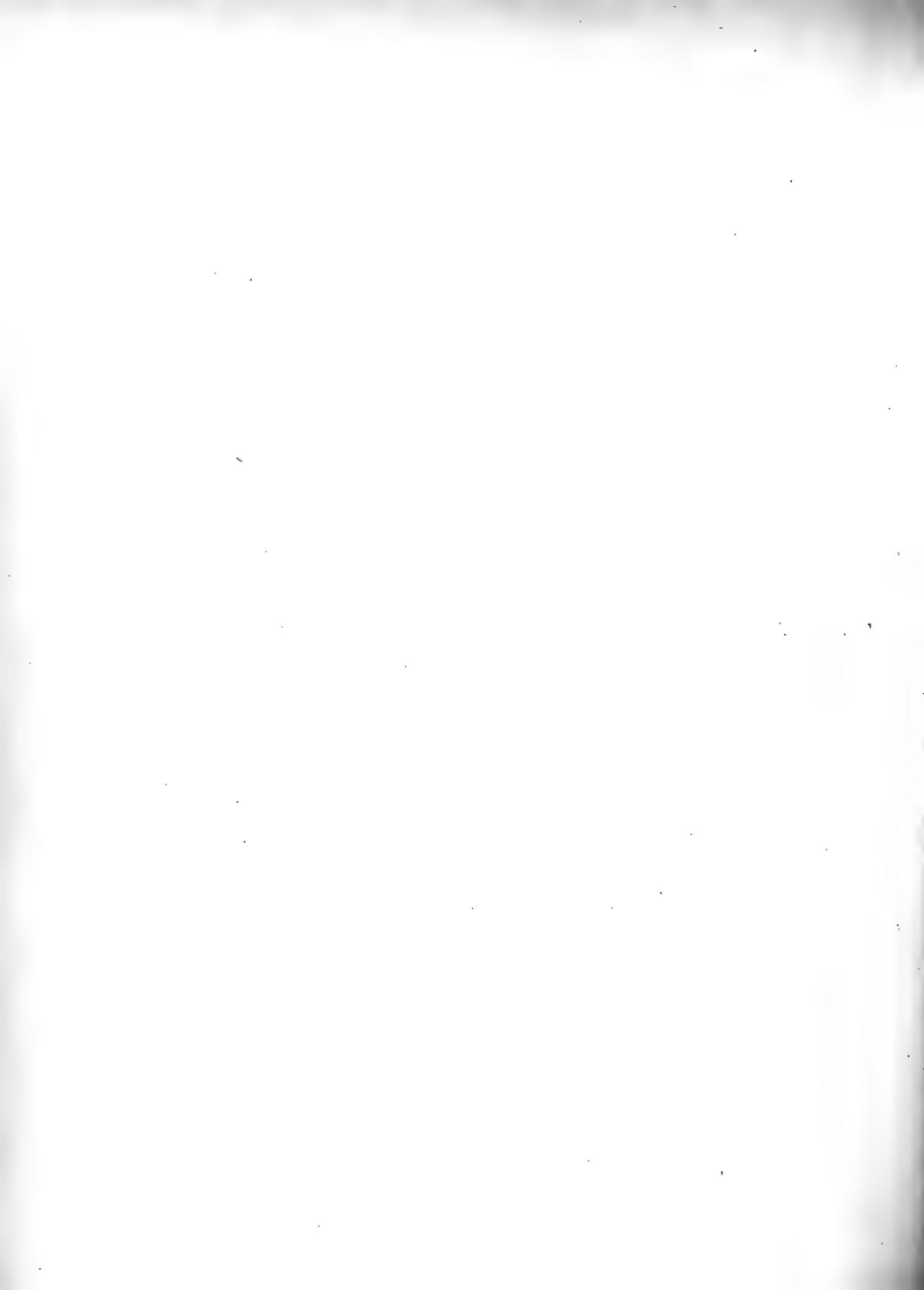
VERLAG DER K. AKADEMIE,

IN COMMISSION BEI G. FRANZ.



Inhalt.

	Seite
Studien über fossile Spongien. Dritte Abtheilung. Monactinellidae, Tetractinellidae und Calcispongiae. Von <i>Karl Alfred Zittel</i>	1
Die Veränderlichkeit in der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft. Von <i>Ph. v. Jolly</i>	49
Theorie der Gärung. Von <i>C. v. Nägeli</i>	75
Vergleichend anatomische Untersuchungen über die äusseren weiblichen Geschlechts- und Begattungsorgane des Menschen und der Affen, insbesondere der Anthropoiden. Von <i>Dr. Th. L. W. von Bischoff</i> . Mit sechs Tafeln Abbildungen	207



Studien

über

f o s s i l e S p o n g i e n .

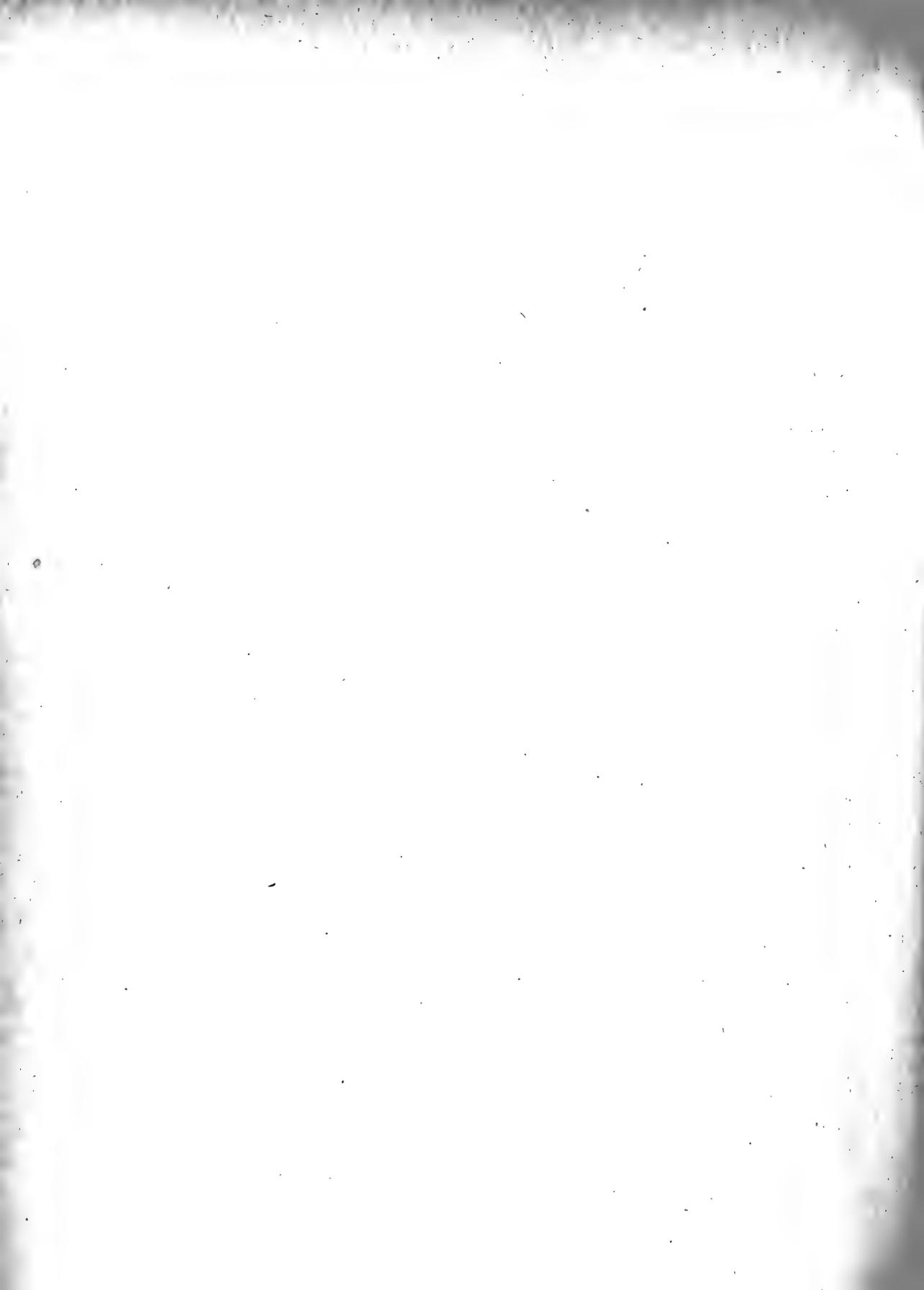
Dritte Abtheilung:

Monactinellidae, Tetractinellidae und Calcispongiae.

Von

Karl Alfred Zittel,

ordentl. Mitglied der k. bayer. Akademie der Wissenschaften.



Studien über fossile Spongien.

III. Monactinellidae. *Zitt.*

In meiner Abhandlung „Zur Stammesgeschichte der Spongien“¹⁾ habe ich, hauptsächlich gestützt auf die von O. Schmidt (Atlant. Spong. S. 83) vorgeschlagene Gruppierung, folgende Ordnungen der Spongien angenommen: 1) Myxospongiae *Haeck.* 2) Ceraospongiae *Bronn.* 3) Monactinellidae *Zitt.* 4) Tetractinellidae *Marsh.* 5) Lithistidae *O. Schmidt* 6) Hexactinellidae *O. Schmidt* 7) Calcispongiae *Blainv.*

Zu den Monactinelliden rechne ich sämtliche Spongien, deren Skelet aus einaxigen Kieselnadeln besteht. Es gehören somit hierher O. Schmidt's Familien der Chalinea, Renierinae, Suberitidinae, Desmacidinae und Chalinopsinidae.

Von den zahlreichen einaxigen Kieselnadeln, welche Ehrenberg aus tertiären oder cretacischen Ablagerungen in der Mikrogeologie abgebildet und benannt hat, dürften wohl viele von Monactinelliden herrühren, aber nur selten besitzen diese Spongolithen eine so charakteristische Gestalt, dass sie isolirt noch mit Sicherheit bestimmt werden könnten.

Zu den wenigen einaxigen Kieselgebilden von unverkennbarem Habitus gehören die von mir²⁾ unter dem Namen *Esperites Carteri* aus der oberen Kreide von Vordorf abgebildeten Klammern und Grabscheite, die ganz übereinstimmend auch bei lebenden Esperien vorkommen.

Zu den Renierinen rechnet Carter³⁾ einen kissenförmigen, kreisrunden, scheibenartig zusammengedrückten, aus ziemlich grossen Stabnadeln bestehenden Schwamm (*Pulvillus*) aus dem Kohlenkalk von Schottland.

1) Festgabe der philosophischen Facultät zum 50 jährigen Doctorjubiläum des Professor von Siebold. München 1878.

2) Ueber *Coeloptychium*. Diese Denkschriften Bd. XII Taf. IV. Fig. 27—29.

3) *Annals and Magaz. nat. hist.* 1878. 5 Ser. vol. I. S. 137.

Eine zweite krustenartig auf Hydractinien sitzende Gattung (*Raphidhistia* ib. S. 140) aus derselben Formation besteht aus wellig gebogenen Stabnadeln und schliesst sich nach Carter am besten an die lebende Gattung *Hymenaphia* an, welche nach der Schmidt'schen Einteilung zu den *Chalinopsiniden* zu rechnen wäre.

Den günstigsten Erhaltungszustand unter den fossilen *Monactinelliden* zeigen gewisse *Suberitiden*, von denen zuweilen noch zusammenhängende Skelete vorkommen. Ich kenne von diesen drei fossile Gattungen.

Opetionella. Zitt. Taf. XI. Fig. 1.

(ὀπίτιον Ahle).

Schw. knollig oder rindenförmig, von unregelmässiger Gestalt; *Oscula*, Poren oder Canal-system nicht erhalten. Skelet aus einer c. 12 mm. dicken Schicht bestehend, die aus dicht aneinander gedrängten, parallelen Stabnadeln zusammengesetzt ist. Letztere sind 5—10 mm. lang, ahlenförmig, an beiden Enden scharf zugespitzt, in der Mitte am stärksten.

Eine besondere Rindenschicht mit kleineren Stabnadeln, sternförmigen oder kugeligen Körpern habe ich an den vorliegenden Stücken nicht beobachtet; möglicherweise sind sie weggeschwemmt, möglicherweise waren sie überhaupt nicht vorhanden. Trotz dieses Mangels stelle ich die Gattung *Opetionella* in die Nähe von *Donatia* (*Tethya*) *lyncurium* Nardo, da die Nadeln beider Genera nicht nur die gleiche Form, sondern auch die gleiche Anordnung erkennen lassen. Noch enger dürfte sich Carter's *Trachya* (*Ann. Mag. nat. hist.* 1870. vol. VI. S. 178. pl. XIII. Fig. 11—16) anschliessen. Bei dieser *Suberiten*-Gattung besteht der ganze Schwammkörper gleichfalls nur aus Stabnadeln von zweierlei Grösse und Form, auch fehlt eine Rindenschicht. Von *Opetionella* unterscheidet sich *Trachya* lediglich durch Anwesenheit der kleineren Stabnadeln in der Aussenschicht, sowie durch die Anordnung der grösseren Skeletnadeln um mehrere Kerne.

Als typische Art der Gattung *Opetionella* betrachte ich: *Opetionella radians*. Zitt. Taf. XI. Fig. 1 aus dem Cuvieri Pläner des Windmühlenberg bei Salzgitter. Eine grosse Anzahl Bruchstücke einer zweiten kleineren, plattigen, ganz unregelmässig gestalteten Art (*Op. Jurassica* Zitt.), bei welcher die Nadeln immer in Brauneisenstein umgewandelt sind, wurden mir von Herrn Inspektor Klemm aus den Impressakalken von Geislingen in Würtemberg mitgetheilt.

Denselben Erhaltungszustand zeigen auch einige trichterförmige, vollständig aus zweispitzigen Stabnadeln bestehende Körper von der gleichen Localität, die in ihrem Aeussern eine gewisse Aehnlichkeit mit *Sporadopyle obliqua* besitzen. Ich stelle dieselben vorläufig zu *Opetionella* und nenne sie ihrem Entdecker zu Ehren *Op. Klemmi*.

Scolioraphis. Zitt. Taf. XII. Fig. 1^a. b. 2.

Schw. massiv, knollig oder krustenförmig, sehr unregelmässig; zuweilen löcherig und aus mäandrisch verschlungenen Blättern zusammengesetzt; Oberfläche wellig oder mit warzigen, durch gebogene und anastomosirende Thäler geschiedenen Erhöhungen.

Die ganze Masse des Schwammkörpers besteht aus wellig gekrümmten, einfachen, cylindrischen, an den Enden stumpfen, und ihrer ganzen Länge nach durch kragenförmige Anschwellungen knorrigen Nadeln, welchen sich in geringer Menge noch einfache Stabnadeln beimischen, die an einem Ende spitz zulaufen, am andern etwas verdickt sind. Bei beiden Nadelformen lassen sich die ziemlich weiten, durchlaufenden und an der Spitze frei zu Tage tretenden Axencanäle sehr schön beobachten. Oscula oder Wassercanäle sind an den fossilen Skeleten nicht erhalten.

Von dieser bemerkenswerthen Gattung kenne ich zwei Arten aus der oberen Kreide Norddeutschlands. Unter den lebenden Suberitiden existirt keine Form mit wurmförmig gekrümmten und knorrigen Nadeln. Ich habe sehr ähnliche Spiculae bei einer noch unbeschriebenen lebenden Lithistidenform aus der Gattung *Corallistes* gefunden, ausserdem bildet Bowerbank (Monogr. Brit. Spong. I pl. I Fig. 14.) eine aus dem Atlantischen Ocean und zwar aus der Tiefe von 2070 Faden stammende (nodulated-cylindrico-vermiculated) Nadel ab, die sich nur durch schlankere Gestalt von denen unserer fossilen Gattung unterscheidet. Der Schwamm, von welchem die erwähnte Nadel Bowerbank's herrührt, scheint bis jetzt noch nicht aufgefunden worden zu sein. Auch O. Schmidt hat bei einer Ancoriniden Gattung (*Craniella tethyoides*. *Sitt. Atlant. Sp.* S. 66. t. VI. Fig. 9) ähnliche Nadeln gefunden.

1) *Scolioraphis cerebriformis*. *Zitt. Taf. XII. Fig. 1.*

Schw. knollig oder krustenförmig mit gewölbter Oberfläche, auf welcher stumpfe, durch mäandrisch gewundene und anastomosirende Thäler getrennte Kämme und Höcker von verschiedener Gestalt hervorragen. Das Skelet besteht fast ausschliesslich aus knorrigen, wurmförmigen ziemlich kurzen Nadeln, sowie aus vereinzelt, glatten Stabnadeln.

Das Original-Exemplar dieser Art lag unter der Bezeichnung *Amorphospongia* sp. nov. im Münchener paläontolog. Museum und stammt aus der Quadratenkreide des Sutterbergs.

2) *Scolioraphis anastomans*. *Zitt. Taf. XII. Fig. 2.*

Schw. knollig, löcherig aus dünnen verschlungenen und anastomosirenden Blättern bestehend. Skelet mit ziemlich langen, wurmförmig gekrümmten, knorrigen Nadeln, denen sich in grösserer Menge einfache Stabnadeln von verschiedener Grösse und Form beimischen.

Quadratenkreide von Linden und Ahlten in Hannover.

Cliona. *Grant.*

Syn. Vioa Nardo, Clionites Morris, Eutobia Bronn.

Zu dieser Gattung gehören Spongien, welche ein aus Hornfasern und Stabnadeln bestehendes Skelet besitzen und sich in Conchylien oder Steine einbohren. Sie bilden im Innern der von ihnen bewohnten Körper vielfach verästelte Gänge, welche sich bald verschmälern, dann wieder erweitern und auf diese Weise in kammerartige Abtheilungen zerfallen. Mit der Oberfläche stehen sie nur durch walzenartige Gänge in Verbindungen, die mit einer kleinen runden Oeffnung ausmünden.

Es ist mir trotz aller Bemühungen niemals gelungen, in den soeben beschriebenen Höhlungen fossiler Muscheln oder Schnecken Spiculae aufzufinden, allein die Bohrgänge stimmen so gut mit denen der lebenden Clionen überein, dass man sie schon seit langer Zeit auf diese Spongiengattung bezieht. Am häufigsten scheinen sich die bohrenden Spongien *Ostrea*, *Pecten*, *Inoceramus*, *Placuna* und *Avicula* Schalen auszusuchen, doch habe ich sie auch in *Pectunculus*, *Venus*, *Cytherea* und in *Cerithium giganteum* beobachtet.

Eingehende Untersuchungen über lebende Cliona-Arten hat Hancock ¹⁾ veröffentlicht.

Aus dem Vorkommen von Bohrlöchern lässt sich die Existenz unserer Gattung möglicher Weise schon bis in die Silurformation zurückverfolgen, sicherer dürften die Bohrlöcher in cretacischen Austern und Inoceramen zu Cliona gehören; am häufigsten kommen dieselben übrigens in der Tertiärformation vor.

Es sind von Conybeare, Michelin, d'Orbigny und Pomel eine Anzahl Arten, theils unter dem Gattungsnamen Cliona, theils als *Vioa* aufgestellt worden, da indess von keiner einzigen die Skelettnadeln nachgewiesen wurden, so kann diesen Arten kein grosses Gewicht beigelegt werden.

Für völlig problematisch halte ich die in Belemniten oder fossilen Conchylien vorkommenden einfachen oder verästelten Bohrlöcher und Gänge, für welche Hagenow ²⁾, Quenstedt und Etallon ³⁾ die Gattungen *Talpina Hag.*, *Dendrina Quenst.*, *Hagenowia* und *Cobalia Et.* vorgeschlagen haben. Ich kenne unter den lebenden Spongien keine Form, welche ähnliche Gänge aushöhlt und bin daher eher geneigt, dieselben bohrenden Würmern zuzuschreiben.

IV. Tetractinellidae. Marshall.

Kiesel-spongien mit Nadeln des pyramidalen Typus.

(Vierstrahler, Achtstrahler, Anker).

Die Ordnung der Tetractinelliden umfasst die zwei Familien der Geodinidae und Ancorinidae O. Schmidt's oder denjenigen Theil der Carter'schen Holoraphidota, bei welchem das Skelet aus Kieselgebilden zusammengesetzt ist, denen das Axenkreuz einer dreiseitigen Pyramide zu Grunde liegt. Es sind dies sämmtliche Vertreter der Familie der Pachytragida und von der Familie der Pachastrelliden, wozu Carter auch die Lithistiden rechnet, die Gruppe der Pachastrellinen.

Die ältesten Tetractinelliden-Nadeln hat Carter ⁵⁾ aus dem unteren Kohlenkalk von Cunningham Baidland in Ayrshire, Schottland beschrieben. Den ersten

1) Ann. Mag. nat. hist. 1849. vol. III. 321—347. vol. IV. 355—357 und Natural history Transactions of Northumberland and Durham 1868.

2) Jahrbuch für Min. Geol. und Petref. 1840. S. 671.

3) Petrefaktenkunde Deutschlands Cephalop. t. 30. Fig. 36. 37.

4) Actes de la soc. jurass. d'émulation Porrentruy. 1860.

5) Annals and Mag. nat. hist. 1878. 5 Ser. vol. I. S. 139.

Nachweis von fossilen Nadeln aus der vorliegenden Ordnung verdankt man demselben verdienstvollen Spongiologen.

Unter den isolirten Spongiennadeln im Grünsand von Haldon bildete Carter ¹⁾ schon im Jahre 1871 eine erhebliche Anzahl ab, die sich in ihrer Form aufs engste an die Anker, Vierstrahler, Stabnadeln und Kieselkugeln der Gattungen *Geodia*, *Pachastrella*, *Tethya* und *Stelletta* anschliessen. Wenn auch ein Theil derselben von Lithistiden herrühren dürfte, so gehören andere doch sicher zu den Tetractinelliden. Carter bezeichnet die fossilen Nadeln je nach ihren Beziehungen zu lebenden Formen mit den Gattungsnamen *Geodites*, *Dercites* und *Stelletites* und gibt auf Taf. IX. und X. seine Abhandlung eine Reihe von Abbildungen. Eine bis jetzt nur in fossilem Zustand bekannte Gruppe von Stabnadeln, Vierstrahlern und Ankern mit ringförmigen Einschnürungen werden unter dem Namen *Monilites* (l. c. pl. IX. Fig. 44—47) zusammengefasst und bilden einen überaus charakteristischen, ausgestorbenen Typus. Ich habe vereinzelte Nadeln von gleicher Form in der norddeutschen Kreide von Ahlten aufgefunden, und von Rütot werden sie auch aus dem Eocänsand von Brüssel erwähnt.

In meiner Monographie der Gattung *Coeloptychium* habe ich ebenfalls eine grosse Zahl isolirter Kieselgebilde abbilden lassen und damals irrthümlicher Weise *Coeloptychium* zugeschrieben. Die strahligen Kieselkugeln und Scheiben (l. c. Taf. V. Fig. 18—26) rühren wahrscheinlich von fossilen *Stelletta*- oder *Geodia*-Arten her, zu *Pachastrella* oder *Geodia* werden die stacheligen Kugeln l. c. V. 27—30, zu *Tethya*, *Callites* oder *Pachastrella* die strahligen Sterne Fig. 31 gehören. Wie viele von den auf Taf. V, VI und VII abgebildeten vier-, sieben- und acht-strahligen Sternen und Ankern, sowie von den auf Taf. IV und V dargestellten einaxigen Nadeln von *Pachytragiden*, *Pachastrelliden*, *Lithistiden* oder anderen Spongien-Gruppen herrühren, wird sich bei der indifferenten Beschaffenheit dieser Gebilde nicht mehr entscheiden lassen. Zu den Geodien glaube ich aber jetzt mit Bestimmtheit die dichten, ungestrahlten, eiförmigen Körper (Taf. IV. Fig. 52—59), sowie die Kugeln (l. c. Fig. 66) rechnen zu müssen, seitdem ich ganz übereinstimmende Körper im oberen Jura in grosser Menge als Umkleidung einer Aushöhlung gefunden habe, worin zahlreiche Gabelanker und Vierstrahler zerstreut lagen. Solche elliptische, eiförmige und kugelige Körper finden sich im weissen Jura in Gesellschaft von Stabnadeln und Ankern überhaupt ungemein häufig.

Die Anwesenheit von Tetractinelliden lässt sich auch im Lias und in der rhätischen Stufe constatiren. Ich habe durch Herrn Nelson Dale aus dem obern Lias des Thales Conzei bei Pieve di Ledro in Süd-Tyrol ein c. 70 mm. langes und 35 mm. dickes Gesteinsstück erhalten, das vollständig aus grossen Kieselnadeln besteht. Neun Zehntel derselben sind einfach, doppelt zugespitzt und c. 4—5 mm. lang. Dazwischen liegen vereinzelt grosse Vierstrahler (spanische Reiter).

1) Abhandlungen k. Bayr. Ak. II. Cl. Bd. XII.

Ganz ähnliche gerade oder etwas gebogene Stabnadeln, untermischt mit Gabelankern und Hexactinelliden-Fragmenten, bilden am Hochfellen in den Bayerischen Alpen eine mehrere Centimeter dicke Lage im Horizont der *Avicula contorta*.

Den Vorkommnissen im Grünsand von Haldon entsprechen am meisten die von Jos. Wright¹⁾ aus der Kreide von Irland beschriebenen Spongiennadeln, unter denen die Gattungen *Geodites*, *Stelletites*, *Dercites* und *Monilites* ebenfalls vertreten sind.

Zahlreiche zu *Geodia* und *Donatina* gehörige Anker und Nadeln finden sich auch in den bei Brüssel im eocänen Sand vorkommenden Röhren, welche von Carter²⁾ unter dem Namen *Broeckia* beschrieben worden sind. Die Spongiennadeln selbst wurden von Rutot³⁾ zuerst genauer untersucht und abgebildet.

Unter der Bezeichnung *Esperites giganteus* hatte Carter⁴⁾ eine S förmig gebogene, einaxige Nadelform von ansehnlicher Grösse aus dem Grünsand von Haldon erwähnt; ähnliche Nadeln wurden später von Rutot (l. c. pl. 3 Fig. 5 u. 29) aus dem Eocänsand von Brüssel und von mir (Abhandlungen d. k. bayr. Ak. II. Cl. vol. XII. Taf. IV. Fig. 25 u. 26) aus der oberen Kreide von Westfalen beschrieben; ich habe sie auch mehrfach im Aetzrückstand oberjurassischer Spongien gefunden. Nachdem Carter⁵⁾ Nadeln von völlig übereinstimmender Grösse und Form unter einer Sammlung lebender Tiefseespongien in Gesellschaft von dreispitzigen Ankern beobachtet hatte, glaubte er dieselben zu den Pachastrelliden stellen zu müssen und schlägt dafür den Namen *Ophiraphidites* vor.

Das Göttinger Universitäts-Museum besitzt aus der Quadratenkreide von Linden bei Hannover ein 80 mm. langes, am oberen Ende 16 mm., am unteren 9 mm. breites etwas platt gedrücktes Fragment eines Kieselschwammes, der aus einfachen, mehr oder weniger wellig gebogenen, glatten Nadeln besteht, die ganz mit denen von *Ophiraphidites* übereinstimmen. Die Länge dieser, mit ungemein weiten Axencanälen versehenen Nadeln schwankt zwischen 1 1/2 und 5 mm.; sie liegen alle in der Richtung der Längsaxe dicht auf einander gepackt, sind innig mit einander verflochten und lassen weder Raum für Längs- noch Quer-Canäle zwischen sich frei. Ganz vereinzelt finden sich mitten unter diesen gebogenen Stabnadeln auch einfache Vierstrahler, bei denen ein Arm meist stark verlängert ist, als Seltenheit wohl auch Gabelanker mit langem Schaft und kurzen Zinken. Ich nenne diese bemerkenswerthe Form *Ophiraphidites cretaceus*. (Taf. XII. Fig. 2)

Eine andere interessante Tetractinelliden-Form aus der Nachbarschaft von *Tethya* habe ich durch Herrn Dr. Steinmann aus der Quadratenkreide von Ahlten erhalten. Sie bildet eine besondere Gattung.

1) Report. Belfast. nat. field Club. 1873. 74. Appendix.

2) Ann. Mag. nat. hist. 1877. vol. XIX. S. 382.

3) Annals de la Soc. malac. de Belgique 1874. vol. IX. pl. 3.

4) Ann. Mag. nat. hist. 1871 vol. VII. S. 131. pl. X. Fig. 79.

5) ib. 1876 vol. XVIII. S. 458.

Tethyopsis Zitt. Taf. XI. Fig. 3.

ist von unregelmässig knolliger oder keulenförmiger Gestalt. Skelet der Hauptsache nach aus sehr grossen bis 5 mm. langen, beiderseits scharf zugespitzten, geraden oder schwach gebogenen Stabnadeln bestehend, die in paralleler Richtung auf einander gelagert dem Innern des Schwammkörpers eine strahlige Struktur verleihen. Die Oberfläche wird von einer Schicht kleinerer, dreizinkiger Anker gebildet, deren langer Schaft nach Innen gerichtet ist. Die drei Zinken sind meist gleichmässig entwickelt, fast horizontal ausgebreitet, mit ihren Spitzen etwas rückwärts gebogen. Zwischen diesen grossen Anker finden sich ganz vereinzelt kleinere, bei denen die 3 kurzen Zacken hakenförmig rückwärts gebogen sind. Die Rinden-Anker sind ferner noch begleitet von kleinen, etwas gebogenen Stabnadeln und vereinzelt Vierstrahlern.

Wenn die soeben beschriebenen Anker, Vierstrahler und kleinen Stabnadeln auch vorzugsweise auf der Oberfläche concentrirt sind, so bemerkt man dieselben doch auch im Innern des Schwammkörpers, jedoch stets nur in radialen Streifen, also wahrscheinlich als Auskleidung von Canälen.

Diese Form steht der lebenden *Tethya cranium* Risso und verwandten Arten, auf welche Carter¹⁾ den Namen *Tethya* beschränkt wissen will, während O. Schmidt dafür die Bezeichnung *Tetilla* vorgeschlagen hat, sehr nahe. Ich habe jedoch Bedenken getragen, die fossile Form mit den lebenden unter einem Gattungsnamen zu vereinigen, da die Anker der Oberfläche bei *Tethyopsis* viel eher denen von *Geodia* und *Stelletta* gleichen, als jenen von *Tethya lyncurium*.

Ich kenne bis jetzt nur ein einziges Exemplar, für welches ich den Namen *Tethyopsis Steinmanni* vorschlage.

Pachastrella. Sdt. Taf. XII. Fig. 4.

Diese Gattung wurde im Jahre 1868 von Oscar Schmidt (Spongien der Küste von Algier S. 15) aufgestellt und folgendermassen charakterisirt: „Eine oberhautlose Compaginee mit Nadelformen vom Charakter theils der Compagineen, theils der Corticaten.“ In der Spongienfauna des Atlantischen Ocean's werden zwei weitere Arten (*P. abyssi* und *connectens* Sdt.) abgebildet, allein eine genügende und ausführliche Charakteristik der Gattung sowie ausreichende Abbildungen der Skeletelemente verdankt man erst H. Carter²⁾.

Darnach umfasst *Pachastrella* massive, knollige oder plattige, häufig parasitische oder incrustirende Spongien, ohne bestimmte äussere Form und ohne besondere Rindenschicht. Oscula, Poren und Canäle sind nur an frischen, mit Sarcode versehenen Exemplaren deutlich sichtbar. Skelet ohne Hornfasern, aus regellos durcheinander liegenden Nadeln von verschiedener Form bestehend. Die eigentlichen Skeletnadeln sind vorwiegend vierstrahlig, doch entwickelt sich ein Strahl sehr häufig zu einem verlängerten Schaft oder er verkümmert entweder zu einer knopfförmigen Anschwellung oder auch so vollständig, dass

1) Ann. Mag. nat. hist. 1871. vol. VI. S. 103.

2) Annals and. Mag. nat. hist. 1875. vol. XVI. S. 63 und 1876. vol. XVIII. S. 406—410.
Abh. d. II. Cl. d. k. Ak. d. Wiss. XIII. Bd. II. Abth.

einfache Dreistrahler entstehen. Einzelne zuweilen auch alle Arme der Vierstrahler können sich einmal, seltener mehrfach gabeln. Ausserdem kommen mehr oder weniger häufig einfache Stabnadeln vor. Diese sowohl, als die Drei- und Vierstrahler sind in der Regel von verschiedener Grösse. Ausser den eigentlichen Skeletkörpern finden sich in grosser Menge winzige, nur bei starker Vergrösserung deutlich erkennbare Fleischnadeln von sehr verschiedener Form, welche vorzüglich zur Unterscheidung der Arten verwerthet werden können.

Dieselben sind bald kleine stachelige, gerade oder gekrümmte Stäbchen, bald kugelige Stachelsterne, bald winzige Geodia ähnliche Kugeln, bald glatte elliptische Scheibchen u. s. w. Die Fleischnadeln sind an fossilen Exemplaren ebenso wenig erhalten, als jene der Hexactinelliden und Lithistiden.

Bei Untersuchung des prächtigen Spongien-Materials aus der oberen Kreide von Ahlten in Hannover, welches ich von meinem Freund Professor von Seebach anvertraut erhielt, fanden sich 2 unscheinbare knollige Stückchen von geringer Grösse, die ich, nachdem sich bei Behandlung mit Salzsäure ihre Zusammensetzung aus isolirten Vier- und Dreistrahlern gezeigt hatte, sofort als typische Pachastrellen erkannte. Als Vergleichsobjekte hatte mir Herr Carter die lebenden Arten *Pachastrella abyssii* *Sdt.* und *P. geodioides* *Cart.* sowie zwei aus der oberen Kreide von Flamborough head in Yorkshire stammende Fragmente mitgetheilt, von denen die letzteren abgesehen von ihrem ungünstigeren Erhaltungszustand genau mit der Ahltener Form übereinstimmen.

Pachastrella primaeva. *Zitt.* Taf. XII. Fig. 4.

besteht vorherrschend aus sehr grossen, plumpen, einfachen Vierstrahlern (spanischen Reitern), deren dicke Arme vom Centrum gegen die Enden allmählig an Stärke abnehmen und in eine Spitze auslaufen. Zuweilen sind die Arme ungleich lang und einer oder auch mehrere derselben gekrümmt, seltener sind einzelne, jedoch nie alle Arme am Ende in 2 oder 4 Spitzen vergabelt. Zwischen diesen gewaltig grossen Körpern liegen zahlreiche kleine regelmässige Vierstrahler, sowie vereinzelt Gabelanker mit einfachem Schaft und dreigabeligen Zinken. Selten kommen auch doppelt zugespitzte Stabnadeln vor.

Wegen der gewaltigen Dimensionen der grossen Vierstrahler habe ich Taf. XII, Fig. 4^b ein Fragment bei auffallendem Licht in nur 25 facher Vergrösserung zeichnen lassen.

V. Calcispongiae.

Unter allen Abtheilungen der lebenden Spongien sind, Dank der glänzenden Monographie E. Haeckel's,¹⁾ die Kalkschwämme am genauesten bekannt. Für die Paläontologie schien indess das bahnbrechende Werk des Jenenser Zoologen nicht die grosse Wichtigkeit zu besitzen, welche sich nach den früher herrschenden Ansichten über die fossilen Spongien von vornherein davon erwarten liess. Haeckel tritt mit grosser Entschiedenheit und vollem Recht der Anschauung entgegen, wonach die Mehrzahl der fossilen Seeschwämme ein kalkiges Faser- oder Gitter-Skelet gehabt haben sollten. „Bis jetzt — so heisst es Bd. I. S. 341 — sind noch gar keine fossilen Kalkschwämme bekannt. Allerdings existiren in verschiedenen Pretrefacten-Sammlungen einzelne Stücke, welche die Etiquette von „fossilen Kalkschwämmen“ tragen. Allein Alles, was ich von solchen selbst gesehen und zugesendet erhalten habe, gehört ganz sicher nicht Calcispongien an. Auch lässt sich von allen Beschreibungen und Abbildungen fossiler Spongien nicht eine einzige auf einen Kalkschwamm beziehen. Wer die lebenden Kalkschwämme kennt, wird auch bei der grossen Zartheit und Zerstörbarkeit derselben diesen Mangel an versteinerten Calcispongien ganz natürlich finden. Allerdings könnte man wenigstens erwarten, die mikroskopischen Kalknadeln derselben in verschiedenen Gesteinen fossil vorzufinden, und wahrscheinlich werden solche auch noch bei genaueren mikrogeologischen Untersuchungen vielfach gefunden werden. Bis jetzt aber sind dergleichen noch nicht beschrieben oder abgebildet worden.“

Wenn eine Autorität, wie Haeckel, die Existenz fossiler Kalkschwämme mit solcher Entschiedenheit verneint, so mag es gewagt erscheinen, dass ich demungeachtet einen beträchtlichen Theil der von Oscar Schmidt als Vermiculaten bezeichneten fossilen Spongien mit wurmförmigem Faserskelet den Calcispongien zuweise.

Nach Ausscheidung der Hexactinelliden, Lithistiden, Tetractinelliden und Monactinelliden bleibt jedoch noch immer ein ansehnlicher Rest von fossilen Schwämmen übrig, welche sich durch die kalkige und zugleich faserige Beschaffenheit ihres Skeletes auszeichnen. Sie erinnern durch ihr anastomosirendes Fasergewebe und theilweise auch durch ihren äusseren Habitus am meisten an die lebenden Hornschwämme. Man hat sie vielfach auch für Ueberreste von solchen gehalten und angenommen, die Hornfasern hätten sich im Lauf der Zeit in kohlensauren Kalk umgewandelt.

In meinen ersten Publicationen über fossile Spongien²⁾ hatte ich dieselben als *Calcispongia fibrosa* bezeichnet und sie wegen der häufig vorkommenden, eigenthümlich strahligen Mikrostruktur der Kalkfasern als eine ganz isolirt stehende, ausgestorbene

1) Die Kalkschwämme. Eine Monographie. Berlin 1872.

2) Zeitschr. d. deutschen geolog. Ges. Bd. XXVIII. S. 631 und Neues Jahrb. für Mineralogie 1877. S. 338.

Ordnung betrachtet. Bei fortgesetzter Untersuchung und namentlich bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen zeigten sich jedoch die Fasern an wohl erhaltenen Exemplaren zuweilen aus nadelähnlichen Körpern zusammengesetzt. Diese Beobachtung, welche bald darauf auch von W. J. Sollas¹⁾ an einem aus kohlen saurem Kalk bestehenden Faserschwamm aus dem Grünsand von Cambridge (*Pharetrospongia Strahani*) bestätigt wurde, führte zu neuen Gesichtspunkten und veranlasste zunächst einen Vergleich mit den lebenden Kalkschwämmen.

Bei diesen besteht das Skelet aus isolirten, niemals verschmolzenen oder verkitteten, meist regelmässig angeordneten Kalknadeln von dreischenklicher, vierschenklicher oder einschenklicher Form. Weitaus am verbreitetsten erscheinen die Dreistrahler.

Nach Haeckel gibt es unter den lebenden Kalkschwämmen 18 Arten, deren Skelet ausschliesslich aus Dreistrahlern besteht, 44 Arten, welche Drei- und Vierstrahler und 61 Arten, die Dreistrahler, Vierstrahler und Stabnadeln besitzen. Ausschliesslich aus Vierstraehlern ist das Skelet bei 8 Arten zusammengesetzt und nur bei 6 Arten findet man lediglich Stabnadeln.

Daraus folgert Haeckel, dass die Dreistrahler bei den Kalkschwämmen ursprünglich und primär die Hauptrolle spielen, dass hingegen die Vierstrahler nur als innere Anpassungs-Bildungen der Gastralfläche, die Stabnadeln aber umgekehrt als äussere Anpassungs-Bildungen der Dermalfläche zu betrachten sind.

Eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit der Kalknadeln ist ihre durchschnittlich geringe Grösse. Drei- oder Vierstrahler, bei denen der grösste Schenkel eine Länge von einem halben Millimeter erreicht, gehören schon zu den grösseren; sehr oft bleiben sie noch erheblich unter diesem Maass. Auch die Stabnadeln haben entsprechend kleine Dimensionen. Die Axencanäle der Kalknadeln sind im Gegensatz zu den meisten Kieselnadeln so ausserordentlich fein, dass sie nur bei sehr starker Vergrößerung sichtbar werden. Für alles weitere, was Form, Struktur und Anordnung der Skeletelemente bei den lebenden Kalkschwämmen betrifft, kann ich auf die erschöpfenden Darstellungen Haeckel's verweisen. (l. c. Bd. I S. 170—209.)

Es fragt sich nun, ob die oben genannten *Calcispongia fibrosa* den lebenden Kalkschwämmen zugetheilt werden dürfen, oder ob sie einer anderen Abtheilung der Spongien angehören?

Die chemische Beschaffenheit des Skeletes, welche bei den lebenden Schwämmen das zuverlässigste Kennzeichen liefert, darf bei den fossilen nur mit grosser Vorsicht verwerthet werden, denn es finden sich nicht allein ursprüngliche Kieselschwämme in kalkigem Zustand, sondern auch Kalkversteinerungen gehen häufig in kieseligen Zustand über. Es ist darum keineswegs ungewöhnlich, dass ein und dieselbe Art mit kieseligem und mit kalkigem Skelet auftritt.

Von entscheidender Wichtigkeit für die Bestimmung aller Spongien ist nur die Mikrostruktur des Skeletes. In dieser Hinsicht zeigen die Faserschwämme höchst

1) Quarterly Journ. geol. Soc. 1877. S. 242.

auffällige Erscheinungen, welche sich übrigens durch spätere chemische und physikalische Veränderungen unschwer erklären lassen.

Die Fasern schwanken je nach den Gattungen und Arten zwischen 0,3 und 1 mm. in der Stärke und davon hängt auch die mehr oder weniger lockere Beschaffenheit des Skeletgewebes zusammen. Sie sind stets unregelmässig gebogen, häufig bei ein und demselben Individuum von verschiedener Stärke (Hauptfasern und Secundärfasern) und die durch Anostomose hervorgerufenen Lücken von ungleicher Grösse und stets unregelmässiger Form. Die ältere Bezeichnung Spongien mit „wurmformigem Skelet“ passt am besten auf gewisse Kalkschwämme mit groben unregelmässig gekrümmten Fasern.

Zur mikroskopischen Untersuchung können nur Dünnschliffe verwendet werden, da an verkieselten Exemplaren die feineren Strukturverhältnisse zerstört sind. Man bedarf jedoch stärkerer Vergrösserungen (am besten 100—150fache), um deutliche Bilder zu erhalten, als bei den fossilen Hexactinelliden und Lithistiden, da die Bestandtheile der Fasern eine sehr geringe Grösse besitzen.

Betrachtet man den Dünnschliff einer wohl erhaltenen *Corynella* aus der *Tourtia* von Essen oder einer *Peronella* aus dem Grünsand von Le Mans bei mässiger Vergrösserung (etwa 50facher), so erscheinen die Fasern undeutlich parallel der Oberfläche gestreift. Bei Anwendung stärkerer Vergrösserung lösen sich die Längslinien in kleine Stabnadeln auf (Taf. XII. Fig. 2), welche dicht an einander gelagert die ganze Faser zusammensetzen. Zuweilen sind sie deutlich durch eine im durchfallenden Licht dunkel gefärbte Oberflächenschicht von einander geschieden, häufiger jedoch erscheint die Faser als eine lichte Kalkspathmasse, in welcher die einzelnen Nadeln nur mit Mühe noch zu erkennen sind. Gewöhnlich beobachtet man die Nadeln nur in der Längsrichtung der Faser und zwar in der Weise, dass ihre Enden übereinander greifen, wodurch sie selten in ihrer ganzen Länge sichtbar werden. Ganz ausnahmsweise gelingt es auch, ihre Querschnitte als Packete winziger, durchsichtiger Kreise aufzufinden.¹⁾ Aus diesen ergibt sich, dass die Nadeln eine cylindrische Gestalt besitzen; ihre Länge schwankt zwischen 0,08 und 0,1 mm., hält sich somit stets in sehr bescheidenen Dimensionen. In der Regel besitzen die Stabnadeln der Fasern fast genau die gleiche Grösse und gleiche Form. Ein ungewöhnlich günstiger Erhaltungszustand ist Taf. XII. Fig. 3. dargestellt. Hier liegen die Stabnadeln mehr vereinzelt in einer homogenen, lichten Masse und heben sich deutlich aus derselben ab; an gewissen Stellen werden sie spärlich, an andern erscheint die ganze Faser, wie im ersten Falle aus Nadeln zusammengesetzt. Bemerkenswerth ist das Vorkommen vereinzelter Dreistrahler von geringer Grösse. Solche zwischen Stabnadeln eingestreute Dreistahler finden sich bei vielen Gattungen mehr oder weniger häufig. Sie differiren beträchtlich in ihren Dimensionen und erreichen zuweilen ansehnliche

1) Sollas on *Pharetrospongia*. Quart. Journ. Geol. Soc. 1877. vol. XXXIII. S. 246. pl. XI. Fig. 6.

Grösse. Ihre Schenkel sind entweder gerade oder auch etwas gekrümmt, aber nie an den Enden gegabelt. Verhältnissmässig selten finden sich Spongien, bei denen die Fasern ausschliesslich aus Dreistrahlern bestehen. Ein ausgezeichnetes Beispiel dieser Art bietet *Peronella cylindrica* aus dem oberen Jura (Taf. XII. Fig. 4). Hier lassen sich an wohl erhaltenen Stücken die einzelnen Dreistrahler (denen auch Vierstrahler beigemischt zu sein scheinen) deutlich unterscheiden, und namentlich an der Peripherie, wo sich einzelne Nadeln etwas abgelöst haben und mit ein oder zwei Schenkeln über die Faser herausragen, sind dieselben gut erkennbar.

Axencanäle habe ich weder bei den Stabnadeln noch bei den Dreistrahlern nachweisen können.

Nicht häufig sind die Nadeln so deutlich zu sehen, wie an den bisher beschriebenen Präparaten. Oft hat eine beginnende Umkrystallisation ihre Contouren und Form verwischt und die Skeletfasern zeigen eine undeutlich lamellöse Struktur oder sie erscheinen, wie aus prismatischen Kalkspath-Körperchen zusammengesetzt, welche zuweilen vollständig in einander zerfliessen. Bei den Schwämmen des norddeutschen Hils und der Triasmergel von St. Cassian ist dieser Erhaltungszustand verbreitet.

Sehr oft tritt eine totale Zerstörung der Nadeln, offenbar nach Einbettung des Schwammkörpers in die Erdschichten ein. Schon oben wurde eine *Peronella* aus Le Mans erwähnt, bei welcher die Nadeln stellenweise ganz vereinzelt in einer homogenen Masse liegen. Man findet nun nicht selten Fasern, bei denen das eine Ende noch deutlich aus Nadeln zusammengesetzt erscheint, während das andere eine ganz dichte Beschaffenheit angenommen hat. An gewissen Localitäten (z. B. bei Maestricht) zeichnen sich die meisten Spongien durch strukturlose homogene Fasern aus.

Eine weitere Veränderung erfolgt durch Umkrystallisation der Skeletfasern. Es bilden sich Krystallisationscentren, von denen nach allen Seiten feine Strahlen ausgehen und da diese Centren in grosser Zahl theils in der Mitte, theils in der Nähe des Randes der Fasern liegen, so erhalten dieselben eine äusserst feine shaeroidisch-faserige Mikrostruktur (Taf. XII. Fig. 5). Auch dieser Erhaltungszustand kommt zuweilen an Exemplaren vor, bei denen sich einzelne Fasern noch deutlich als aus Nadeln bestehend erweisen.

An gewissen Localitäten z. B. bei Nattheim, Muggendorf, Amberg, im schwäbisch-fränkischen Jura, sowie im Terrain à chailles der Schweiz finden sich die Faserschwämme ganz oder doch theilweise in kieseligem Zustand, wie überhaupt die meisten damit vorkommenden Versteinerungen; dieselben können, namentlich wenn sie in kalkigem Gestein eingebettet liegen, durch verdünnte Salzsäure vollständig vom Nebengestein gereinigt werden (Taf. XII. Fig. 6. 7) und geben dann an Schönheit und Frische den mitvorkommenden Hexactinelliden und Lithistiden Nichts nach. Untersucht man jedoch ihre Kieselfasern unter dem Mikroskop, so ist keine Spur von Nadelstruktur wahrzunehmen, die kieselige Masse erscheint trüb und wie aus winzigen, rauhen, körnigen oder wurmförmigen Körperchen, ohne bestimmte Form zusammengesetzt (Taf. XII. Fig. 6^b). Im Vergleich zu den krystallklaren Gittermaschen der

Hexactinelliden oder zu den durchsichtigen Lithistiden-Elementen, welche sich an den gleichen Localitäten finden, sind die verkieselten Skelete der Faserschwämme höchstens durchscheinend und machen durchaus den Eindruck zerklüfteter und chemisch veränderter Gebilde. Zuweilen ist nur eine äussere Rinde des Schwammkörpers verkieselt, die Fasern im Innern dagegen blieben kalkig. In solchen Fällen habe ich die verkieselten Fasern stets von der oben beschriebenen rauhen Beschaffenheit, die Kalkfasern dagegen mit deutlichen Nadeln erfüllt gefunden. Hin und wieder scheinen allerdings die Nadeln auch nach der Verkieselung ihre Form bewahren zu können; es erhielt wenigstens Sollas (l. c. S. 253) beim Behandeln von *Pharetrospongia Strahani* mit verdünnter Säure an der Oberfläche kalkiger Fasern verkieselte, aus Nadeln bestehende Parthieen. Mir sind derartige Exemplare nie zu Gesicht gekommen, wohl aber kenne ich mehrere jurassische und einen triasischen Faserschwamm (*Stellispongia variabilis*) sowohl in kalkigem, als in kieseligem Zustand und stets ist bei dem letzteren jede Spur von feinerer Struktur zerstört.

Dieser Umstand scheint mir den vollgültigen Beweis zu liefern, dass die Fasern ursprünglich aus Kalknadeln zusammengesetzt waren und sich erst später in Kieselerde umgewandelt haben. Ich halte somit die Faserschwämme für ächte Calcispongien.

Diese Ansicht widerstreitet dem oben erwähnten Ausspruch Haeckel's, dass fossile Kalkschwämme nicht bekannt seien, sie steht aber auch in Widerspruch mit den Ansichten von Sollas und Carter, wornach ein entschiedener Faserschwamm aus dem Grünsand von Cambridge (*Pharetrospongia*) nicht zu den Kalk-, sondern zu den Kieselschwämmen gehören soll. Für Sollas waren Form und Lagerung der Nadeln, sowie die Erfahrung, dass bei den fossilen Spongien ursprüngliche Kiesel-skelete häufig in Kalkspath umgewandelt erscheinen, entscheidend, um *Pharetrospongia* in die Gruppe der Holoraphidota zu stellen.

Carter ¹⁾ fasst die Gründe, welche es unwahrscheinlich machen, dass *Pharetrospongia* zu den Kalkschwämmen gehöre, folgendermassen zusammen. 1) Alle jetzt lebenden Calcispongiae sind nicht allein sehr klein, sondern meistens geradezu winzig. 2) Mit Ausnahme eines halben Dutzend Arten besteht das Skelet der Kalkschwämme aus Dreistahlern oder Vierstrahlern und die Stabnadeln sind stets gerade, nie bogenförmig gekrümmt. 3) Die Kalkschwämme sind so vergänglich, dass sie unmittelbar nach ihrem Absterben förmlich „zerfliessen“, und zwar wegen Mangel an Hornfasern und kieseligen Bestandtheilen. 4) Die Nadeln zerbrechen selbst in Canada-Balsampräparaten ziemlich rasch, gehen in wässrige Kügelchen über und lassen nach einiger Zeit keine Spur ihrer Anwesenheit zurück.

Alle diese gegen *Pharetrospongia* erhobenen Einsprüche beziehen sich auch auf die anderen Faserschwämme; sind sie stichhaltig, so wird damit die Möglichkeit des Vorkommens fossiler Kalkschwämme überhaupt auf das Bedenklichste erschüttert.

1) *Annals and Mag. nat. hist.* 1877. 5 Ser. I. S. 135. 136.

Was nun zunächst die Grössenverhältnisse betrifft, so muss zugeben werden, dass die lebenden Calcispongien selten namhafte Dimensionen erreichten, indessen Stöcke von 50—100 mm. Höhe und Breite beschreibt *Haeckel* bei allen drei lebenden Familien, unter den *Leuconen* gibt es sogar Einzelindividuen von 30—40 mm, Länge und 15—20 mm. Dicke. Diese letzteren sind in Grösse und äusserer Form fast nicht zu unterscheiden von den verbreitetsten Formen der fossilen Faserschwämme, wie *Peronella* und *Corynella*. Gerade wie die recenten Kalkschwämme an Grösse bedeutend hinter den übrigen Spongien zurückbleiben, so zeichnen sich auch die fossilen Faserschwämme im Vergleich zu den *Hexactinelliden* und *Lithistiden* durchschnittlich durch geringe Dimensionen aus. Die von *Sollas* beschriebene Gattung *Pharetrospongia* enthält zufälliger Weise neben *Pachytilodia* mit die grössten bis jetzt bekannten Formen von Faserschwämmen. Die Grössendifferenz zwischen den lebenden und fossilen Kalkschwämmen ist keinesfalls so beträchtlich, um die Wahrscheinlichkeit einer Zusammengehörigkeit auszuschliessen.

Von grösserem Gewicht ist der auf die Form der Skeletelemente bezügliche Einwurf. Dass bei den lebenden Kalkschwämmen Stabnadeln nur ausnahmsweise (bei nur 8 Arten) das Skelet bilden, lässt sich nicht bestreiten, allein es gibt doch sowohl bei den *Asconen*, als auch bei den *Leuconen* und *Syconen* lediglich aus Stabnadeln bestehende Gattungen. Es dürfte darum auch nicht überraschen, wenn die Skelete aller Faserschwämme lediglich aus Stabnadeln zusammengesetzt wären, denn erfahrungsgemäss knüpfen ausgestorbene oder in älteren Formationen reich entwickelte Familien viel häufiger an seltene und isolirt stehende lebende Formen an, als an solche die heutzutage auf dem Höhepunkt ihrer Entwicklung stehen. Auch die eiförmige, gleichmässige Gestalt und Grösse der *Spiculae* bei den fossilen Faserschwämmen, sowie der absolute Mangel an bogenförmig gekrümmten Nadeln und Spongien kann zu Gunsten ihrer ursprünglich kalkigen Beschaffenheit hervorgehoben werden.

Das Vorherrschen von Stabnadeln bei den fossilen Kalkschwämmen scheint mir aber noch aus einem anderen Gesichtspunkt von besonderer Bedeutung zu sein. Nach den übereinstimmenden Beobachtungen von *Metschnikoff*, *Fr. Eilh. Schulze* und *Barrois* treten im Embryo der meisten Kalkschwämme zuerst die Stabnadeln und später erst Drei- und Vierstrahler auf. Die Stabnadeln sind also nach dem biogenetischen Grundgesetz die ältesten und primären Skeletelemente und sie müssten darum schon aus theoretischen Gründen vorzugsweise bei den fossilen Ahnen der Kalkschwämme vermuthet werden.

Dass übrigens die charakteristischen Dreistahler der Calcispongien bei den fossilen Formen nicht fehlen, wurde bereits oben erwähnt. Sie liegen theils vereinzelt zwischen den Stabnadeln, theils bilden sie in Gesellschaft von Vierstrahlern das ganze Skelet. Eine Verwechslung der Drei- und Vierstrahler von *Peronella* mit ähnlich geformten Skeletelementen von Kieselchwämmen (z. B. *Stelletta*, *Pachastrella* u. s. w.) ist bei einiger Umsicht unmöglich. Die *Spiculae* der Kalkschwämme sind im Vergleich zu den erwähnten Kieselgebilden von winziger Grösse, ihre geraden oder ge-

bogenen Schenkel sind zugespitzt oder abgestumpft, stets einfach, niemals gegabelt, und ihre Axencanäle unendlich fein, an fossilen Exemplaren überhaupt nicht sichtbar.

Der dritte Einwurf Carter's bezieht sich auf die geringe Widerstandsfähigkeit der Kalkskelete gegen Wellenschlag und chemische Einflüsse. Nach den Beobachtungen des erfahrenen Spongiologen, werden die fast ausschliesslich in seichtem Wasser lebenden Kalkschwämme in der kürzesten Zeit vollständig zerstört. Bei den fossilen Kalkschwämmen scheint nun allerdings die eigenthümliche Anordnung der Nadeln in Faserzüge, sowie die häufige Anwesenheit einer zarten Oberflächenschicht einigen Schutz gegen mechanische Zerstörung gewährt zu haben, dass aber die Nadeln geradeso wie die lebenden Formen chemischen Einflüssen nur geringen Widerstand leisteten, geht aus der Beschaffenheit der Kalkfasern hervor. Exemplare mit wohl erhaltenen, deutlich unterscheidbaren Nadeln finden sich höchst selten, viel häufiger sind die feinen Skeletelemente ganz oder theilweise zerstört, und die Fasern haben eine Struktur angenommen, welche die ehemalige Anwesenheit von Nadeln kaum noch vermuthen lässt.

Es scheint mir somit, dass weder Grösse und äussere Form, noch die Skeletbeschaffenheit der fossilen Faserschwämme gegen ihre Zugehörigkeit zu den Kalkschwämmen sprechen¹⁾.

Für die Beurtheilung der fossilen Faserschwämme dürfte auch ihr Vorkommen in entschieden litoralen Ablagerungen von Bedeutung sein, da die jetzigen Kalkschwämme zum grössten Theil nur in ganz geringer Tiefe leben. Die meisten finden sich in der Litoralzone von der Fluthgrenze bis zu 2 Faden Tiefe festgeheftet auf Steinen. Nur in spärlicher Zahl gehen sie bis zu 20 Faden herab, doch hat man vereinzelte Formen auch aus 60—70 Faden, ja eine einzige Art (*Leucaltis bathybia*) nach Haeckel sogar aus 342 Faden Tiefe heraufgezogen.

Obwohl nach den Erfahrungen über die Metamorphose der fossilen Kieselchwämme in Kalkspath die chemische Beschaffenheit des Skeletes bei den fossilen Spongien nur mit grosser Vorsicht zu verwerthen ist, so dürfte es doch nicht gleichgültig sein, dass vielleicht neun Zehntel aller bis jetzt bekannten fossilen Faserschwämme und zwar aus den verschiedensten Formationen und Fundorten in kalkigem Zustande vorliegen, und dass verkieselte Exemplare in der Regel nur da vorkommen, wo beinahe alle ehemaligen Kalkschalen oder Skelete in Kieselerde umgewandelt sind.

Nachdem ich den Beweis zu führen versucht habe, dass die fossilen Faserschwämme zu den Calcispongien gehören, bleibt die weitere Frage zu ermitteln übrig, ob sich dieselben einer der jetzt lebenden Familien einfügen, oder ob sie eine selbstständige Gruppe bilden.

Nach Haeckel zerfallen die Kalkschwämme in 3 Familien: *Ascones*, *Leucones*,

1) Zu meiner grossen Genugthuung hat Herr H. Carter, nachdem ich ihm eine Anzahl fossiler Exemplare, sowie einige mikroskopische Präparate zugesandt hatte, die Existenz fossiler Kalkschwämme als „unzweifelhaft“ erklärt.

Sycones. Bei den Asconen ist die dünne Wand nur von vergänglichen Hautporen oder Lochcanälen durchbohrt, bei den Leuconen entwickelt sich in der dicken Wand ein ziemlich complicirtes System von Astcanälen, bei den Syconen besteht der ganze Schwammkörper aus einfachen Radialtuben, welche sich nach der Magenöhle öffnen.

Die Syconen sind durch eine einzige im oberen Jura vorkommende Gattung fossil vertreten; die kalkigen Faserschwämme stimmen dagegen hinsichtlich ihres Canalsystems weder mit den Asconen noch mit den Syconen überein; wohl aber gibt es unter den lebenden Leuconen Formen mit absolut identischem Verlauf der Wasser-canäle. In dieser Hinsicht schliessen sich somit die fossilen Kalkschwämme am besten an die Leuconen an; gegen ihre Vereinigung mit denselben spricht aber entschieden die höchst auffallende Anordnung der Spiculae in Faserzüge.

Im Allgemeinen zeigt sich in der Vertheilung und Lagerung der Skeletelemente bei den Kalkschwämmen innerhalb der einzelnen Familien grosse Uebereinstimmung. So liegen z. B. bei den Asconen die Dreistrahler fast alle in einer einzigen Schicht und sind vollständig in das Syncytium eingebettet, von den Vierstrahlern dagegen befinden sich die drei facialem Schenkel völlig in der Fläche des Dermalblattes, während der vierte oder apicale Strahl frei in die Magenöhle hineinragt. Auch die Stabnadeln sind ursprünglich ganz vom Syncytium umschlossen, doch springen sie nachträglich meist mehr oder weniger vor und bilden Büschel, Kränze und Borsten.

Uebersaus regelmässig sind die Spiculae bei den Syconen vertheilt. Die Zusammensetzung der Wand aus Radialtuben bedingt eigenthümliche Differenzirungsverhältnisse im Skelet und eine bestimmte radiale Anordnung der einzelnen Theile. Man unterscheidet darum stets das eigentliche Skelet der Wand und der Radialtuben von dem Skelet der Gastral- und Dermal-Fläche. Ersteres besteht meist nur aus Dreistrahlern, sehr selten aus Stabnadeln oder Vierstrahlern; in der Regel bilden die Dreistrahler mehrere parallele Schichten und sind immer so gelagert, dass sich der sagittale Strahl gegen aussen kehrt, während die beiden lateralen (meist kürzeren) Schenkel fast in einer Ebene schräg nach Innen divergiren. Auch im Dermal- und Gastral-Skelet zeichnen sich die Spiculae durch ihre gesetzmässige Anordnung aus.

Ganz anders sind die Skeletelemente der Leuconen gelagert. Auch bei diesen zeigen die äussere Oberfläche und die der Magenöhle eine von der eigentlichen Wand abweichende Beschaffenheit, so dass man ebenfalls Dermal-Skelet, Parenchym-Skelet und Gastral-Skelet unterscheidet. Im Innern der dicken Wand wird das Parenchym-Skelet aus einer Masse von Kalknadeln von verschiedener Form und Grösse gebildet, die ohne alle Ordnung durcheinander gestreut sind. Meist überwiegen die Dreistrahler, denen sich in geringer Menge Vierstrahler und Stabnadeln beismischen. Die Oberfläche der Leuconen ist entweder glatt oder stachelig. Das glatte Dermalskelet entsteht dadurch, dass sich die Spiculae dicht aneinander drängen, und etwas regelmässiger angeordnet sind, als im Innern der Wand. Das stachelige Dermalskelet wird durch grosse Stabnadeln gebildet, welche mit ihrem distalen Theil

über die Oberfläche hervorragend. In ähnlicher Weise wie das Deralskelet entsteht auch das glatte oder stachelige Skelet der Gastralfläche.

Wie man aus dieser flüchtigen Darstellung der Skeletverhältnisse bei den lebenden Kalkschwämmen sieht, unterscheiden sich die fossilen Formen wesentlich dadurch von den Asconen, Syconen und Leuconen, dass ihre meist einaxigen Nadeln in Faserzüge gruppiert sind, worin sie in paralleler Richtung zur Längsaxe der Faser, wie die Pfeile in einem Köcher, dicht aneinander liegen. Diese Eigenthümlichkeit, in Verbindung mit gewissen charakteristischen Merkmalen des Canalsystems und der äusseren Form, rechtfertigen die Aufstellung einer besonderen Familie, für welche ich die Bezeichnung Pharetrones (*φαρέτρα* der Köcher) vorschlage.

Pharetrones. Zitt.

Äussere Form.

Wie in allen anderen Ordnungen liefert die äussere Gestalt der Kalkschwämme wegen ihrer Unbeständigkeit und Mannichfaltigkeit keine Merkmale von entscheidender, systematischer Wichtigkeit. Man findet bei den Pharetrones fast alle Formerscheinungen wieder, welche bei den Lithistiden vorkommen; auch hier sind Cylinder, Keulen, Schüsseln, Becher, Blätter, Knollen und ästige Büsche oder Zweige die verbreitetsten Gestalten. Im Allgemeinen erreichen aber die Lithistiden viel beträchtlichere Dimensionen, während unter den Pharetrones Schüsseln vom 70—80 mm. Durchmesser oder Cylinder von der gleichen Höhe schon zu den ungewöhnlich stattlichen Formen zählen. Immerhin überragt die durchschnittliche Grösse der Pharetrones jene der lebenden Kalkschwämme um ein Beträchtliches.

Die Wände besitzen eine ansehnliche Dicke und bestehen aus soliden anastomosirenden Kalkfasern.

Die Magenhöhlen lassen sich meist sehr deutlich von den Canalostien oder Poren der Oberfläche unterscheiden. Sie sind bald röhrig vertieft und reichen vom Scheitel bis zur Basis, bald von trichterförmiger Gestalt, bald seicht, zuweilen sogar kaum in die Skeletmasse eingesenkt.

Sämmtliche Pharetrones heften sich auf einer Unterlage fest.

Das Canal-System

stimmt bei vielen Pharetrones, namentlich bei solchen mit wohlentwickelter vertiefter Magenhöhle, mit dem der Leuconen überein. Es münden ungerade Astcanäle, welche mit ihren feinen verzweigten Enden in der Nähe der Oberfläche beginnen, und sich gegen Innen zu einem immer dicker werdenden Stamme vereinigen, in die Magenhöhle. Diese Canäle haben meist radialen Verlauf, doch stellen sie sich in der Mitte des Schwammkörpers namentlich bei seichter Magenhöhle zuweilen auch senkrecht und führen letzterer das Wasser von unten her zu. Die Canalostien auf der Gastralfläche stehen unregelmässig und sind in ihrer Grösse abhängig von der Stärke der Canäle.

Bei Formen mit unentwickelten Magenhöhlen dringen feine, ungerade Canälchen von einer oder auch von beiden Oberflächen in die Wand ein, ohne dieselbe zu durchbohren.

Nicht selten fehlen bestimmte Canäle vollständig und zwar beobachtet man diese Erscheinung sowohl bei Formen mit röhriger Magenöhle, als auch an solchen ohne alle Oscula und Magenhöhlen. In allen Fällen, wo Canäle fehlen, zeigt das Skeletgewebe eine lockere Beschaffenheit, welche die Wassercirculation unbehindert gestattet.

Höchst eigenthümlichen Erscheinungen der Wassercirculation begegnet man bei den Gattungen *Verticillites* und *Celyphia*. Bei der erstgenannten Gattung bestehen die cylindrischen Individuen mit röhriger Magenöhle aus aufeinander geschichteten Hohlringen, von denen die Decke des einen immer als Basis für den folgenden dient. Nur die Wände dieser Ringe bestehen aus Nadelfasern, das Innere ist hohl. Von den Hohlräumen der Ringe führen feine Lochcanäle in die Magenöhle, und durch ähnliche Canäle stehen sie selbst unter einander in Verbindung. Bei *Celyphia* sind die Stöcke aus hohlen, kugeligen Individuen zusammengesetzt, die keine gemeinsame Magenöhle besitzen und lediglich durch kleine runde Oeffnungen mit der Aussenwelt communiciren.

Skelet und Erhaltungszustand

der Pharetronen wurden bereits oben ausführlich geschildert, so dass über die Fasern und deren Bau nichts wesentliches mehr zu bemerken übrig bleibt. Eine beachtenswerthe Eigenthümlichkeit der Pharetronen besteht darin, dass niemals isolirte Oberflächen-Nadeln von charakteristischer Form oder besonderer Grösse vorkommen. Das Faserskelet tritt entweder nackt und ungeschützt an die Oberfläche oder es ist von einem äusseren glatten Dermalskelet umhüllt, welches jedoch nicht wie bei den Lithistiden aus abweichend geformten Oberflächennadeln sondern genau aus denselben kleinen Nadeln besteht, wie das ganze übrige Skelet. Dem unbewaffneten Auge erscheint die Dermalschicht der fossilen Kalkschwämme glatt oder concentrisch runzelig und ganz übereinstimmend mit der sogenannten Epithek der Korallen. Man hat sie deshalb bisher auch stets mit diesem Namen bezeichnet. Nur selten gelingt es übrigens ihre Nadelstruktur noch nachzuweisen, da sich gerade an der Oberfläche die chemischen Einflüsse besonders geltend machten und meist zur vollständigen Zerstörung der Skeletelemente führten.

Systematik.

Von einer speciellen Classification der formenreichen Familie der Pharetronen musste vorerst noch abgesehen werden, da nur bei wenigen Gattungen die Skeletnadeln mit genügender Deutlichkeit beobachtet werden können. In der Regel muss man sich begnügen, die Anwesenheit von Spiculae überhaupt zu constatiren und nur ausnahmsweise ist man auch in der Lage die Form derselben genau zu unterscheiden.

Alle sonstigen von der äusseren Form, dem Aufbau und dem Canalsystem entlehnten Merkmale erwiesen sich als unzureichend zur Aufstellung und namentlich zur scharfen Abgrenzung natürlicher Gruppen. Ich habe darum im speciellen Theil die Gattungen in der Reihenfolge aufgezählt, wie sie sich nach der Gesamtheit ihrer der Beobachtung zugänglichen Merkmale am besten aneinander anschliessen.

Vorkommen, zeitliche Verbreitung und Stammesgeschichte.

Im Gegensatz zu den Hexactinelliden und Lithistiden finden sich die Pharetronen gesellig und in grösserer Menge nur in Ablagerungen litoralen Ursprungs, am häufigsten in mergeligen und sandigen Gesteinen, meist vermischt mit zahlreichen Gastropoden, Pelecypoden, Brachiopoden, Bryozoen und Echinodermen. Die ältesten Kalkschwämme, welche mir zur Untersuchung vorlagen, stammen aus dem devonischen Stringocephalenkalk von Vilmar in Nassau, einer durch Reichthum an schön erhaltenen Gastropoden und Bivalven berühmten Localität. Sie gehören der formenreichen Gattung *Peronella* an. Nach einer mündlichen Mittheilung von Herrn Prof. de Koninck sollen zahlreiche, unbeschriebene Formen im Kohlenkalk von Tournay gefunden worden sein. Unter den von Geinitz und King beschriebenen Spongien der Dyas dürfte *Eudea tuberculata* King zu *Corynella* gehören, die meisten anderen sind sehr zweifelhaften, zum Theil sicher unorganischen Ursprungs.

Die ausseralpine Trias hat nur in Schlesien eine Pharetronen-Gattung (*Corynella*) geliefert, dagegen findet sich in den Alpen bei St. Cassian und der Seeland-Alpe unfern Schluderbañ die erste reiche Kalkschwammfauna, in welcher 13 Gattungen mit zahlreichen Arten nachgewiesen worden sind. Diese Ablagerungen tragen das entschiedenste Gepräge von Litoralbildungen und sind erfüllt von jener charakteristischen Pygmäenfauna, die nach Fuchs in ehemaligen Tangwiesen gelebt haben soll. Die Gattungen *Eudea*, *Peronella*, *Corynella*, *Verticillites*, *Colospongia*, *Stellispongia*, *Leiospongia*, *Pharetrospongia* etc. repräsentiren bereits die wichtigsten Modificationen, welche hinsichtlich des Aufbaus und der äusseren Erscheinung bei den Pharetronen überhaupt vorkommen.

Aus der rhätischen Stufe der bayerischen Alpen sind mir schlecht erhaltene zum Theil verkieselte Kalkschwämme bekannt, die sich jedoch nicht näher bestimmen lassen. Der Lias scheint für die Entwicklung von Spongien höchst ungünstig gewesen zu sein; er hat bis jetzt nur vereinzelte Kieselnadeln, aber keine zusammenhängende Skelete weder von Kiesel- noch von Kalk-Schwämmen geliefert.

Aus dem unteren Oolith von Bayeux und Port en Bessin in Calvados erwähnen Michelin und d'Orbigny zahlreiche Spongien, die zum grössten Theil zu den Pharetronen (*Peronella*, *Corynella*, *Pharetrospongia*, *Stellispongia*) gehören. Noch reichlicher finden sich dieselben Gattungen im Gressoolith von Ranville, St. Aubin und Langrune sowie in den gleichaltrigen Schichten des Krakauer Gebietes, insbesondere bei Balin.

Der obere Jura, welcher in den sog. Spongitenkalken des Juragebirges, so erstaunliche Mengen von Hexactinelliden und Lithistiden führt, ist arm an Kalkschwämmen. Als Seltenheit erscheint hier der älteste Vertreter der Syconen (*Scyphia punctata Goldf.*), begleitet von *Myrmecium rotula Mst.* und *Peronella cylindrica Goldf.* Als Horizonte für Kalkschwämme können dagegen das Terrain à chailles, das Coralrag von Nattheim und die kieseligen Jurakalke von Amberg bezeichnet werden. An diesen Localitäten finden sich verschiedene Arten von *Peronella*, *Corynella*, *Eusiphonella*, *Crispispongia*, *Stellispongia*, *Eudea* und *Blastinia* und zwar meist in verkieseltem Zustand. Auch aus der Gegend von Bruntrut und Chambéry sind durch Etallon¹⁾ und Fromentel²⁾ eine Anzahl oberjurassischer Kalkschwämme aus den genannten Gattungen beschrieben worden.

In der Kreideformation scheinen die Pharetronen den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreicht zu haben. Sie liegen massenhaft in verschiedenen Horizonten der unteren Abtheilung dieser Formation (Valenginien, Neocomien und Aptien) und es haben namentlich der norddeutsche Hils, das Neocom von St. Dizier, Germiney, Vassy, Morteau, Fontenoy u. s. w. in Frankreich, das Valenginien von Arzier, das Neocomien vom Mont Salève, das Urgonien von la Rusille und Landeron, das Aptien von La Presta in der Schweiz und der untere Sand von Farringdon in England durch die Arbeiten von Fromentel³⁾, F. A. Römer⁴⁾, Loriol⁵⁾ und Sharpe⁶⁾ eine gewisse Berühmtheit erlangt.

Im Cenomanian zeichnen sich die Tourtia von Essen, der Grünsand von Le Mans und Cambridge durch Reichthum an trefflich erhaltenen Kalkschwämmen aus und schliesslich bildet der Kreidetuff von Maestricht die Localität, welche die letzten Vertreter der Pharetronen in grösserer Menge beherbergt.

Wie aus nebenstehender Tabelle (S. 23) hervorgeht, stimmen die meisten cretacischen Gattungen mit den bereits im Jura vorkommenden überein.

1) Thurmann und Etallon. Lethaea Bruntrutana. Neue Denkschriften der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. Bd. XIX und XX.

2) Pillet et Fromentel. Description géologique et paléontologique de la colline de Lemenc Chambéry 1875.

3) Fromentel E. de. Introduction à l'étude des éponges fossiles. Mém. Soc. Lin. de la Normandie vol. XI. 1859.

„ Catalogue raisonné des Spongitaires de l'étage Néocomien. Bull. Société des sciences de l'Yonne 1861.

4) Römer F. A. Die Spongitarien des norddeutschen Kreidegebirges. Palaeontographica XIII. 1864.

5) Loriol P. de. Description des animaux invert. foss. du neocomien moyen du Mont. Salève 1863.

„ Monographie des couches de l'étage Valenginien d'Arzier, in Pictet's Matériaux pour la Paléontologie Suisse 4 ser. 1868.

„ et Gilliéron. Monographie de l'étage Urgonien inférieure de Landéron. Mém. soc. helv. des sciences nat. vol. XXIII. 169.

6) Sharpe. Quarterly journal of the geological society. 1854. vol. X.

Zeitliche Vertheilung der Kalkschwämme.

	Ascones.	Leucones.	Sycones.
<i>Jetztzeit.</i>	Ascetta. Ascylla. Ascyssa. Ascaltis. Ascortis. Asculmis. Ascandra.	Leucetta. Leucylla. Leucyssa. Leucaltis. Leucortis. Leuculmis. Leucandra.	Sycetta. Sycylla. Sycyssa. Sycaltis. Sycortis. Syculmis. Sycandra.
<i>Tertiär.</i>	Isolirte Nadeln.		
	Pharetrones.		
<i>Obere und mittlere Kreide.</i>	Verticillites. Peronella. Corynella. -? Hippalimus. Synopella.	Osculospongia. Elasmostoma. Diplostoma. Pharetrospongia. Pachytilodia.	
<i>Untere Kreide.</i>	Verticillites. Peronella. Elasmocoelia. Conocoelia. Corynella. Stellispongia.	Sestrostomella. Synopella. Oculospongia. Elasmostoma. Diplostoma. Pharetrospongia.	
<i>Oberer Jura.</i>	Eudea. Peronella. Eusiphonella. Corynella. Myrmecium. Stellispongia. Sestrostomella. Blastinia. Crispispongia.		Protosycon.
<i>Mittlerer Jura.</i>	Eudea. Peronella. Corynella. Lymnorea. Stellispongia. Sestrostomella. Pharetrospongia.		
<i>Lias.</i>			
<i>Trias.</i>	Eudea. Colospongia. Verticillites. Celyphia. Himatella. Peronella.	Corynella. Stellispongia. Sestrostomella. Crispispongia. Pharetrospongia. Leiospongia.	
<i>Dyas.</i>		? Peronella. ? Corynella.	
<i>Kohlenkalk.</i>		?	
<i>Devon.</i>		Peronella.	

Auffallender Weise sind in der Tertiärformation, abgesehen von isolirten Nadeln im Rothen Crag, welche von Johnson der *Grantia compressa* zugeschrieben werden, keine Kalkschwämme nachgewiesen worden; es scheinen somit die offenbar am meisten widerstandsfähigen Pharetronen mit Ende des mesolithischen Zeitalters erloschen zu sein.

Im Gegensatz zu den Kieselschwämmen zeigt sich bei den Pharetronen eine ziemlich continuirliche Entwicklung. Viele Gattungen überschreiten die Grenzen von ein oder zwei Formationen und zeichnen sich durch ungewöhnliche Langlebigkeit aus. Auch die Formenveränderung innerhalb der Gattungen bewegt sich in bescheidenen Grenzen, so dass unter Umständen die Arten aus der obersten Kreide denen aus Jura und Trias zum Verwechseln ähnlich sehen.

In der ehemaligen Lebensweise der Kalkschwämme liegt wohl am einfachsten die Erklärung ihrer mehr geschlossenen Aufeinanderfolge. Sie waren Küstenbewohner und da im Allgemeinen mehr Litoral- als Tiefseebildungen der Untersuchung zugänglich sind, so kann es auch nicht befremden, wenn die Kalkschwämme an zahlreicheren Localitäten und in mehr Horizonten auftreten, als die auf Tiefsee-Ablagerungen angewiesenen Hexactinelliden und Lithistiden.

In phylogenetischer Hinsicht dürfen wohl die Pharetronen als diejenigen Formen betrachtet werden, aus denen sich die heutigen Leuconen und Asconen entwickelt haben. Will man mit Haeckel als Stammform der Kalkschwämme (abgesehen von den problematischen vorhergehenden und erhaltungsunfähigen Embryonaltypen) einen mit Osculum und Magenöhle versehenen festsitzenden Olynthus annehmen, so muss man sich denselben mit Stabnadeln versehen denken, denn nicht nur treten die einaxigen Skeletgebilde bei den Larven der heutigen Kalkschwämme zuerst auf und sind somit als die genetisch ältesten zu betrachten, sondern sie setzen auch bei den älteren Pharetronen ausschliesslich die Skelete zusammen.

Auf eine eingehendere Besprechung des genetischen Zusammenhangs der einzelnen Gattungen bei den Pharetronen, wie dies Haeckel für die Genera der drei lebenden Familien gethan hat, muss angesichts der noch unvollkommenen Kenntniss des Details in der Skeletbeschaffenheit verzichtet werden; sie würde nur unzuverlässige Resultate ergeben. Auch darüber ob, in welcher Weise und zu welcher Zeit die Asconen und Leuconen sich aus den Pharetronen entwickelt haben, fehlt es vorläufig noch an festen Anhaltspunkten. Wohl aber steht fest, dass sich die Familie der Syconen schon frühzeitig (jedenfalls schon im Jura) abgezweigt hat.

Uebersicht der fossilen Kalkschwämme.

1. Familie: *Ascones*. *Haeckel*.

Magenwand dünn, von unbeständigen Hautporen, wandungslosen und vergänglichen Parenchym-Lücken, nicht von bleibenden Canälen durchsetzt. Skelettnadeln meist in einer einzigen Schicht parallel der Oberfläche.

Fossile Vertreter bis jetzt nicht bekannt.

2. Familie: *Leucones*. *Haeckel*.

Magenwand dick, unregelmässig von ungeraden und verästelten, meist anastomosirenden und ohne bestimmte Anordnung verlaufenden Astcanälen durchsetzt. Parenchym skelet aus regellos gelagerten Nadeln bestehend, ausserdem besondere Dermal- und Gastral-Schichten.

Fossile Formen unbekannt¹⁾.

3. Familie: *Pharetrones*. *Zittel*.

Wand dick, mit ungeraden Astcanälen oder ohne alle Canäle. Skeletelemente zu anastomosirenden Fasern angeordnet. Dermalis-schicht häufig vorhanden.

1) Durch Herrn Prof. Dr. Toula in Wien wurde mir vor einigen Tagen zwei der älteren Kreide zugehörige Gesteinsstücke aus Pirot in Bulgarien zugesandt, welche fast ganz aus kleinen, subcylindrischen gegen unten verschmälerten Körpern von c. 10—15 mm. Länge und 3—4 mm. Dicke bestehen. Die offenbar organischen Hohlkörper erinnern am meisten an die Gyroporellen der Trias, allein es fehlen ihnen die charakteristischen Poren und Canäle derselben. In der Centralhöhle münden allerdings radiale Canäle, die sich gegen unten steiler stellen und schliesslich vertical von unten in die Magen-höhle führen, allein ein Fasergewebe fehlt. Dagegen beobachtet man zuweilen in der meist homogenen Masse der Wand einzelne grosse Stabnadeln, und drei- oder vierstrahlige Spiculae, deren Form nicht genau zu ermitteln ist. Sollten diese massenhaft vorkommenden Körper, wie ich vermuthete zu den Leuconen gehören, so würde diese Familie somit schon in der Kreide beginnen.

Spätere Anmerkung während des Druckes.

Eudea. Lamx.

1821. Exposition meth. S. 46. pl. 74. Fig. 1—4.

Syn. Eudea p. p. d'Orb.; Verrucospongia p. p. d'Orb.; Epeudea, Ependea, Stegendea From.; Spongites, Orispongia Quenst.; Solenolmia, Verrucospongia, Eudea, Elasmeudea Pomel.

Schw. einfach oder ästig, cylindrisch, keulenförmig oder birnförmig festgewachsen; mit röhriger, enger, bis zur Basis reichender enger Centralhöhle. Das Skelet besteht aus groben anastomosirenden Fasern, welche sich an der Oberfläche mit Ausschluss des Scheitels plattig ausbreiten, mit einander verschmelzen und eine glatte dichte Dermalschicht bilden, worin runde oder verzerrte, zuweilen gerandete Oeffnungen liegen, die mit seichten Vertiefungen in Verbindung stehen. In derselben Weise besteht auch die Wand der Magenhöhle aus einer glatten Schicht, die nur von den porenförmigen Oeffnungen durchstochen ist.

Das Canalsystem ist wegen der grossmaschigen Beschaffenheit des Skeletes unentwickelt; das Wasser trat wahrscheinlich durch die grossen Ostien der Oberfläche in den Schwammkörper, circulirte zwischen den groben Nadelfasern und gelangte durch die oben beschriebenen Poren in die Magenhöhle. An angeschliffenen Exemplaren zeigen sich weder in Längs- noch Quer-Schnitten Canäle.

Von dieser Gattung wurde schon im Jahre 1821 von Lamouroux eine Species aus dem Grossoolith von Caen beschrieben und Herrn Eudes-Delongchamps zu Ehren benannt. Michelin Ic. 58. 8 gibt eine neue vortreffliche Abbildung der gleichen Art, hält jedoch sonderbarer Weise die charakteristische glatte Epidermis der Oberfläche für einen fremden parasitischen Körper, für welchen er den Gattungsnamen Eudea beibehält, während die vermeintliche Unterlage als *Scyphia clavarioides* oder *cymosa* bezeichnet wird.

d'Orbigny stellt Michelin's Eudea cribaria wieder zur Lamouroux'schen Art, trägt jedoch den Namen Eudea auf eine grosse Anzahl cylindrischer Schwämme mit wohl entwickeltem Canalsystem.

Fromentel endlich behält, allen Regeln der Terminologie entgegen, den Namen Eudea für einen grossen Theil der von d'Orbigny der Lamouroux'schen Gattung zugeheilten Formen bei und bezeichnet die typische Art (*E. clavata* Lamx. = *Eudea cribaria* Mich.) mit einem neuen Gattungsnamen Epeudea (oder Ependea). Später errichtet Fromentel für die ästigen Formen eine besondere Gattung Stegendea (richtiger Stegeudea).

Pomel geht zwar wieder auf die Lamouroux'sche Anschauung zurück, gründet aber nebenher noch die überflüssigen Gattungen *Elasmeudea* und *Solenolmia*.

Bei Quenstedt werden die oberjurassischen Arten in früheren Werken als Spongites, in der Petrefaktenkunde Deutschland dagegen unter dem Gattungsnamen *Orispongia* beschrieben.

Von Eudea kommen mehrere Arten schon in der alpinen Trias vor; ihre Hauptverbreitung findet die Gattung jedoch im oberen Jura. Hier sind die Exemplare häufig theils an ihrer Oberfläche, theils vollständig verkieselt.

- 1) Scyphia Manon. *Münst. Beitr.* IV. 1. 15. Trias. St. Cassian.
- 2) Scyphia polymorpha. *Klipst. Oestl. Alp.* 19. 12. St. Cassian.
(*Verrucospongia polymorpha. Laube Fauna von St. Cassian* 1. 12.)
- 3) ?Epeudea pusilla. *Laube.* 1. 1. St. Cassian.
- 4) Eudea clavata. *Lamx. Expos. meth.* 74. 1—4 Bathonien.
(*Eudea cribraria. Mich. Ic.* 58. 8.)
- 5) Spongites perforatus. *Quenst. Jura* 84. 26. 27. Ob. Jura.
(*Orispongia perforata. Quenst. Petr.* V. 124. 22—28).
- 6) Orispongia globata. *Quenst. ib.* 124. 29—34. Ob. Jura.
(*Manon peziza p. p. Goldf.* 34. 8^a.)
- 7) Orispongia pisum. *Quenst. ib.* 124. 35. 36.
- 8) Epeudea macropora. *From. Polyp. cor. de Gray.* 15. 2. Coralrag.
- 9) Eudea corallina. *Et. Sur la classific. des Spongiaires du Haut-Jura Actes de la Soc. jurass. d'émulation* 1860. S. 147. Fig. 13.
- 10) Ependea elongata. *From. et Pill. Coll. de Lem.* 12. 5. 6. Tithon.
- 11) Stegendea Pilleti. *From. et Pill. ib.* 13. 8. Tithon.

Colospongia. *Laube.*

Fauna von St. Cassian. S. 17. t. 1. Fig. 16.

Syn. Manon p. p. Münst. Klipst.; Amorphospongia p. p. d'Orb.

Schw. cylindrisch, keulenförmig, zuweilen ästig, aus kugeligen oder ringförmigen Segmenten aufgebaut, welche äusserlich durch tiefe Einschnürungen angedeutet sind. Oberfläche groß porös, die unteren Segmente zuweilen mit glatter, dichter Dermal-schicht bekleidet. Scheitel gewölbt, mit kleinem kreisrundem Osculum einer engen ganzen Schwammkörper durchbohrenden Centralröhre.

Die Segmente sind im Innern ausgefüllt von einem äusserst lockeren anastomosierenden Fasergewebe, das sich an den Wandungen etwas verdichtet. Canalsystem fehlt.

Ich habe die Laube'sche Gattungsdiagnose nach einem wohlerhaltenen ästigen Exemplar von der Seeland-Alpe, welches im Durchschnitt eine Centralröhre zeigt, und nirgends eine Spur von Epithek erkennen lässt, modificirt. Colospongia vermittelt Eudea und Peronella mit Verticillites. Von letzterer unterscheidet sich die vorliegende Gattung durch unvollkommener entwickelte Querböden sowie dadurch, dass die Segmente im Innern nicht hohl, sondern von lockerem Skeletgewebe erfüllt sind.

Die einzige Art stammt aus der alpinen Trias.

Colospongia dubia. *Laube. Fauna von St. Cassian.* 1. 16.

(*Manon dubium. Mstr. Beitr. IV.* 1. 11.)

(*Manon pertusum. Klipst. Oestl. Alp.* 19. 14.)

Verticillites. Defr.

Syn. *Verticillites* (Ellis) Defr., d'Orb.; *Scyphia* Goldf.; *Verticillopora* Blainv., Sharpe (non McCoy); *Verticillocoelia* From.; *Verticillites*, *Cystopora* Pomel; *Verrucospongia* p. p. Laube.

Schw. einfach oder buschig. Einzelindividuen cylindrisch oder keulenförmig, an der Oberfläche häufig mit horizontalen Einschnürungen. Scheitel mit kreisrundem Osculum. Der ganze Schwammkörper ist aufgebaut aus dünnwandigen Hohlringen, von denen sich jeder in der Weise dem vorhergehenden anfügt, dass die horizontale oder gewölbte Decke des ersteren zugleich den Boden des darauf folgenden bildet. Diese Ringe werden von einer senkrechten, vom Osculum bis zur Basis reichenden Centralröhre durchbohrt. Die Wand der Centralhöhle, die äussere Wand und die Querböden sind vielfach durchlöchert und mit Canälen versehen, die in das Innere der hohlen Segmente führen. Sämmtliche Wandungen bestehen aus einem Gewebe anastomosirender Kalkfasern. Bei einzelnen Arten werden die Böden der Hohlringe durch feine Verticalfortsätze der Skeletsubstanz mit einander verbunden.

Die Mikrostruktur des Kalkskeletes ist in der Regel zerstört, so dass die Fasern bei starker Vergrösserung lediglich eine krystallinisch strahlige Beschaffenheit erkennen lassen. An einem Exemplar von *Verticillites anastomans* Mant. aus dem Aptien von La Presta ist es mir indess gelungen, die Zusammensetzung der Fasern aus meist deutlich dreistrahligen Nadeln zu constatiren. Damit ist die Zugehörigkeit dieser Gattung, welche sich in ihrem Gesammthabitus auf das Innigste an *Peronella* anschliesst, zu den Spongien sicher gestellt.

Ich kenne verschiedene Arten aus der Trias und unteren Kreide.

a) Aus der Trias:

- 1) *Scyphia armata*. Klipst. Beitr. 19. 13. 14.

(*Verrucospongia armata* Laube Fauna v. St. Cassian. 1. 10.)

Ich habe durch Herrn Dr. Loretz eine Anzahl Exemplare von der Seeland-Alpe erhalten, welche die Hohlringe, die etwas gewölbten Horizontalböden und die perforirte Wand der Centralröhre vorzüglich erkennen lassen.

b) Aus der Kreide.

- 1) *Verticillopora anastomans*. Mantell. Wonders of Geology. S. 636. Fig. 3. Medals 2 ed. S. 227. Fig. 4. S. 229. Fig. 3.

(*Verticillopora anastomans*. Sharpe. Quart. Journ. 1854. vol. X. pl. 5. 1.)

(? *Verticillites truncata*. d'Orb. Prod. Et. 17. 560.)

(? *Discoelia Helvetica*. Loriol. Urgon. Land. 5. 4—11.)

- 2) *Verticillites digitata*. d'Orb. ib. Et. 19. 357.
- 3) *Verticillites incrassata*. d'Orb. ib. Et. 20. 768.
- 4) *Thalamopora siphonioides*. Mich. Ic. 53. 9.
- 5) *Verticillites cretaceus*. Defr. Dict. scienc. nat. 1829. LVIII. 5.
(*Verticillite* d'Ellis. Defr. Dict. Atlas. Polyp. pl. 44. Fig. 1.)

(*Verticillopora cretacea*. Blv. *Manuel Actinol.* **66.** 1.)

(*Verticillites cretaceus*. Bronn *Leth. geogn.* **29.** 5.)

6) *Verticillites* Goldfussi. *d'Orb. Prod. Et.* **22.** 1463.

(*Scyphia verticillites*. Goldf. **65.** 9.)

Celyphia. Pomel.

Pal d'Oran. S. 229.

Syn. Manon p. p. Mstr. Klipst.; Hippalimus p. p. d'Orb.; Verrucospongia p. p. Laube.

Schw. aus kugeligen oder eiförmigen, unregelmässig an einander gereihten, oft zu knolligen Massen vereinigten Individuen zusammengesetzt, welche je nach ihrem Alter beständig an Grösse zunehmen. Wand der Einzelindividuen dicht, von vereinzelt, gerandeten Osculis durchbohrt. Diese Wand umschliesst einen Hohlraum, welcher aus sehr unvollständig von einem ganz lockeren, aus feinen anastomosirenden Fasern gebildeten Gewebe ausgefüllt wird.

Bei mikroskopischer Betrachtung erscheint sowohl die Wand, als auch das Fasergewebe im Innern dicht. Da indess die gleiche Beschaffenheit auch an vielen ächten Kalkschwämmen aus St. Cassian beobachtet wird, so könnte diese Beschaffenheit wohl als eine Folge späterer Veränderungen betrachtet werden.

Diese höchst eigenthümliche Gattung stelle ich nur mit vielen Zweifeln unter die Kalkschwämme. Die ganze äussere Erscheinung, die Zusammensetzung aus vereinzelt, wohl begrenzten Kammern erinnert eher an gewisse Foraminiferen; allein die theilweise Ausfüllung der Kammern durch ein lockeres Maschengewebe ist wieder unvereinbar mit dem Begriff einer Foraminifere.

Die Struktur gewährt keinen Aufschluss über die zoologische Stellung dieser Gattung, welche sich, noch am besten an *Colospongia* und *Verticillites* einreihen dürfte.

Die einzige Art stammt aus der Trias von St. Cassian.

Manon submarginatum. *Mst. Beitr.* IV. **1.** 9.

(*Manon pisiforme*. *Mstr. ib.* **1.** 8.)

(*Verrucospongia submarginata*. *Laube. Fauna von St. Cassian.* **1.** 11.)

Himatella. Zitt.

(*ιματέλιον* Ueberzug.)

Syn. Tragos p. p. Münst., Klipst.; Lymnorea p. p. d'Orb.; Lymnoretheles p. p. Laube.

Schw. verkehrt kegelförmig, einfach. Scheitel schwach convex mit centralelem, kreisrundem Osculum: der Ausfuhröffnung einer engen, den ganzen Schwamm durchbohrenden Röhre. Oberfläche bis zum Rand des Scheitels mit einer glatten oder concentrisch-runzeligen Dermalschicht versehen. Radial- und sonstige Canäle fehlen. Im Längsschnitt zeigt das Faserskelet Neigung sich in regelmässigen Abständen parallel dem Scheitel etwas zu verdichten, so dass dadurch eine schwache Andeutung von Querböden hervorgerufen wird.

Diese Gattung verknüpft *Peronella* mit *Colospongia* und *Verticillites*. Die enge perforirende Centralhöhle, der Mangel an Radialcanälen erinnert an *Peronella*, die allerdings nur leise Andeutung von Segmentbildung an die zwei letztgenannten Gattungen. Charakteristisch für *Himatella* ist die glatte, bis zum Scheitel heraufgehende Epithel.

Die einzige bis jetzt beschriebene Art findet sich in der alpinen Trias.

Tragos milleporatum. *Mstr.* Beitr. IV. 1. 17.

Peronella. Zitt.

(περόνη kleine Röhre.)

Syn. Scyphia, Siphonia, Spongia auct.; Eudea p. p., Hippalimus p. p., d'Orb.; Siphonocoelia p. p., Polyoelia p. p., Discoelia p. p., Stenocoelia Fromentel; Pareudea p. p. Etall. Dendrocoelia Laube; Coeloconia, Dyoconia, Gymnorea, Pliocoelia, Siphonocoelia, Loenocoelia Pomel; Spongites, Dermispongia, Radicispongia Quenst.

Einfach oder durch Knospung ästig; Einzel-Individuen cylindrisch dickwandig; Scheitel gewölbt, seltener eben, in der Mitte mit engem, kreisrundem Osculum der röhrenförmigen Magenhöhle, welche mit nahezu gleichbleibendem Durchmesser die ganze Länge des Schwammkörpers bis in die Nähe der Basis durchbohrt. Einströmungscanäle fehlen. Wand der Magenhöhle und Oberfläche porös. Aussenseite entweder nackt oder an der Basis, zuweilen auch bis in die Nähe des Scheitel mit dichter, concentrisch runzlicher Epidermis überzogen.

Das Skelet besteht aus meist groben, wurmförmig gekrümmten, anastomosirenden Fasern, die ein wirres Gewebe bilden. In den unregelmässig geformten Maschen und Interstitien desselben circulirte das Wasser, ohne dass besondere Canäle oder Ostien erforderlich waren. Die porenförmigen Oeffnungen an der Oberfläche und auf der Wand des Centralcanals sind lediglich Lücken des Wurmgewebes.

In der Regel besteht das Skelet noch aus kohlenurem Kalk an einzelnen Localitäten jedoch, namentlich des oberen Jura sind fast alle Exemplare verkieselt. An letzteren sind die Nadeln, aus denen die Fasern bestehen, niemals erhalten. An kalkigen Skeleten dagegen lässt sich die Mikrostruktur meist mit Sicherheit constatiren, wenn auch deutlich erhaltene Nadeln selten beobachtet werden.

Der Hauptsache nach scheinen die wurmförmigen Fasern aus dreistrahligen (vielleicht auch vierstrahligen) Nadeln zusammengesetzt zu sein, doch gesellen sich häufig auch einfache Stabnadeln in grosser Zahl bei. Die Grösse und Gestalt der Dreistrahler, namentlich die Länge der einzelnen, zuweilen gebogenen Schenkel, variiren bei den verschiedenen Arten beträchtlich.

Diese von der Trias bis in die obere Kreide verbreitete, artenreiche Gattung lässt sich durch die enge, röhrenförmige Centralhöhle der cylindrischen Körper, sowie durch den Mangel aller Radialcanäle mit Leichtigkeit von verwandten Formen unterscheiden. Die hieher gehörigen Formen wurden von den älteren Autoren *Scyphia*, *Spongia* oder *Siphonia* genannt, *d'Orbigny* vereinigte sie irrthümlicher Weise mit den *Lamouroux'schen* Gattungen *Eudea* und *Hippalimus*.

Etallon (Etudes paléont. sur le Haut Jura 1859 S. 142) schlug für einen Theil der von d'Orbigny als Eudea und Hippalimus bezeichneten Arten den Gattungsnamen Pareudea vor, unter welchem die jurassischen Formen der vorliegenden Gattung, sowie mehrere Eusiphonellen begriffen sind.

Im gleichen Jahr stellte Fromentel (Introduction S. 31) die Gattungen Siphonocoelia und Polycoelia auf, welche der Hauptsache nach Etallon's Pareudea entsprechen. Die monozoischen Formen wurden Siphonocoelia, die polyzoischen Polycoelia und da dieser Namen bereits vergriffen, später (Catalogue rais. des Spongit. de l'étage Neocomien 1861. S. 4) Discoelia genannt.

Diese Berichtigung ist den meisten Autoren entgangen und der Name Polycoelia wurde darum von Laube durch Dendrocoelia, von R. Tate durch Coeloseyphia¹⁾, von Pomel durch Pliocoelia ersetzt.

Eine generische Trennung der monozoischen und polyzoischen Formen ist bei der vorliegenden Gattung durchaus unstatthaft, denn zuweilen erscheint ein und dieselbe Art als einfaches Individuum und als zusammengesetzter Stock. Ebenso wenig scheint mir die Gattung Stenocoelia *From.* (Cat. rais. S. 4) wohl begründet zu sein. Hieher rechnet Fromentel solche Discoelien, bei denen die Einzelindividuen fast bis zum Scheitel seitlich mit einander verwachsen sind, so dass knollige Stöcke mit perforirten warzigen Erhebungen gebildet werden.

Quenstedt beschreibt in seinem neuesten Werk die jurassischen Formen unter der generischen Bezeichnung Spongites, Vermispongia und Radicispongia, die cretacischen meist als Scyphia.

Die oben citirten Gattungen Pomel's werden theils nach der vermeintlichen kieseligen oder kalkigen Beschaffenheit des Skelets, theils nach der Stärke der anastomosirenden Fasern, theils nach der äusseren Form unterschieden.

Es scheint mir nicht unwahrscheinlich, dass bei besserer Kenntniss der Nadeln, welche die Skeletfasern zusammensetzen, eine Spaltung der unter Peronella vereinigten Formen in mehrere Gattungen durchführbar wäre, denn dass in dieser Hinsicht sehr bedeutende Abweichungen vorkommen, beweisen schon die Abbildungen der Skeletnadeln von Peronella cylindrica (Taf. XII. Fig. 4) aus dem oberen Jura und P. multidigitata *Mich.* sp. (Taf. XII. Fig. 3) aus der mittleren Kreide. Einer systematischen Verwerthung der Nadelformen bei den fossilen Kalkschwämmen stellt jedoch der mangelhafte Erhaltungszustand unüberwindliche Hindernisse entgegen.

Als Beispiele der Gattung Peronella mögen nachstehende Arten genannt werden:

a) Aus der Devon-Formation.

- 1) Scyphia conoidea. *Goldf.* 2. 4.
- 2) Scyphia constricta. *Sandb.* Verst. des Rheinischen Uebergangsg. 37. 10.

(*Scyphia turbinata.* *Lonsd. non Goldf.*)

1) Nach der Abbildung von Coeloseyphia sulcata R. Tate (Quart. journ. geol. soc. vol. 21. S. 43) vermute ich, dass diese Art nicht zu den Kalkschwämmen, sondern zu den Hexactinelliden und zwar in die Nähe von Polyblastidium *Zitt.* gehört.

b) Aus der Trias.

- 1) *Peronella Loretzi*. *Zitt. Seeland-Alpe bei Schluderbach*.
(*Siphonocoelia nsp. Loretz Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1875. S. 832.*)
- 2) *Scyphia subcaespitosa*. *Münst. Beitr. IV. 1. 14.*
- 3) *Scyphia Caminensis*. *Beyr. in Eck. Ueber die Formation des bunten Sandsteins u. Muschelkalks in Oberschlesien. 1. 2.*

c) Aus dem Dogger:

- 1) *Spongia cymosa*. *Lamx. Exp. meth. 84. 7.*
(*Scyphia cymosa. Mich. Ic. 58. 3.*)
- 2) *Spongia pistilliformis*. *Lamx. ib. 84. 5. Mich. Ic. 58. 4.*
- 3) *Spongia mamillifera*. *Lamx. ib. 84. 11.*
- 4) *Spongia clavarioides*. *Lamx. ib. 84. 8—10.*
- 5) *Tragos tuberosum*. *Goldf. 30. 4.*
(*Spongites mamillatus. Quenst. Petr. 131. 37—39.*)
- 6) *Spongites fuscus*. *Quenst. Petr. 131. 42.*

Aus dem Malm.

- 1) *Scyphia cylindrica*. *Goldf. 2. 3. 3. 12.*
(*Scyphia elegans. Goldf. 2. 8. u. 13.*)
(*Scyphia cylindrica. Quenst. Petr. 123. 6—7. 9—15.*)
- 2) *Pareudea jurassica*. *Et. Etudes pal. sur le Haut-Jura. Monographie de l'étage corallien. S. 143 u. sur la classific. des Spong. Fig. 14.*
- 3) *Pareudea Mosensis*. *Et. ib. S. 144.*
(*Scyphia furcata. Mich. Ic. 26. 3.*)
- 4) *Spongia floriceps*. *Phil. Geol. Yorksh. 84. 24.*
- 5) *Scyphia radiceformis*. *Goldf. 3. 11.*
(*Radispongia radiceformis. Quenst. Petr. 123. 15—26.*)
- 6) *Pareudea amicorum*. *Et. Leth. Brunt. 58. 27.*
(*Siphonia lagenaria. Mich. Ic. 26. 4.*)
- 7) *Polycoelia bullata*. *From. Intr. 1. 9.*
- 8) *Spongia mamillaris*. *Mich. Ic. 26. 5.*
- 9) *Spongites nodulosus*. *Quenst. Petr. 131. 28—30.*
- ? 10) *Spongites squamatus*. *Quenst. ib. 131. 31. 32.*

Aus der Kreide.

- 1) *Scyphia clavata*. *Roem. Nordd. Ool. 17. 24. Hils.*
(*? Siphonocoelia cylindrica. From. Cat. rais. 1. 4.*)
- 2) *Polycoelia divaricata*. *Roem. Spong. 1. 8.*
- 3) *Polycoelia ramosa*. *Roem. Nordd. Ool. 17. 27. Hils.*
- 4) *Discoelia porosa*. *From. Cat. rais. 2. 4. Neocomien.*
(*Polycoelia punctata. Roem. Spong. 1. 7.*)
- 5) *Limnorea monilifera*. *Roem. Spong. 1. 5. 2. 5. Hils.*

- 6) *Discoelia dumosa*. *From.* Cat. rais. 1. 6. Hils.
(? *Scyphia subfurcata*. *Roem. Nordd. Ool.* 17. 28.)
(*Elasmocoelia Sequana*. *Roem. Spongit.* 1. 11. non *From.*)
- 7) *Siphonocoelia compressa*. *From.* Intr. 4. 7. Neocomien.
- 8) *Discoelia macropora*. *From.* Cat. rais. 1. 7. Neoc.
- 9) *Polycoelia gemmans*. *From.* Intr. 4. 4. Neoc.
- 10) *Discoelia strangulata*. *From.* Cat. rais. 2. 2. Neoc.
- 11) *Polycoelia tuberosa*. *Roem.* Spongit. 1. 9. Hils.
- 12) *Discoelia Perroni*. *From.* Cat. rais. 2. 1. Neoc.
- 13) „ *Ricordeana*. *From.* Cat. rais. 2. 3. Neoc.
- 14) „ *glomerata*. *From.* Cat. rais. 2. 6. Neoc.
- 15) „ *Cottaldina*. *From.* in *Lor. Et. Val. d'Arzier* 8. 7. 8. Valanginien.
- 16) „ *Arzieriensis*. *Lor. ib.* 8. 11. 12. Valanginien.
- 17) *Siphonocoelia tenuicula*. *Lor.* Urgon. Land. 4. 9. Urgon.
- 18) „ *cyathiformis*. *Lor. ib.* 4. 10—12. Urgon.
- 19) *Discoelia Gillieronii*. *Lor. ib.* 4. 16—18. Urgon.
- 20) „ *flabellata*. *Lor. ib.* 4. 19—21. Urgon.
(*Hippalimus flabellatus*. *d'Orb. Prod. II. S.* 97.)
- 21) *Discoelia Cotteaui*. *Lor. ib.* 5. 1—3. Urgon.
- 22) *Scyphia furcata*. *Goldf.* 2. 6. Tourtia.
- 23) *Spongia multidigitata*. *Mich.* Icon. 51. 9. Cenoman.
- 24) *Scyphia micropora*. *Roem.* Kr. 2. 6. Senon.

Elasmocoelia. *Roem.*

Syn. Elasmojerea. Fromentel.

Schw. aus einem oder mehreren gebogenen und mit einander verwachsenen Blättern bestehend, welche ihrer ganzen Längsaxe nach von zahlreichen, runden, gleichdicken Magenöhlen durchbohrt sind. Diese Röhren stehen in ein oder mehreren Reihen, ihre runden Oeffnungen befinden sich auf dem oberen Rand. Radialcanäle fehlen. Skeletfasern grob. Oberfläche und Wand der Röhren porös.

Diese Gattung wurde zuerst von Fromentel (*Introd.* S. 34) unter dem Namen *Elasmojerea* beschrieben, indess schon F. A. Römer zeigte, dass dieselben mit *Jerea* nichts gemein habe, wohl aber an *Siphonocoelia* angeschlossen werden müsse. Er veränderte darum auch den Namen in *Elasmocoelia*. Obwohl Römer's *E. Sequana* nicht identisch ist mit Fromentel's *Elasmojerea Sequana*, sondern zu *Peronella dumosa* *From.* sp. gehört, so ist nichts desto weniger die Bemerkung richtig, dass die *Elasmocoelien* nur aus reihenförmig geordneten und seitlich verwachsenen *Peronellen* bestehen.

Sie bilden vielleicht nur eine Section von *Peronella*, welche sich an *P. dumosa* anschliesst, der äussere Habitus derselben ist jedoch ein so eigenthümlicher, dass ich die Gattung *Elasmocoelia* aufrecht erhalten möchte.

Alle Arten stammen aus der unteren Kreide.

- 1) Elasmojerea Sequana. *From. Intr.* 2. 3. Neocom.
- 2) „ crassa. *From. Cat. rais.* 2. 10. Neocom.
- 3) „ plana. *From. ib.* 2. 9. Neocom.
- ? 4) „ irregularis. *From. ib.* 2. 8. Neocom.
- 5) Elasmocoelia orbiculata. *Roem. Spongit.* 2. 11. Hils.
- 6) Elasmojerea tortuosa. *Lor. Urgon. Land.* 5. 16. 17. Urg.

Conocoelia Zitt.

Syn. Siphonocoelia p. p. From. Linnorea p. p. Roem.

Schw. umgekehrt kegelförmig oder kreiselförmig, einfach oder durch Knospung am Oberrand polyzoisch, sehr dickwandig, Scheitel abgestutzt breit, mit centraler, sehr tiefer, trichterförmiger Magenöhle. Oberfläche porös, mit horizontalen Zuwachsringen. Ein eigentliches Canalsystem fehlt, allein der Schwammkörper besteht aus successiv gebildeten, horizontalen Schichten von grobem, anastomosirendem Fasergeewe, welches schmale Zwischenräume zur Circulation des Wassers zwischen sich frei lässt.

Unter den Nadeln der Skeletfasern glaube ich einfache Stabnadeln, sowie Dreistrahler zu erkennen. Einzelne der letzteren sind 4—5 mal so gross als die übrigen.

Diese von Fromentel mit Siphonocoelia vereinigte Gattung erhält durch ihren blättrigen Bau, welcher einigermassen an den gewisser Rudisten (Radiolites und Sphaerulites) erinnert, dann aber auch durch die ungemeine Stärke der Wand, durch den abgestutzten Oberrand und durch die zuweilen erscheinende, sonderbare Knospenbildung an demselben ein so charakteristisches Aussehen, dass sie leicht von Peronella zu unterscheiden ist.

Im französischen Neocomien kommen in der Regel nur monozoische Individuen vor; im norddeutschen Hils jedoch finden sich auch polyzoische Stöcke. Ich habe durch Herrn Prof. Ottmer in Braunschweig eine Anzahl Exemplare erhalten, welche keinen Zweifel darüber lassen, dass Linnorea centrolaavis *Roem.* durch alle Uebergänge mit einfachen Individuen von der Form der Conocoelia crassa *From.* verbunden ist.

Die 2 bis jetzt bekannten Arten stammen aus der unteren Kreide.

- 1) Siphonocoelia crassa. *From. Cat. rais.* 1. 1.
- 2) Linnorea centrolaavis. *Roem. Spongit.* 1. 18.

Eusiphonella Zitt.

Syn. Scyphia. Goldf.; Siphonocoelia u. Discoelia p. p. From.; Parcuca p. p. Et.

Schw. einfach oder durch basale oder seitliche Knospung ästig. Einzelpersonen cylindrisch, gegen unten verschmälert, dünnwandig mit weiter röhrieger oder trichterförmiger, bis zur Basis reichender Magenöhle. Wand der Magenöhle mit länglichen, in Verticalreihen stehenden Ostien, welche als Ausfuhröffnungen von horizontalen Radialcanälen dienen. Oberfläche mit groben Poren.

Die anastomosirenden Fasern des Skeletes sind verhältnissmässig dünn und bilden ein lockeres Geflecht.

Durch das wohlentwickelte System horizontaler Canäle unterscheidet sich diese, bis jetzt nur im oberen Jura bekannte Gattung leicht von *Peronella*.

- 1) *Scyphia Bronni*. *Münst. Goldf.* 33. 9. *Quenst. Petr.* 124. 1—15.
(*Siphonocoelia elegans*. *From. (non Goldf.) Intr.* 1. 7.)
(*Pareudea gracilis*. *Et. Leth. Brunt.* 58. 30.)
- 2) *Scyphia intermedia*. *Münst. Goldf.* 34. 1. *Quenst. Petr.* 125. 55—58.
- 3) „ *perplexa*. *Quenst. Petr.* 125. 56—63.

Corynella. Zitt.

(ζοφύρη Kölbchen, Knospe.)

Syn. Scyphia auct.; Cnemidium p. p., Myrmecium p. p. Münst. Klipst.; Eudea p. p., Hippalimus p. p., Lymnorea p. p. d'Orb.; Eudea, Diseudea, Polycnemiseudea, Siphonocoelia p. p., Polyoecia (Discoecia) p. p., Monotheles, Distheles, Epitheles p. p. From.; Monotheles p. p., Distheles, Endostoma, Polyendostoma p. p. Roem.; Copanon, Distheles, Dyocopanon, Cnemicochanon, Hallisidia, Pachytoecia, Holosphecion Pomel.

Schw. einfach, seltener zusammengesetzt. Einzelpersonen kolbenförmig, cylindrisch, kreisel- oder birnförmig; dickwandig. Scheitel abgestutzt oder gewölbt. Magenhöhle trichterförmig, mehr oder weniger vertieft, selten bis zur Basis reichend und am unteren Ende in der Regel in einen Bündel verticaler Röhren aufgelöst. Osculum der Centralhöhle häufig durch offene Radialfurchen gestrahlt. In die Magenhöhle münden grobe, meist bogenförmig gegen Aussen und Unten gerichtete Radialcanäle ein, welche, je weiter sie sich von der Magenhöhle entfernen immer feiner werden. Oberfläche mit Ostien von feineren Einströmungscanälen versehen, welche meist in schräger Richtung gegen Innen und Unten einmünden und in die Radialcanäle der Magenhöhle verlaufen. Basis zuweilen mit dichter Dermalschicht.

Skeletfasern ziemlich grob, hauptsächlich aus einfachen Stabnadeln bestehend, zwischen denen jedoch auch vereinzelte grosse Dreistraher liegen.

Die Entwicklung des Canalsystems bildet das charakteristische Merkmal dieser Gattung und unterscheidet sie sehr bestimmt von *Peronella*, mit welcher sie äusserlich am meisten übereinstimmt. Die groben Radialcanäle der Magenhöhle sind immer vorhanden, dagegen können allerdings die Einströmungsröhrchen zuweilen äusserst fein werden und unter Umständen ganz verschwinden. Dann fehlen natürlich auch die Ostien auf der Oberfläche. Die Beschaffenheit dieser Zufuhrcanäle variiert überhaupt ausserordentlich je nach den Arten; im Allgemeinen sind sie bei den triasischen und mitteljurassischen Arten am stärksten entwickelt.

Sehr veränderlich ist auch die Magenhöhle. Zuweilen wird sie nahezu röhrenförmig, wie bei *Peronella* und reicht fast bis zur Basis, trägt aber dann immer grosse Canalostien, zuweilen bildet sie nur einen seichten Trichter, von welchem ein Bündel senkrechter und bogenförmig divergirender grober Canäle ausgeht.

Trotz dieser, auch dem flüchtigen Beobachter auffallender Differenzen in Bezug auf Beschaffenheit der Magenhöhle und des Canalsystems lassen sich die Uebergänge zwischen

den Extremen so vollständig nachweisen, dass ich mich nicht entschliessen konnte, diesen Formenkreis in mehrere generische Gruppen zu zerlegen.

Fromentel hat zum Theil auf unerhebliche Merkmale (Auftreten als einfache Personen oder in zusammengesetzten Stöcken, Anwesenheit oder Fehlen einer Epithek), zum Theil auf unrichtige Beobachtungen eine ganze Reihe von Genera aufgestellt, die meiner Ansicht nach nicht haltbar sind.

Das Canalsystem von Eudea, Discudea und Polycnemiseudea *From.* ist entschieden unrichtig dargestellt, indem die Radialcanäle die Wand niemals durchbohren. Bei Monotheles und Distheles ist die Magenöhle nicht in der von Fromentel beschriebenen Weise seicht und oberflächlich, sondern gerade bei Monotheles stellata ansehnlich vertieft, trichterförmig und am unteren Ende in Verticalröhren aufgelöst. Schwache Epithek findet sich an der Basis verschiedener Arten, andere sind allerdings vollständig nackt.

Die Gattung Corynella ist von der Trias an bis in die oberste Kreide verbreitet. Als typische Arten sind zu erwähnen:

a) Aus der Trias.

- 1) Myrmecium gracile. *Mstr.* Beitr. IV. 1. 26. 27.
- 2) Cnemidium pyriforme. *Klipst.* Beitr. 20. 5.
- 3) Eudea rosa. *Laube.* Fauna von St. Cassian. 1. 4.
- 4) Cnemidium astroites. *Mstr.* Beitr. IV. 1. 24.
- 5) Scyphia capitata. *Mstr.* ib. 1. 12.
- 6) Stellispongia clavosa. *Laube.* Fauna v. St. Cassian 2. 3.

b) Aus dem Jura:

- 1) Spongia lagenaria. *Lamx.* Expos. 84. 4. *Mich.* Icon. 58. 5.
(*Discudea lagenaria.* *From.* *Intr.* 1. 5.)
- 2) Hallirhoa lycoperdioides. *Lamx.* Expos. 78. 2. *Mich.* Icon. 58. 6.
- 3) Alcyonites costata. *Stahl.* Correspondenzbl. Würtemb. landw. Ver. 1824. VI. S. 84. Fig. 29.
(*Spongites astrophorus alatus.* *Quenst. Petr.* 124. 54—57.)
- 4) Corynella Quenstedti. *Zitt.*
(*Spongites astrophorus caloporus u. cornucopiae.* *Quenst. Petr.* 124. 58—64.)
- 5) Corynella stolata. *Zitt.*
(*Spongites astrophorus stolatus u. parabolis.* *Quenst. Petr.* 124. 65—69.)
- 6) Parendeia cornuta. *Et.* Leth. Bruntr. 58. 31.
- 7) Cnemidium astrophorum p. p. *Goldf.* 35. 8^{a-c} (non 8^b)
- 8) Crispispongia solitaria. *Quenst. Petr.* 124. 51—53.
- 9) Parendeia prismatica. *Et.* ib. 59. 1.
- 10) Cnemidium parvum. *Et.* ib. 59. 2.
- 11) Cnemidium capitatum. *Münst. Goldf.* 35. 9.
- 12) Siphonocoelia globosa. *From.* Polypiers cor. de Gray. 15. 3.
- 13) „ „ stellifera. *From.* ib. 15. 4.

- 14) Siphonocoelia pyriformis. *From. ib.* 15. 5.
- 15) „ aspera. *From. ib.* 15. 6.
- 16) Discoelia Champlittensis. *From. ib.* 15. 7.
- 17) Madrespongia madreporata. *Quenst. Petr.* 124. 70—72.
(*Cnemidium astrophorum. Goldf.* 35. 8^b.)
- 18) Polycnemiseudea corallina. *From. Intr.* 1. 6.

Aus der Kreide.

- 1) Scyphia excavata. *Roem. Nordd. Ool.*
(*Siphonocoelia truncata. From. Cat. rais.* 1. 3.)
- 2) Siphonocoelia Neocomiensis. *From. Cat. rais.* 1. 2.
(? *Polyendostoma pyriformis. Roem. Spongit.* 1. 3.)
- 3) Distheles excavata. *Roem. Spongit.* 1. 19.
- 4) Eudea globosa. *Roem. Spongit.* 1. 1.
- 5) Monotheles punctata. *Roem. Spongit.* 1. 17.
- 6) „ stellata. *From. Intr.* 2. 6.
- 7) Distheles depressa. *From. Intr.* 2. 7.
- 8) „ inflata. *From. Cat. rais.* 2. 5.
- 9) „ pediculata. *From. Cat. rais.* 3. 1.
- 10) Scyphia foraminosa. *Goldf.* 31. 4.
(*Endostoma foraminosum. Roem. Spongit.* 14. 6.)
- 11) Scyphia tetragona. *Goldf.* 2. 2.
(*Endostoma tetragonum. Roem. Spongit.* 14. 7.)
(*Polyendostoma sociale. Roem. ib.* 14. 4.)

Myrmecium. *Goldf.*

Petr. Germ. S. 18.

Syn. Cnemidium p. p. Goldf.; Epitheles p. p. From.; Myrmecium, ? Gymnomyrmecium Pom.

Schw. klein halbkugelig, kugelig bis cylindrisch, gegen unten verschmälert, kurz gestielt, an der Basis mit glatter oder concentrisch runzeliger Dermalschicht, welche zuweilen auch die ganzen Seiten überzieht. Scheitel gewölbt, in der Mitte mit einem runden Osculum, das einer röhrenförmigen, engen den Schwammkörper in verticaler Richtung durchbohrenden Magenöhle als Oeffnung dient. Ausserdem sind zahlreiche, kleine, porenförmige Ostien auf der Oberfläche vertheilt, soweit sie nicht von der Deckschicht bekleidet ist.

In der Centralhöhle endigen ziemlich starke, bogenförmig von Aussen und Unten kommende, in der Nähe der Oberfläche vergabelte Radialcanäle. Ihre Ostien liegen meist in Längsreihen auf der Wand der Centralröhre. Weitere geradlinige Canäle dringen schräg nach Innen und Unten von den Oberflächen-Ostien in den Schwammkörper ein.

Das Skelet besteht aus einem eng maschigen Geflecht ziemlich dünner anastomosirender Fasern, welche in der Regel aus Kalkspath, selten aus Kieselerde bestehen. Nadeln habe ich mit voller Sicherheit nicht nachweisen können, indess einzelne Parthieen der Kalkspathfasern schienen mir drei- oder vierstrahlige Sterne zu enthalten.

Diese Gattung unterscheidet sich von *Corynella* hauptsächlich durch die feinen Skeletfasern, durch die enge Centralhöhle und durch die sehr entwickelte Deckschicht, welche niemals fehlt und häufig den Schwammkörper bis zum Scheitel einhüllt. Sie ist vorläufig nicht sonderlich scharf begrenzt, allein die hieher gehörigen oberjurassischen Arten tragen ein so eigenthümliches Gepräge, dass ich mich nicht entschliessen konnte, dieselben mit *Corynella* zu vereinigen.

1) *Myrmecium hemisphaericum*. Goldf. 6. 12.

(*Cnemidium rotula*. Goldf. 6. 6.)

(*Spongites rotula*. Quenst. Petr. 126. 1—41.)

a) var. *biretiformis*. Quenst. 126. 2—4. 6. 7.

b) var. *foliata*. Quenst. 126. 5.

c) var. *cylindrata*. Quenst. 126. 8—10.

d) var. *coniformis*. Quenst. 126. 11—13.

e) var. *pedunculata*. Quenst. 126. 14—18. 30. 31.

f) var. *longiceps*. Quenst. 126. 21—26.

2) *Spongites indutus* Quenst. Petr. V. 126. 42—46.

3) „ *circumseptus*. Quenst. ib. 126. 55—57.

? *Hippalimus*. Lamx.

Syn. Hippalimoudea From.; (non *Hippalimus* d'Orb.; Roem. etc.)

Schw. pilz- oder schirm-förmig, gestielt; Scheitel mit weiter, trichterförmiger Centralhöhle. Die schrägen Seiten des conischen Schirms mit *Osculis* besetzt. Unterseite des Schirms. Stiel und Wand der Centralhöhle glatt, ohne *Oscula*.

Ich kenne diese Gattung nur aus Abbildungen und bin desshalb über ihre systematische Stellung im Unklaren. Möglicherweise gehört sie in die Ordnung der *Lithistiden*.

Die einzige Art *H. lobatus* Lamx. Expos. meth. 79. 1 stammt aus dem Cenomanien von Villers in Calvados.

Lymnorea. Lamx.

Syn. Mammillipora Bronn.; *Lymnorcotheles* From.; *Lymnorea*, *Placorea* Pomel.

Schw. knollig, aus warzigen, zitzenartigen oder kugeligen Individuen bestehend, welche mit einander verwachsen und von einer gemeinsamen, dicken und runzeligen Basalepidermis überzogen sind. Auf dem Scheitel jedes Individuums befindet sich ein einfaches, zuweilen gestrahltes, wenig vertieftes *Osculum*.

Ich besitze von der typischen Art dieser Gattung nur ungenügendes Material, welches mir über die Beschaffenheit der Oscula und über die Tiefe der Magenöhle keinen sicheren Anschluss gewährt. An einem Exemplar aus Ranville habe ich mehrere der runden Köpfchen angeschliffen; die seichten Oscula, in welche eine Anzahl Radialcanäle einmündeten, verschwanden hierbei bald, allein es blieben auf der Schlifffläche an deren Stelle einige zerstreute, runde Durchschnitte von feinen Verticalcanälen zurück, und dass diese den ganzen Schwammkörper durchziehen geht daraus hervor, dass beim Anschleifen der Basis des gemeinsamen Stieles im Centrum ein Bündel von feinen Canaldurchschnitten sichtbar wurde. Die Oscula scheinen somit nach unten in einfache feine Röhren fortzusetzen.

Die einzig sicher hiehergehörige Art findet sich im mittleren Jura.

Lymnorea mammillaris. *Lamx.* Expos. meth. 79. 2—4. *Mich.* Ic. 57. 10.

Stellispongia. d'Orb.

Syn. *Manon*, *Achilleum*, *Cnemidium auct.*; *Stellispongia* d'Orb.: *Stellispongia*, *Enaulofungia*, *Diasterofungia* Froment.; *Stellispongia*, *Limnoreticles* p. p. Laube; *Stellispongia*, *Astrospongia*, *Desmospongia*, *Didesmospongia*, *Ceriospongia*, *Etallon.*; *Ateloracia*, *Cnemiracia*, *Holoracia*, *Trachysphacion* Pomel.

Schw. einfach oder häufiger zusammengesetzt. Individuen kugelig, halbkugelig, keulenförmig oder cylindrisch; Stock oft knollig, fast immer an der Basis, zuweilen auch auf den Seiten mit dicker, runzeliger Dermalschicht bekleidet. Scheitel gewölbt, mit einem seichten gestrahlten Osculum, in welchem eine grössere oder geringere Anzahl von Ausfuhrcanälen ausmünden. Die runden Ostien derselben liegen theils im Grund, theils auf den Seiten des Osculum's; erstere stehen mit verticalen, letztere mit radialen Canälen in Verbindung. Die obersten Radialcanäle sind häufig offen und bilden dann mehr oder weniger vertiefte Radialfurchen. Auf der ganzen übrigen Oberfläche des Schwammkörpers, soweit sie nicht mit Epithek bedeckt ist, befinden sich kleinere Ostien, die mit verticalen oder schrägen Einfuhrcanälen in Verbindung stehen.

Die anastomosirenden Skeletfasern besitzen meist eine ziemlich ansehnliche Stärke

Ich habe den d'Orbigny'schen Namen *Stellispongia* auf diejenigen Kalkschwämme beschränkt, welche durch strahlige Oscula, in denen verticale und radiale Canäle münden, sowie durch zahlreiche kleinere Ostien auf der Oberfläche ausgezeichnet sind. Die runden Mündungen im Grunde der Oscula wurden bisher vielfach übersehen, sie fehlen jedoch keiner ächten *Stellispongia*.

Fromentel's Gattung *Enaulofungia* ist auf eine irrige Beobachtung basirt, denn gerade bei der typischen Art (*E. corallina*) sind die Ostien auf der Oberfläche sehr deutlich entwickelt.

Die hieher gehörigen Arten stammen aus Trias, Jura und Kreide.

a) Aus der Trias.

- 1) *Cnemidium rotulare*. *Mstr.* Beitr. IV. **1.** 20.)
(*Cnemidium Manon*. *Mstr.* *ib.* **1.** 20.)
(„ *astroites*. *Mstr.* *ib.* **1.** 24.)
- 2) *Cnemidium variabile*. *Mstr.* **1.** 21—23.
(*Cnemidium turbinatum*. *Mstr.* *l. c.* **1.** 19.)
(„ *stellare*. *Klipst. Oestl. Alp.* **20.** 6.)
(„ *concinnum*. *Klipst. ib.* **20.** 7.)
- 3) *Tragos hybridum*. *Mstr.* Beitr. IV. **1.** 16.

b) Aus dem Jura.

- 1) *Spongia stellata*. *Lamx.* Expos. meth. **84.** 13.
(*Spongia umbellata*. *Mich. Icon.* **58.** 1.)
- 2) *Enaulofungia corallina*. *From.* Intr. **3.** 11.
(*Enaulofungia globosa*. *From.* *ib.* **4.** 1.)
(*Cnemidium piriforme u. rotula*. *Mich. Ic.* **26.** 6. 7.)
(*Astrospongia corallina*. *Et. Leth.* **59.** 8. 9.)
- 3) *Spongites glomeratus*. *Quenst.* Jura **84.** 10; 11.
(*Dilesmospongia Thurmanni*. *Et. Leth.* **59.** 3.)
(*Stellispongia pertusa, aperta, hybrida u. glomerata*. *Et. Leth.* **59.** 4—7.)
(*Cnemidium stellatum*. *Mich. Ic.* **26.** 8.)
(? *Astrospongia rugosa*. *Et. Leth.* **59.** 10.)
- 4) *Ceriospongia mundus-stellatus*. *Et. Leth.* **59.** 11.
(*Diasterofungia mundistellata*. *From. Coll. de Lemenc.* **12.** 13.)
- 5) *Ceriospongia Bernensis*. *Et. Leth.* **59.** 12.
- 6) *Spongites semicinctus*. *Quenst.* Petr. **125.** 2—9.

c) Aus der Kreide.

- 1) *Stellispongia Sequana*. *From.* Cat. rais. **3.** 2.
- 2) ? „ subglobosa. *Roem.* Spongit. **1.** 20.

Sestrostomella. Zitt.

(σῆστρον Sieb, στόμα Mund.)

Syn. *Tremospongia p. p.* d'Orb.; *Sparsispongia p. p.*, *Tremospongia p. p.* From.; *Sparsispongia p. p.*, *Diastosphecion p. p.* Pomel.; *Spongites p. p.*, *Nudispongia Quenst.*; *Palaeojerea Laube.*

Schw. einfach, häufiger zusammengesetzt, buschig oder aus warzigen Individuen gebildet, die auf gemeinsamer Basis stehen. Einzelindividuen deutlich geschieden, cylindrisch keulenförmig oder halbkugelig, auf dem Scheitel mit einem seichten, zuweilen gestrahlten Osculum, in welchem eine grössere Anzahl runder Ostien von verticalen, röhrenförmigen Ausführcanälen münden. Oberfläche porös, nackt oder an der Basis, zuweilen auch auf einem Theil der Seiten mit Dermalschicht bekleidet.]

Die hieher gehörigen Kalkschwämme wurden bisher entweder als Sparsispongia, Tremospongia oder Palaeojerea bezeichnet. Unter dem Namen Sparsispongia verstand d'Orbigny vorzugsweise gewisse mit Poren versehene Stromatoporen, sowie einige Kalkschwämme aus der oberen Kreide, die von Fromentel zu Tremospongia gestellt wurden. Von allen im Prodrôme erwähnten Sparsispongia-Arten gehört keine einzige zur vorliegenden Gattung, während unsere Diagnose von Sestrostomella gerade die meisten Sparsispongien, sowie einen Theil der Tremospongien Fromentel's einschliesst. Fromentel unterscheidet diese beiden Genera hauptsächlich nach dem Fehlen und Vorhandensein einer Epithek. Dass jedoch ein so unwesentliches und unbeständiges Merkmal bei den Spongien ebenso wenig wie bei den Korallen zur Unterscheidung von Gattungen verwerthet werden darf, zeigt sich am klarsten bei den fossilen Kalkschwämmen, wo man auf Grund dieser Differenz Formen von vollständiger Uebereinstimmung aller sonstigen wesentlichen Merkmale in verschiedene Genera eintheilen müsste.

Da Fromentel die d'Orbigny'schen Namen Tremospongia und Sparsispongia ganz willkürlich gedeutet und d'Orbigny dieselben durch ganz unbestimmte und theilweise unrichtige Diagnosen charakterisirt hat, so halte ich es für zweckmässig beide Namen fallen zu lassen.

Die Gattung Sestrostomella findet sich von der Trias an bis in die Kreide.

a) Aus der Trias.

- 1) Palaeojerea gracilis. *Laube*. Fauna von St. Cassian. 1. 4.
- 2) Sestrostomella robusta. *Zittl.*
(*Epeudea* sp. *Loretz*. *Zeitschr. d. d. geol. Ges.* 1875. S. 832.)

b) Aus dem Jura.

- 1) Jerea biceps. *Reuss*. Denkschr. k. k. Ak. Wiss. Wien. Bd. XXVII. Sep. Abz. t. II. Fig. 9.
- 2) Spongites (Nudispongia) cribratus. *Quenst. Petr.* 125. 14—18.

c) Aus der Kreide.

- 1) Sparsispongia flabellata. *From.* Cat. rais. 3. 6.
- 2) " varians. *From.* Cat. rais 3. 8.
- 3) Tremospongia bullata. *From.* Intr. 4. 10.
- 4) Sparsispongia sulcata. *Lor.* iol. Et. Val. Arz. 9. 4.
- 5) " gemmata. *Lor.* ib. 9. 5—7.
- 6) Tremospongia Valanginiensis. *Lor.* ib. 9. 1.
- 7) " divaricata. *Lor.* ib. 9. 2.
- 8) Sparsispongia brevicauda. *Lor.* Urg. Land. 5. 19—21 u. 6. 8.
- 9) " abnormis *Lor.* ib. 6. 3—6.
- 10) " expansa. *Lor.* ib. 6. 7.

Blastinia. Zitt.

(βλάστη Knospe.)

Syn. Achilleum p. p. Goldf.: Actinospongia p. p., Pterosmila p. p. Pom.; Astrospongia p. p. Et.; Tetrasmila p. p. From.

Schw. knospen- oder keulenförmig, einfach, gegen unten allmählig in einen Stiel verschmälert. Scheitel mit strahlig zusammenlaufenden, mehr oder weniger tiefen Einschnürungen, welche sich etwa bis oder auch über die halbe Höhe des Schwammkörpers fortsetzen. Die untere Hälfte ist mit einer runzeligen Dermalschicht überzogen, die obere nackt, rauh und porös. Skelet aus wurmförmig gekrümmten, verflochtenen Fasern bestehend. Centralhöhle, Ostien und Canäle fehlen.

Diese Gattung erinnert in mehrfacher Hinsicht an Stellispongia, unterscheidet sich aber leicht durch den Mangel einer mit Röhren versehenen Scheitelmündung, sowie eines Canalsystems.

Pomel stellt die typische Art (*Achilleum costatum Goldf.*) zu *Actinospongia d'Orb.*, betont jedoch bei *A. ornata*, auf welche d'Orbigny seine Gattung basirt hatte, das Vorhandensein „perforirender Proctiden“ sowohl in den Furchen, als auch auf den Rippen des Scheitels. Nach diesen Merkmalen dürfte *Actinospongia d'Orb.* mit *Stellispongia* identisch sein.

Ich glaube auch *Spongites alatus Quenst.* hierher rechnen zu dürfen, da die Struktur mehrerer Exemplare aus dem Blauthal ganz mit *Achilleum costatum* übereinstimmt. Ob aber *Ceriopora alata Goldf. 11.* S damit identisch ist, halte ich trotz der äusseren Aehnlichkeit für zweifelhaft. Der Erhaltungszustand der verkieselten Stücke aus Franken gestattet keine Untersuchung der Mikrostruktur und nach dem allgemeinen Habitus würde ich die kleinen geflügelten Körperchen, welche Fromentel zu der Gattung *Tetrasmila* und Pomel zu *Pterosmila* rechnen, eher für *Hydractinien* oder *Bryozoen* halten.

Nachdem Herr Steinmann¹⁾ wenigstens für *Thalamospongia* die Zugehörigkeit zu *Hydractinien* nachgewiesen hat, dürfte wohl die ganze Familie der *Porosmiliens Pom.* mit den Gattungen *Thalamospongia d'Orb.*, *Porosmila From.* *Heterosmila Pom.*, *Coelosmila Pom.*, *Pterosmila Pom.* und *Cladosmila Pom.* dorthin zu verweisen sein.

Alle Arten stammen aus dem oberen Jura.

1) *Achilleum costatum. Goldf. 34. 7.*

(*Spongites costatus. Quenst. Petr. 125. 19—23.*)

?2) *Actinospongia subcostata. Et. Classif. S. 150.*

3) *Spongites alatus. Quenst. Petr. 125. 24. 25.*

Synopella. Zitt.

(συν zusammen, ὀπή Öffnung.)

Syn. Tremospongia p. p., Sparsispongia p. p. d'Orb., From.; Tremospongia, Orosphacion, Aplosphecion Pomel.

Schw. zusammengesetzt, selten einfach, halbkugelig oder knollig. Oberseite eben, gewölbt oder warzig mit unregelmässig zerstreuten *Osculis*, welche aus den getrennten

* 1) *Palaeontographica. XXV.*

Oeffnungen von zwei oder mehr grösseren Ausströmungscanälen gebildet werden. Ausser diesen Osculis ist die Oberfläche mit kleinen Ostien von feinen Einströmungsröhrchen versehen. Basis, häufig auch die Seiten mit dicker, runzeliger Dermalschicht überzogen. Skeletfasern grob.

Diese Gattung lässt sich sowohl gegen *Stellispongia* als auch gegen *Sestrostomella* schwer scharf abgrenzen, wenn schon die typischen Arten ein eigenartiges Gepräge tragen. Sind die Oscula durch Radialcanäle gestrahlt, wie es hin und wieder vorkommt, so ist die Unterscheidung von *Stellispongia* schwierig; treten dagegen die Einzelindividuen als rundliche Köpfe bestimmter aus der Masse hervor, so entstehen Uebergänge zu *Sestrostomella*. Ich rechne zur vorliegenden Gattung nur knollige Formen, an denen die Einzelindividuen nicht scharf geschieden sind, sondern in einander zerfliessen.

Die Arten vertheilen sich auf die verschiedenen Horizonte der Kreideformation.

- 1) *Lymnorea sphaerica*. *Mich. Ic.* 52. 16.
- 2) *Tremospongia plana*. *From. Intr.* 4. 10.
- 3) *Manon pulvinarium*. *Goldf.* 29. 7.

Oculospongia. *From.*

Syn. Manon Goldf.; Oculispongia p. p., Tremospongia p. p. Roem.; Oculospongia Sphecidion Pomel.

Schw. knollig oder keulenförmig, massiv; Scheitel mit wenig zerstreuten, kreisrunden Osculis, von denen röhrenförmige Canäle in die Skeletmasse eindringen. Aussenseite mit oder ohne runzelige Dermalschicht. Skelet aus groben anastomosirenden Fasern bestehend.

Diese Gattung unterscheidet sich von *Synopella* lediglich durch ihre einfachen, kreisrunden nicht aus mehreren Oeffnungen zusammengesetzten Oscula. Jura und Kreide.

- ? 1) *Spongites sella* u. *binoculatus*. *Quenst. Petr.* 126. 58. 59.
- 2) *Oculospongia Neocomiensis*. *From. Intr.* 2. 8.
- 3) *Tremospongia dilatata*. *Roem. Spongit.* 1. 24.
- ? 4) *Lymnorea mammillaris*. *Roem. Spongit.* 1. 14.
- 5) *Oculospongia flabellata*. *From. Cat. rais.* 3. 4.
- 6) " *irregularis*. *Loriol. Land.* 5. 16.
- 7) *Manon capitatum*. *Goldf.* 1. 4.
- 8) " *tubuliferum*. *Goldf.* 1. 5.

Crispispongia. *Quenst.*

Syn. Manon p. p. Goldf.; Conispongia Et., Pom.; Crispispongia p. p. Quenst.; Verucospongia p. p. Laube.

Schw. knollig, polymorph, zuweilen aus dicken, gewundenen und verwachsenen Blättern bestehend, meist mit breiter Basis auf fremden Körpern festgewachsen. Ganze Oberfläche oder nur der Scheitel mit einer dichten, glatten Dermalschicht über-

zogen, worin ziemlich grosse, runde oder verzerrte, häufig gerandete Oscula liegen; dieselben sind entweder ganz seicht oder trichterförmig in die Schwammmasse eingesenkt, im Grund häufig mit Canalostien besetzt. Das Skelet besteht aus groben anastomosirenden Fasern. Canalsystem undeutlich entwickelt.

Schon Goldfuss hat unter dem Namen *Manon peziza* auf Taf. 34 Fig. 8^a-^b zwei Arten der vorliegenden Gattung vortrefflich abgebildet. Etallon (sur la classific. des Spong. du Haut-Jura S. 149) stellte später für eine conische Art aus dem Coralrag von Valfin die Gattung *Conispongia* auf; da jedoch dieser Name für alle anderen Arten gänzlich unzutreffend ist, so habe ich die von Quenstedt vorgeschlagene Bezeichnung *Crispispongia* gewählt, beschränke diesen Namen jedoch auf die unten verzeichneten Formen.

Ich kenne eine noch unbeschriebene Art aus der Trias von St. Cassian; (ähnlich *Verrucospongia crassa*. Laube. 1. 13) alle übrigen finden sich im oberen Jura.

1) *Crispispongia pezizoides*. Zitt.

(*Manon peziza*. p. p. Goldf. 34. 8^a.)

2) *Crispispongia expansa*. Quenst. Petr. V. 124. 38—47.

3) *Conispongia Thurmanni*. Et. Actes. soc. jurass. d'émulation 1860. S. 149 Fig. 16.

Elasmostoma. Froment.

Syn. Tragos p. p., Manon p. p., Spongia p. p. auct.; Elasmostoma, Porostoma p. p., Chenendroscyphia p. p. From.; Tragos p. p., Chenendopora p. p., Elasmostoma, Cupulospongia p. p. Roem.; Elasmostoma, Trachypenia, Coniatopenia Pomel.

Schw. meist aus einem ziemlich dünnen, gebogenen Blatt bestehend, zuweilen auch trichter- oder becherförmig. Eine Oberfläche mit glatter Dermalschicht, worin ganz seichte Oscula von rundlicher oder zerrissener Form liegen. Entgegengesetzte Oberfläche nackt, porös. Canalsystem fehlt.

Skeletfasern grob, wie es scheint, vorzüglich aus einaxigen, häufig gekrümmten Stabnadeln und vereinzelt Dreistrahlern gebildet.

Sämmtliche Arten finden sich in der Kreide.

1) *Tragos acutimargo*. Roem. Nordd. Oolithgeb. 17. 26. Spongit. 1. 21.

(*Elasmostoma frondescens*. From. Intr. 3. 6.)

2) *Elasmostoma Neocomiensis*. Lor. Descr. anim. invert. foss. du Neocomien du Mont Salève 22. 1. 2.

3) *Chenendroscyphia crassa*. From. Cat. rais. 4. 2.

4) *Porostoma porosa*. From. ib. 3. 3.

5) *Chenendroscyphia mammillata*. From. Cat. rais. 3. 4.

? 6) *Elasmostoma cupula*. Roem. Spongit. 1, 22.

7) *Oculospongia polymorpha*. Roem. Spongit. 1. 16.

8) *Manon macropora*. Sharpe. Quart. journ. geol. Soc. 1854. X. pl. 5. Fig. 3. 4.

9) *Cupulospongia Normanniana*. d'Orb. Prod. II. S. 188.

(*Manon peziza*. Mich. Ic. 36. 5.)

- 10) *Manon peziza* p. p. *Goldf.* 29. 8.
 11) *Cupulospongia consobrina* *d'Orb.* Prodr. II. S. 188.
 (*Manon peziza* p. p. *Goldf.* 1. 7. 8.)
 (*Manon stellatum.* *Goldf.* 1. 9.)
 12) *Spongia Trigeri.* *Mich.* Icon. 53. 2.

Diplostoma. *From.* (non *Roem.*)

Syn. Forospongia p. p. *d'Orb.*

Wie *Elasmostoma*, nur beide Oberflächen mit glatter Epidermis und seichten *Osculis* versehen. Kreide.

- 1) *Diplostoma Neocomiensis.* *From.* Intr. 3. 3.

Pharetrospongia. *Sollas.*

Syn. Manon p. p., *Chenendopora* p. p. *auct.*; *Cupulispongia* p. p. *d'Orb.*; *Cupulo-
 chonia* p. p. *From.*; *Cupulospongia*, *Phlyctia*, *Trachyphlyctia*, ?*Heterophlyctia*, ?*Heteropenia*
Pomel., *Pharetrospongia* *Sollas.*

Schw. becher-, trichter- oder blatt-förmig; im letzteren Fall das dickwandige Blatt stets gebogen oder gefaltet. Oberseite (resp. Innenseite) meist glatt, mit sehr kleinen *Osculis* oder auch nur einfachen Poren. Aussenseite rau, porös. Canalsystem fehlend oder aus feinen Röhren bestehend, welche von den beiderseitigen Oeffnungen in die Wand eindringen. Skelet aus anastomosirenden, wurmförmigen Fasern bestehend, die vollständig aus einfachen Stabnadeln zusammengesetzt sind.

Nachdem Herr *Sollas* (*Quarterly journ. geol. Soc.* 1877 S. 242) die Mikrostruktur und die Organisationsverhältnisse der *Pharetrospongia Strahani* in so vortrefflicher Weise dargelegt hat, übertrage ich diesen Namen auf eine Anzahl Kalkschwämme von ähnlicher Struktur und Form, die bisher in der Regel zu *Cupulospongia d'Orb.* oder *Cupulochonia From.* gestellt wurden. Unter diesen Namen hat man indess die verschiedensten fossilen Lithistiden, Hexactinelliden und Kalkschwämme zusammengeworfen, so dass es nicht rathsam erscheint einen derselben aufrecht zu erhalten.

Ich habe die Gattungsdiagnose von *Sollas* etwas verändert und der aus einem gefalteten Blatt bestehenden typischen Art (*Ph. Strahani*) eine Reihe von becherförmigen Schwämmen beigelegt, die in ihren sonstigen wesentlichen Merkmalen übereinstimmen. Die Gattung hat dadurch allerdings einen weiten Umfang und etwas vage Begrenzung erhalten, aber verschiedene misslungene Versuche zur Zerlegung in mehrere Genera haben mich schliesslich immer wieder zur Vereinigung aller unten angeführten Formen geführt. Sehr häufig ruft der Erhaltungszustand namhafte Differenzen hervor, die ursprünglich nicht existirt haben. So dürften wahrscheinlich alle Arten, bei welchen beide Oberflächen von gleichmässiger, rauher und poröser Beschaffenheit sind, die glatte, dünne Epidermis verloren haben, welche bei einzelnen Exemplaren aus *Farringdon*, *Essen* und *Méstricht* so trefflich erhalten blieb.

Die Entwicklung oder der Mangel von Canälen hängt einerseits von der Grösse der Oscula und Ostien, andererseits von dem gröberen oder feineren Maschennetz des Skeletes ab. Bei *Cupulospongia Farringtonensis* z. B. existirt ein Doppel-System von Ausfuhr- und Einströmungscanälen, während andere Arten der Canäle völlig entbehren.

Gibt man der Gattung *Pharetrospongia* den von mir vorgeschlagenen erweiterten Umfang, so enthält sie Arten aus der Trias bis zur obersten Kreide.

a) Aus der Trias.

- 1) *Achilleum patellare*. *Münst. Beitr.* IV. 1. 6.

b) Aus dem Jura.

- 1) *Spongia belvelloides*. *Lamx. Expos.* 84. 1—3.

c) Aus der Kreide.

- 1) *Cupulochonia cupuliformis*. *From. Intr.* 3. 5.
 2) *Cupulospongia tenuipora*. *Roem. Spongit.* 2. 7.
 3) *Chenendopora multiformis*. *Roem. Spongit.* 1. 13. 2. 2.
 4) *Cupulochonia Sequana*. *From. Cat. rais.* 4. 1.
 5) „ *tenuicula*. *From. Cat. rais.* 4. 3.
 6) „ *profunda*. *From. ib.* 4. 4.
 ? 7) „ *spissa*. *From.* 4. 5.
 8) „ *exquisita*. *Lor. Arzier.* 9. 9. 10.
 9) „ *insueta*. *Lor. ib.* 9. 11.
 10) „ *Couloni*. *Lor. Urg. Land.* 6. 17. 7. 1. 2.
 11) „ *Sabaudiana*. *Lor. Urg. Land.* 7. 7. 8. 9.
 12) „ *Hiselyi*. *Lor. ib.* 7. 11. 12.
 13) *Manon Farringtonensis*. *Sharpe. Quart. journ. geolog. soc.* 1854. X. pl. 5. 5. 6.
 (*Chenendopora fungiformis*. *Mant. (non Mich.) Medals of Creation I. S. 228*).
 14) *Cupulospongia subpeziza*. *d'Orb. Prodr. Et.* 22. Nr. 1521.
 (*Manon peziza*. *Goldf.* 5. 1.)
 ? 15) *Spongia boletiformis*. *Mich. Icon.* 1. 1.
 ? 16) *Epitheles multiformis*. *Roem. Spongit.* 14. 2.

Pachytilodia. *Zitt.*

(*παχυς* dick, *τίλος* Faser.)

Syn. Scyphia p. p. Goldf.; Hippalimus p. p. Roem.

Schw. trichter- oder birnförmig, gross, sehr dickwandig, mit weiter Scheitelvertiefung. Basis mit glatter Dermalschicht versehen. Sonstige Oberfläche nackt, ohne besondere Oscula oder Canalöffnungen. Skelet aus einem grobmaschigen Netz von sehr dicken, gekrümmten, anastomosirenden Kalkfasern bestehend, die zuweilen zu förmlichen Platten und Blasen zusammenfliessen und zwischen denen die Wassercirculation ohne ein besonderes Canalsystem erfolgte.

Diese Gattung unterscheidet sich von *Pharetrospongia* durch ihre dicken Skeletfasern, den völligen Mangel eines Canalsystems und durch ihre sehr dicke Wand.

Die typische Art *Scyphia infundibuliformis* Goldf. 5. 2 (*Quenst. Petr.* 132. 1—3.) findet sich häufig in der Tourtia von Essen.

Leiospongia. *d'Orb.*¹⁾

Syn. Achilleum p. p. *Mstr. Leiofungia* *From.*; *Leiospongia*, *Aulacopagia*, *Loenopagia*, ?*Elasmopagia* *Pomel.*

Schw. knollig oder ästig, seitlich mit glatter oder concentrisch-runzeliger Oberfläche; Scheitel aus einem krausen, ziemlich groben Gewebe anastomosirender Kalkfasern bestehend, welche auch das Innere des Schwammkörpers zusammensetzen. Oscula, Poren und Canalsysten fehlen. Die Wassercirculation konnte lediglich in den Zwischenräumen des Skeletes stattfinden.

Est ist mir bei dieser Gattung nicht gelungen Nadeln in den Kalkfasern nachzuweisen. Sämmtliche Dünnschliffe, welche ich von Exemplaren aus St. Cassian oder von der Seeland-Alpe hergestellt habe, zeigen krystallinisch-strahlige Struktur¹⁾.

Von Laube wurden mehrere ächte Bryozoen mit *Leiofungia*, *Cribosecyphia* und *Actinofungia* vereinigt und auch Pomel stellt eine ächte Bryozoenform (*Catenipora spongiosa* *Klipst.*) zu *Aulacopagia*. Alle diesen Formen lassen sich durch ihre röhriige Struktur leicht von den Faserschwämmen unterscheiden.

Ich kenne die Gattung *Leiofungia* nur aus der alpinen Trias.

- 1) *Achilleum milleporatum*. *Münst.* Beitr. IV. 1. 5.
- 2) „ *radiciforme*. *Münst.* ib. 2. 20.
- 3) „ *verrucosum*. *Mst.* ib. 1. 1.
- 4) „ *subcariosum*. *Mstr.* ib. 1. 2.
- 5) „ *reticulare*. *Mstr.* ib. 4. 4.
(*non Leiofungia reticularis*. *Laube. Fauna v. St. Cassian* 2. 8.)
- 6) „ *rugosum*. *Mstr.* ib. 1. 3.

4. Familie: *Sycones*. *Haeckel*.

Wand regelmässig aus geraden, unverästelten, radial gegen die Axe des Magens gerichteten Canälen oder Röhren (Strahl-Canälen, Radial-Tuben, zusammengesetzt. Skeletnadeln regelmässig radial angeordnet; Dermal- und Gastral-Schicht vom Parenchym-Skelet verschieden.

1) Die Stellung dieser Gattung bei den Pharetronen kann erst als vollkommen gesichert betrachtet werden, wenn Nadeln in den Skeletfasern constatirt sind. Möglicherweise schliesst sich *Leiospongia*, wie die meisten Arten der Genera *Actinofungia* *From.*, *Actinospongia* *d'Orb.* und *Amorphospongia* *d'Orb.*, bei welchen das Skelet aus anastomosirenden Kalkfasern besteht, an gewisse kalkige Hydrozoen (*Millepora*) an.

Protosycon. Zitt.

Syn. *Scyphia p. p.* Goldf.; *Siphonocoelia p. p.* From.

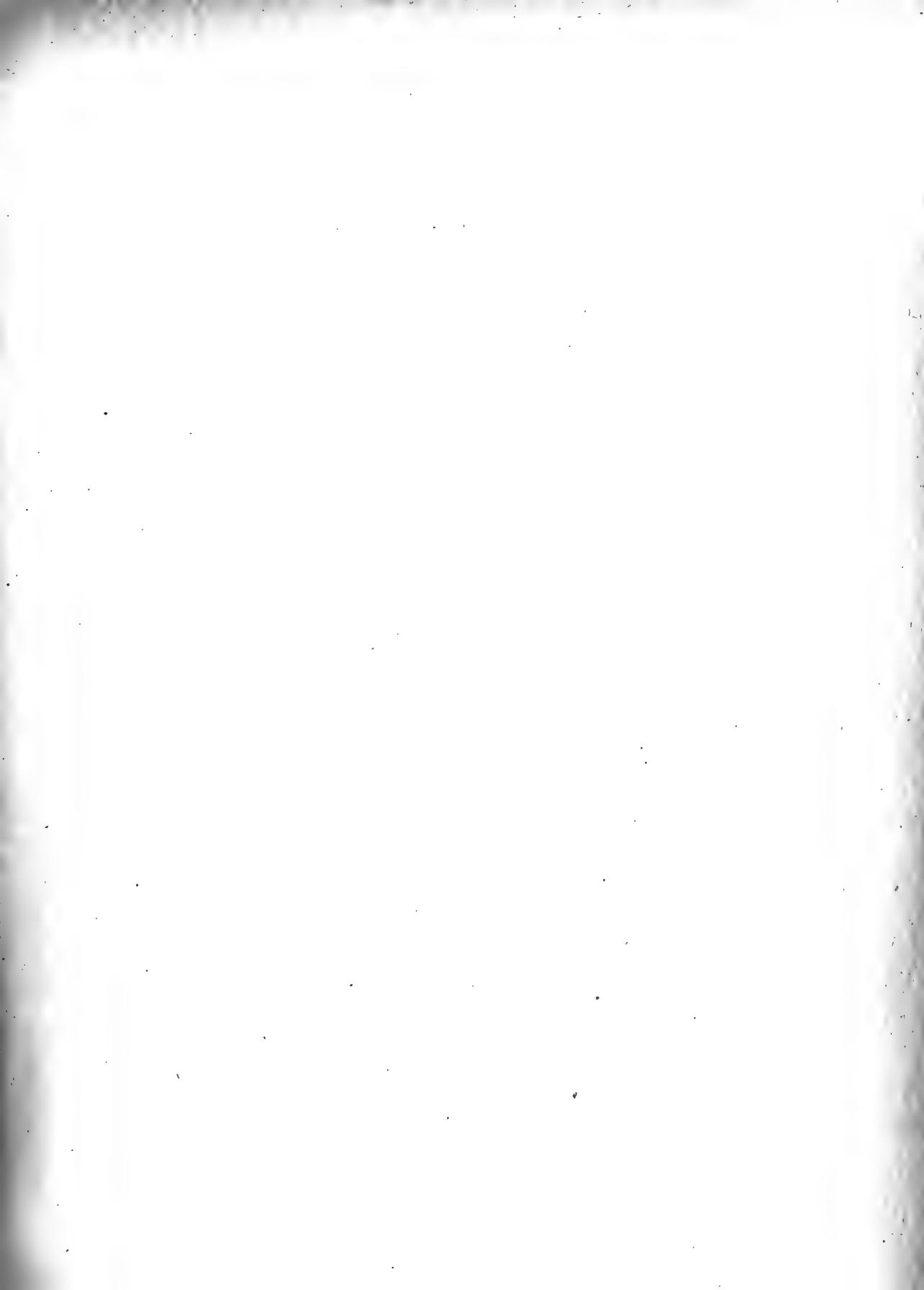
Schw. einfach, cylindrisch oder keulenförmig, gegen unten verengt, mit weiter röhrenförmiger, bis zur Basis reichender Centralhöhle. Die Wand besteht aus aufeinander geschichteten hohlen Radialkegeln, deren Basis sich gegen die Centralhöhle, die Spitzen gegen Aussen richten. Durch diese nach Innen geöffneten Hohlkegel entstehen auf der Wand der Centralhöhle zahlreiche in Längsreihen geordnete Ostien, die in die Hohlkegel führen. Da sich letztere gegen Aussen verengen und mit einem abgestumpften Kopf endigen, so werden zwischen ihnen gleichfalls conische aber gegen Innen zugespitzte Zwischenräume gebildet und wenn sowohl das Innere der Hohlkegel als auch diese Zwischenräume mit Gesteinsmassen ausgefüllt sind, so scheint es, als ob die Wand mit zweierlei Radialcanälen versehen sei, wovon die einen in die Centralhöhle münden während die anderen etwa in der Mitte der Wand beginnen und sich nach Aussen erweitern.

Das Skelet scheint überwiegend aus drei- oder vier-strahligen Nadeln zusammengesetzt zu sein; es ist mir indess nie gelungen ihre Form mittelst Dünnschliffe ganz deutlich darzulegen.

Ich trage kein Bedenken diese zierliche Gattung zu den Syconen zu stellen. Die ganze äussere Form des cylindrischen Schwammkörpers, sein Aufbau aus Radialtuben, die zahlreichen in Reihen geordneten Ostien auf der Wand der Centralhöhle und endlich die maschigen Zwischenräume auf der Aussenseite stimmen in überraschender Weise mit gewissen lebenden Syconen überein. Eine genaue Einordnung unter die recenten Gattungen ist indess wegen der unvollständigen Erhaltung der Skeletnadeln unmöglich.

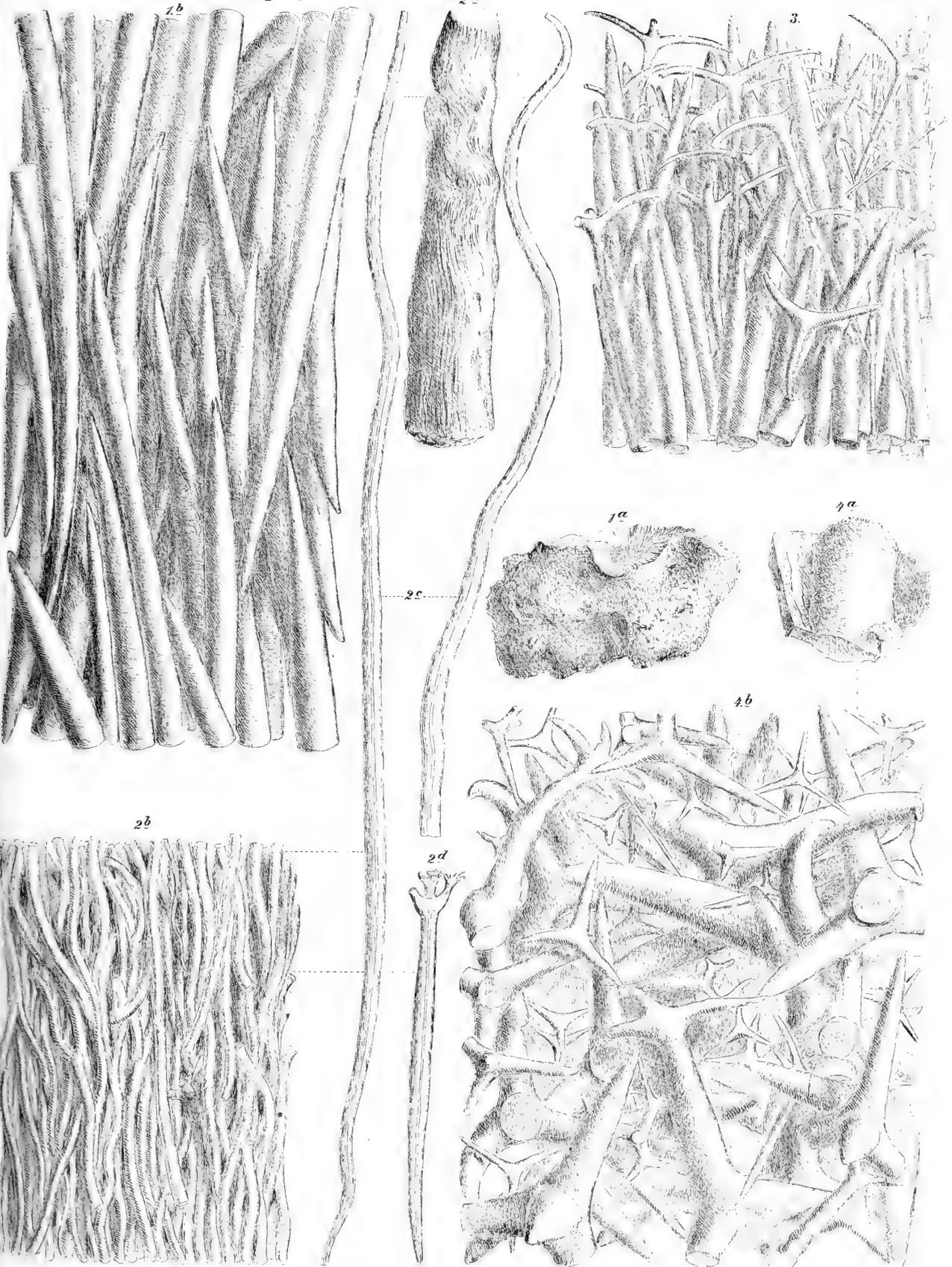
Die typische Art ist bereits von Goldfuss 3. 10 als *Scyphia punctata* gut abgebildet worden. Sie findet sich nicht gerade häufig in den mittleren Spongitenkalken des weissen Jura. Das Skelet besteht fast immer aus Kalkspath und zeigt undeutlich Nadelstruktur. Selten kommen auch Exemplare mit verkieseltem Skelet vor und ein solches dürfte O. Schmidt zu seiner Abbildung (Atlant. Spong. Taf. I. Fig. 21) vorgelegen haben. Das Fragment zeigt wahrscheinlich die Oberfläche der Magenhöhlenwand mit den Ostien der Radialtuben, welche in regelmässigen Reihen stehen und dadurch einigermassen an Hexactinelliden erinnern. Wenn O. Schmidt in den Skeletfasern Canäle andeutet, so beruht dies auf einer Täuschung, sofern nämlich die fragliche Abbildung wirklich zu *Scyphia punctata* gehört. Ich habe zum Vergleich mit der Schmidt'schen Figur ein verkieseltes Fragment mittelst Camera lucida nochmals zeichnen lassen. (Taf. XII. Fig. 7.)

In Quenstedt's Petrefaktenkunde Deutschlands finden sich (Taf. 131. 21—27) gute Abbildungen von *Scyphia punctata*.



Tafel XI.

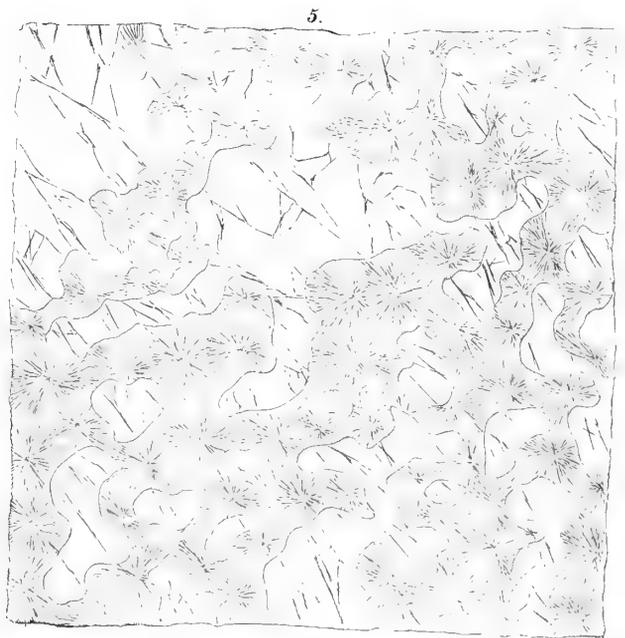
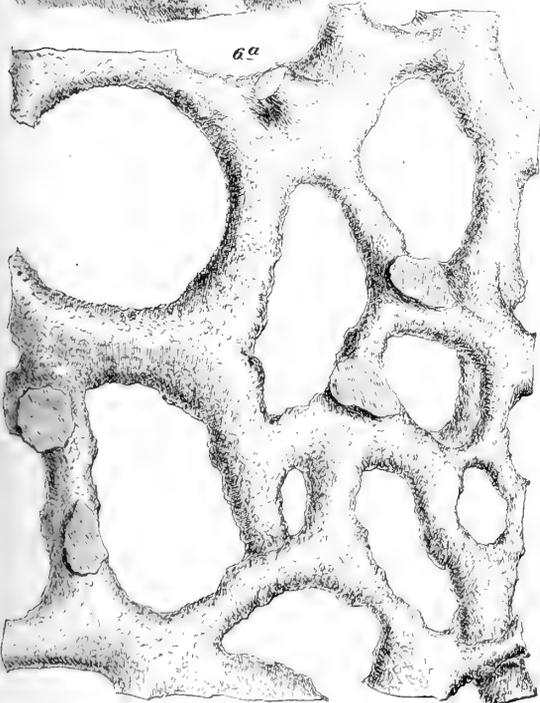
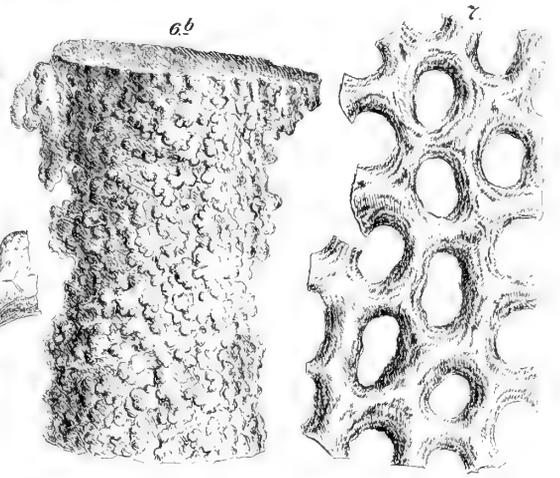
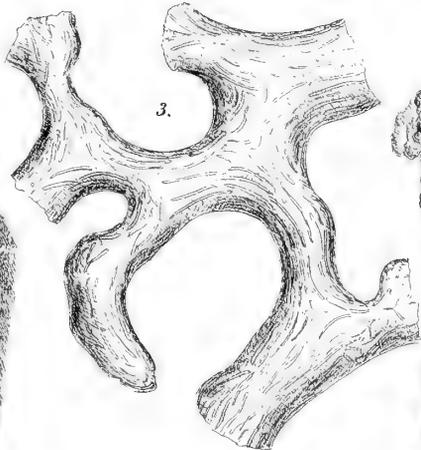
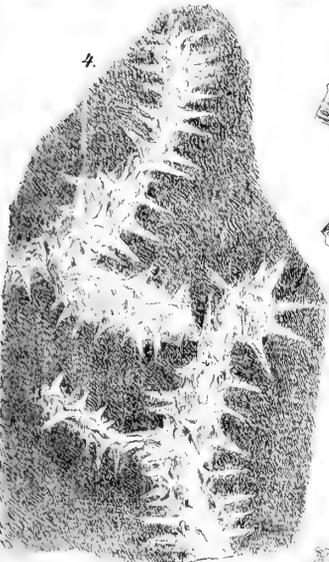
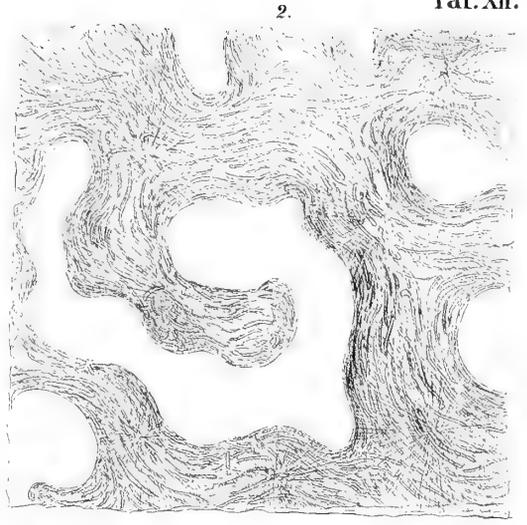
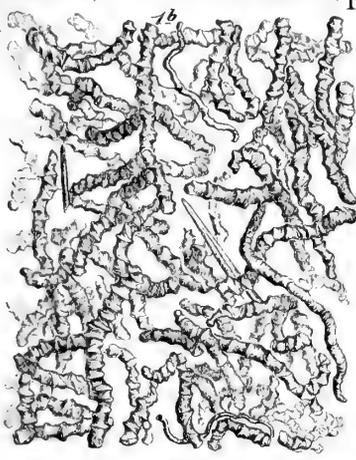
- Fig. 1. *Opetionella radians*. *Zitt.* aus dem Cuvieri Pläner des Windmühlenbergs bei Salzgitter.
- a. Exemplar in natürlicher Grösse.
 - b. Skeletnadeln in 28 facher Vergrösserung.
- Fig. 2. *Ophiraphidites cretaceus*. *Zitt.* aus der Quadratenkreide von Linden bei Hannover.
- a. Exemplar in natürlicher Grösse im Göttinger Universitäts-Museum.
 - b. Ein Stück des Skeletes (Stabnadeln und vereinzelte Vierstrahler) in 28 facher Vergrösserung.
 - c. Zwei grosse gebogene Nadeln in 28 facher Vergrösserung.
 - d. Ein Gabelanker mit drei kurzen, dichotomen Zinken.
- Fig. 3. *Tethyopsis Steinmanni*. *Zitt.* aus der Mucronaten-Kreide von Ahlten in Hannover. Skelet aus der Nähe der Oberfläche in 28 facher Vergrösserung.
- Fig. 4. *Pachastrella primaeva*. *Zitt.* aus der Quadraten-Kreide von Ahlten in Hannover.
- a. Exemplar in natürlicher Grösse im Göttinger Universitäts-Museum.
 - b. Skelet in 25 facher Vergrösserung.
-





Tafel XII.

- Fig. 1. *Scolioraphis cerebriformis*. *Zitt.* aus der Quadraten-Kreide vom Sutterberg bei Goslar.
a. Exemplar in natürlicher Grösse.
b. Ein Stück Skelet in 28 facher Vergrößerung.
- Fig. 1.* *Scolioraphis anastomans*. *Zitt.* aus der Mucronaten-Kreide von Ahlten in Hannover. (Ist im Text S. 4. 5. irrthümlich als Fig. 2 bezeichnet.) Skeletnadeln in 28 facher Vergrößerung.
- Fig. 2. Skeletfasern eines Kalkschwammes (*Corynella tetragona*) mit einaxigen Nadeln aus der Tourtia von Essen in 60 facher Vergrößerung.
- Fig. 3. Skeletfasern von *Peronella multidigitata*. *Mich.* aus dem Grünsand von Le Mans in 60 facher Vergrößerung.
Die Faser besteht aus homogener Kalksubstanz, in welcher deutliche Stabnadeln und vereinzelte Dreistrahler eingebettet liegen.
- Fig. 4. Skeletfasern von *Peronella cylindrica*. *Goldf.* aus dem oberen Jura von Uetzing in Franken, vollständig aus Dreistrahlern zusammengesetzt. 60 fache Vergrößerung.
- Fig. 5. Skelet von *Corynella (Myrmecium) gracile*. *Mstr.* aus St. Cassian in Tyrol. In 60 facher Vergrößerung.
Die Nadeln sind vollständig verschwunden und die Fasern haben sphäroidischstrahlige, krystallinische Struktur angenommen.
- Fig. 6. *Peronella cylindrica*. *Goldf.* sp. aus Engelhardsberg in Franken.
a. Verkieselte Skeletfasern in 60 facher Vergrößerung.
b. Ebenso in 230 facher Vergrößerung.
- Fig. 7. Ein blätteriges verkieseltes Fragment (parallel der Oberfläche) von *Protosycon punctatus*. *Goldf.* sp. aus Streitberg in Franken. In 60 facher Vergrößerung.
-





Die

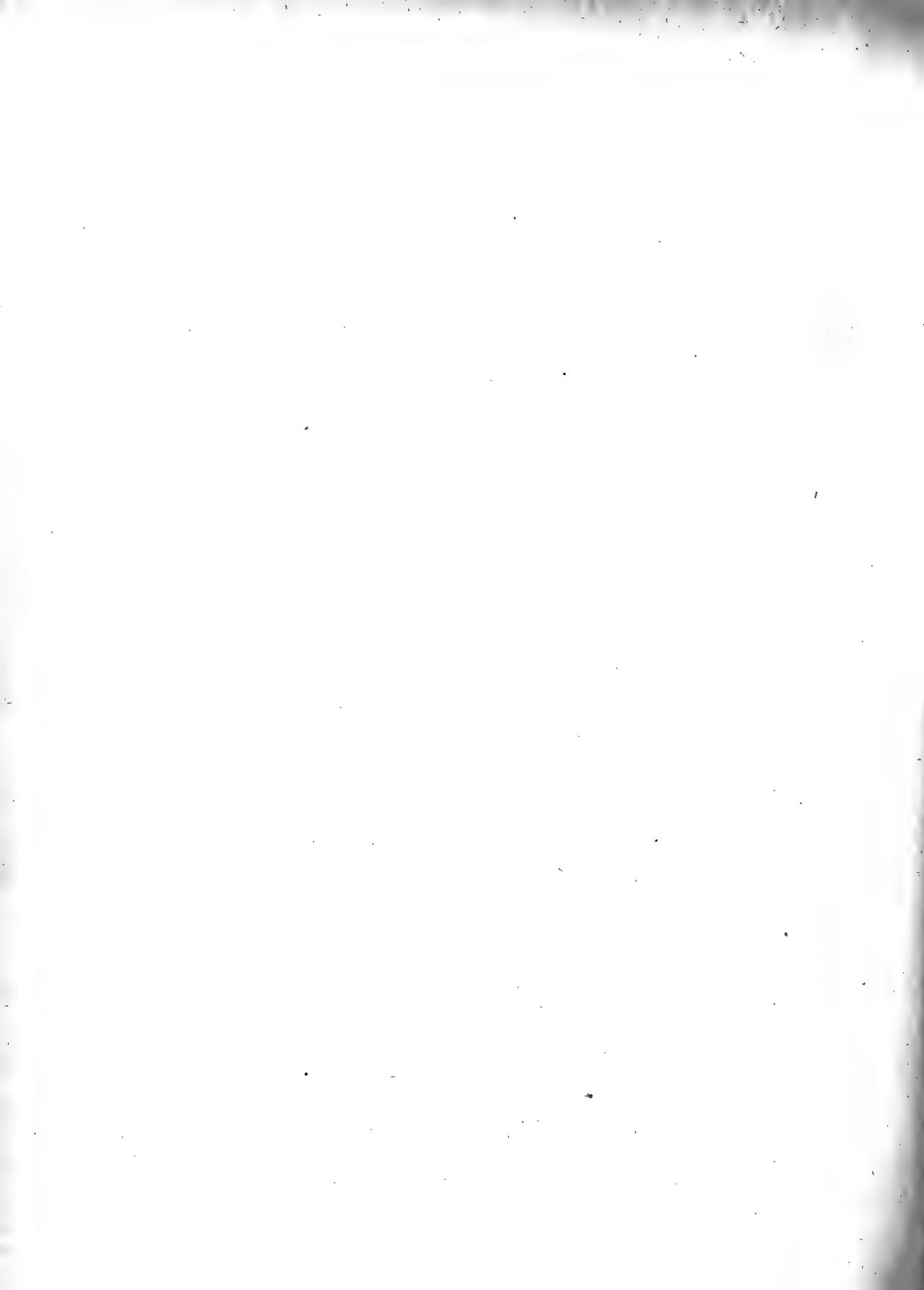
Veränderlichkeit in der Zusammensetzung

der

atmosphärischen Luft.

Von

Ph. v. Jolly.



Die
Veränderlichkeit in der Zusammensetzung
 der
atmosphärischen Luft.

Von
Ph. v. Jolly.

Die eudiometrischen Versuche über die Zusammensetzung der Luft geben so übereinstimmende Resultate, dass man geneigt ist, die kleinen Abweichungen, welche die einzelnen Versuche zeigen, unvermeidlichen Fehlerquellen zuzuschreiben. Es waren zunächst Wägungen der Luft, welche mir diese Annahme zweifelhaft erscheinen liessen. Luft, stets am gleichen Orte — in einer Entfernung von 2 Kilometer von der Stadt geschöpft —, zeigte je nach den herrschenden Windrichtungen im Gewichte eines Liter Abweichungen bis zu einem Milligramm, also von einer Gewichtsgrösse, welche die Waage mit aller Sicherheit erkennen lässt.

Zunahme oder Abnahmen im Gewichte eines Liter trockener kohlen-säurefreier Luft deuten Aenderungen in der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft an, deren Betrag in Procenten ausgedrückt, sich durch einfache Rechnung ergibt, sobald die specifischen Gewichte der Bestandtheile bekannt sind. Regnault ¹⁾ fand als Mittel aus zahlreichen mit bekannter Exactheit ausgeführten Versuchen für die Gewichte von 1 Liter

atmosphärischer Luft	1,293187	Gramm,
Sauerstoff	1,429802	„
Stickstoff	1,256167	„

Bezeichnet x das Volumen des in einem Liter Luft enthaltenen Sauerstoffgases, also $1-x$ das des Stickgases, so hat man:

$$x \cdot 1,429802 + (1 - x) 1,256167 = 1,293187.$$

Es berechnet sich hiernach x zu 0,2132, daher der Sauerstoffgehalt nach Procenten ausgedrückt zu 21,32. Der Sauerstoffgehalt wäre hier-

1) Mémoires de l'Académie des Sciences. Tom. XXI. p. 158. Paris 1847.

nach beträchtlich höher, als der nach irgend einer der eudiometrischen Untersuchungen gefundene. Brunner fand für Luft geschöpft in Bern, 20,80, Lewy in Kopenhagen 20,79, Marignac in Genf 20,81, Bunsen in Heidelberg 20,96, Regnault in Paris 20,90 bis 21,0. Der Unterschied ist nicht unbedeutend, er erreicht nahezu ein halbes Procent.

Die von Regnault gefundenen specifischen Gewichte sind die arithmetischen Mittel wiederholt ausgeführter Messungen, aber nicht minder zahlreich und minder exact sind die eudiometrischen Messungen. In beiden Richtungen ist Gelegenheit gegeben, nach bekannter Methode die Grösse des wahrscheinlichen Fehlers zu berechnen, und in beiden Fällen ergibt sich, dass derselbe noch nicht 0,01 eines Procentes überschreiten könnte. Es liegen also in dem einen oder in dem anderen Verfahren, vielleicht auch in jedem der Verfahren, constante nach einerlei Seite hin wirkende nicht aufgedeckte Fehlerquellen. Im Allgemeinen wird man geneigt sein, den Resultaten, die sich auf die Bestimmung der specifischen Gewichte stützen, die mindere Verlässigkeit zuzuschreiben. Indess werden erst wiederholte, unter Einengung der Fehlerquellen ausgeführte, Messungen die Entscheidung bringen können.

Lassen auch nur wenige Probleme sich namhaft machen, in welchen ein Unterschied von einem halben Procent im Sauerstoffgehalt der Atmosphäre von entscheidendem Einflusse wäre, so hat es doch immer ein Interesse, den thatsächlichen Bestand festzustellen, auch wenn es nur darauf ankommen sollte, zu erkennen, in welcher Ausdehnung ein Wechsel im Sauerstoffgehalt der Atmosphäre sich an einerlei Ort zur Zeit geltend macht, um hiermit eine Basis zum Vergleich für andere Orte und andere Zeiten zu gewinnen. Es liegen keine Erscheinungen vor, aus welchen man schliessen könnte, dass in historischer Zeit eine Aenderung in der Zusammensetzung der Atmosphäre sich vollzogen habe, es liegen aber auch keine Messungen vor, die für eine solche Behauptung einen Anhaltspunkt bieten. Wollte man einen solchen gewinnen, so müsste die Sicherheit in den Messungen viel weiter gehen, als die dermalen erreichbare. Eine Aenderung von auch nur ein Hundertel Procent würde gegenüber dem Gesamtvorrath an Sauerstoff in der Atmosphäre im organischen Leben sicher keine erkennbare Wirkung äussern. Und doch wäre eine Abnahme von ein Hundertel Procent bei der etwas über 4 Milliarden

Cubic-Kilometer betragenden Atmosphäre gleichbedeutend mit einem Verbrauch von beiläufig 80000 Cubic-Kilometer des vorhandenen Vorrathes von Sauerstoff. Ein jährlicher Verbrauch von 1 Cubic-Kilometer, also von 1000 Millionen Cubic-Meter würde erst nach 80000 Jahren eine Abnahme von 0,01 Procent des Sauerstoffgehaltes der Atmosphäre zur Folge haben. Gleichwohl ist es wahrscheinlich, dass an der Erdoberfläche sich weit grössere Schwankungen geltend machen. Je nach dem Oxydations- und Reductionsprozesse in verschiedener Ausdehnung auftreten, werden die Schwankungen im Sauerstoffgehalt grösser oder kleiner werden, und wird eine grössere oder kleinere Zeit vergehen bis ein Beharrungszustand sich wieder hergestellt hat.

Eine erneuerte Untersuchung zur Feststellung des fraglichen Wechsels im Sauerstoffgehalt der Atmosphäre ist erst dann angezeigt, wenn mit der anzuwendenden Messmethode eine grössere Einengung der unvermeidlichen Fehlerquellen zu erreichen ist.

Die Methode, welche sich auf die Bestimmung der specifischen Gewichte der Luft und der Bestandtheile der Luft gründet, ist nicht angewendet, sie ist aber naheliegend, und verspricht bei der Vervollkommnung, welche in der Construction der Waage¹⁾ erreicht ist, exacte Resultate. Waagen mit Spiegelablesung machen es möglich bei der Maximalbelastung von 1 Kilogramm mit einmaliger Wägung eine Genauigkeit von $\pm 0,05$ Milligramm zu erreichen. Ein Glaskolben von 1 Liter Inhalt fasst etwas über ein Gramm Luft, das Glasgewicht des Kolbens mit Glashahn ist noch nicht 150 Gramm. Die Wägung von 1 Liter Luft wird also erst in der 5. Decimale unsicher. Abweichungen von grösserem Betrage bei Füllungen mit gleichem Gase haben also nicht ihren Grund in der Unsicherheit der Waage, sie hängen von der Natur des Gases oder auch von den, zur Füllung erforderlichen, Experimental-Arbeiten, Entleerung des Kolbens, Druckbestimmung des Gases bei 0⁰ der Füllung, etc. ab. Versuche mit Gasen, die stets auf gleiche Weise bereitet sind, belehren über die Summe der Fehlergrössen. Es wird sich zeigen, dass dieselben $\frac{1}{12000}$ der Gewichtsgrösse von 1 Liter Gas nicht überschreiten.

1) Das bei dem Gebrauch der Waage mit Spiegelablesung zu beachtende Verfahren habe ich in der Abhandlung „Anwendung der Waage auf Probleme der Gravitation“ Denkschriften der k. Ak. d. Wiss. B. XIII, Abth. I angeführt.

Regnault wendete Glaskolben, mit Messingfassung und Hahnverschluss, von nahezu 10 Liter Inhalt an. Das Gewicht des Glasballons war über ein Kilogramm. Es sind nicht ausdrücklich Messungen zur Bestimmung der Empfindlichkeit und Richtigkeit der Waage namhaft gemacht, es ist aber angegeben, dass die Gewichte gleicher Gase bei gleicher Temperatur und gleichem Druck Abweichungen von beiläufig $\frac{1}{2000}$ zeigen. Es ist also mit Waagen verbesserter Construction mit Kolben von nur 1 Liter Inhalt die Fehlergrösse eine mindestens 6mal kleinere. Ueberdies sind alle Arbeiten mit Kolben von nur 1 Liter Inhalt ohne Vergleich leichter ausführbar als mit Kolben von 10 Liter. Auch reichen die Mittel der gewöhnlichen Ausrüstung eines Laboratoriums zu Messungen dieser Art aus. Eine gut ausgeführte Waage für 200 Gramm Maximalbelastung genügt zu den Messungen.

Im Uebrigen wurde die zuerst von Regnault eingeführte Methode, der Tarakolben von gleichem Volumen mit den Gaskolben, benützt. Die Messungen werden mit derselben vollkommen unabhängig von den mit der Temperatur und dem Druck der Atmosphäre veränderlichen Gewichtsverlusten der Kolben, sie sind eben auf beiden Seiten stets die gleichen.

Der Tarakolben wurde zunächst durch Zugiessen einiger Tropfen Quecksilber zu gleichem absolutem Gewichte mit dem Gaskolben gebracht. Zur Prüfung auf die Gleichheit der Volumina wurden die Kolben nach Art der Nicholsonschen Areometer ausgerüstet, d. h. es wurden Waagschalen durch Drähte in passender Weise mit den Kolben verbunden, und die Auflagegewichte ermittelt, welche zur Eintauchung bis nahe zur Mündung der Kolben erforderlich waren. Durch Einziehen oder Auf-treiben des in diesen Versuchen nach offenen Tarakolbens ist mit geringer Uebung im Glasblasen eine grosse Annäherung in der Gleichheit der Volumina zu erreichen. Das Volumen des Tarakolben, den ich benützte, zeigte schliesslich gegen den des Gaskolbens nur eine Differenz von 0,06 cub. Centimeter. Die Spitze des Tarakolbens wurde zugeschmolzen. Bei geschlossenem Hahn des Gaskolbens zeigten die Kolben auf die Waage gebracht einen von der Temperatur und dem Druck der Luft ganz unveränderlichen Ausschlag.

Das Programm für die Versuchsordnung ist höchst einfach. Der Gaskolben wird leer und wird gefüllt mit Gas gewogen. Die Differenz

der Gewichte ist das Gewicht des Gases von der Temperatur Null und von dem Drucke, bei welchem die Füllung erfolgte.

Zur Entleerung des Kolbens wurde die Quecksilber-Luftpumpe verwendet, und die Verdünnung wurde in allen Fällen auf einen Druck von 0,02mm zurückgeführt, eine Verdünnung welche mit der Pumpe leicht und sicher erreichbar ist. Fig. 1 zeigt die Anordnung der Pumpe. Sie unterscheidet sich von der im Jahre 1865 publicirten Beschreibung¹⁾ nur dadurch, dass in das Abflussgefäß, welches durch einen Gummischlauch mit dem Evacuirungsgefäße verbunden ist, die Luft nur durch eine mit Chlor-Calicum gefüllte Röhre A eintreten kann. Das Quecksilber kömmt also nur mit trockener Luft in Berührung, und wird mit dem Gebrauch der Pumpe vollkommen ausgetrocknet. Befördert wird diese Austrocknung, wenn man durch die Austrocknungsröhre B Luft wiederholt in das Evacuirungsgefäß eintreten lässt. Ohne diese Austrocknung des Quecksilbers und der Gefäße bleiben Dämpfe zurück, die eben nicht erlauben den Druck restirenden Gases zu messen und die störend auf das Resultat der Versuche einwirken.

Ist der Druck auf hundertel eines Millimeters herabgesunken, so ist die Druckdifferenz direkt am Barometer der Luftpumpe nicht mehr messbar. Ein einfacher Versuch macht ihn aber messbar. Man bestimmt vorausgehend das Verhältniss des Volumens der in den Bohrungen, in den Hähnen und im Heberbarometer der Pumpe enthaltenen Luft zu dem Volumen des Evacuirungsgefäßes. Das Abflussgefäß wird zu diesem Zwecke in die Höhe gezogen bis das Quecksilber eine Marke a am Halse des Evacuirungsgefäßes tangirt. Der zu entleerende Kolben wird mit geschlossenem Hahne luftdicht auf der Mündung des Tellers mit Siegelwachs — einer Mischung von Wachs und venetianisch Terpentin — befestigt. Alle Kanäle sind bis zur Marke a mit Luft vom Drucke des Barometerstandes gefüllt. Lässt man das Ausflussgefäß herab, so dehnt sich die Luft in das Evacuirungsgefäß aus, das Barometer der Pumpe fällt und bezeichnet den Druck der ausgedehnten Luft. An der benützten Pumpe fiel, während der Ausgangsdruck 720 mm war, das Barometer auf 6 mm, die Ausdehnung war also eine 120fache. Wird bei nun offenem Hahn des zu entleerenden Kolbens mit Verdünnung der Luft in bekannter

1) Die Pumpe ist in Carls Repertorium der Physik B. 1 von Georg Jolly beschrieben.

Art fortgefahren bis an Heberbarometer der Druck nicht mehr ablesbar ist, und wird hierauf bei geschlossenem Hahn des Gaskolbens das Quecksilber durch in die Höheziehen des Ausflussgefäßes bis zur Marke a gebracht, so wird die verdünnte Luft um das 120fache comprimirt. Steigt hiermit das Heberbarometer auf 2,5 mm, so war die Verdünnung $\frac{2,5}{120} = 0,02$ mm.

Man könnte auch, wie dies bei Regnault's Versuchen der Fall ist, bei einer minder weit reichenden Verdünnung der Luft stehen bleiben, und den noch vorhandenen Druck von dem der Füllung in Abzug bringen. Es sind aber dann die Fehler zweier Barometerablesungen im Resultate enthalten, die sich leicht zu 0,1 mm summiren können, während nach der bezeichneten Methode der Fehler der einen der Ablesungen sicher unter 0,02 herabsinkt.

Die Waage war mit Spiegelablesung versehen. Bei einer Belastung von 142 Gramm — dem Gewichte der Glaskolben — ergab ein Zulagegewicht von 1 Milligramm einen Ausschlag von 9,8 Scalentheilen. Ein Scalentheil entspricht also einer Gewichtszunahme von 0,102 mg.

Die Methode der Wägung war die der Vertauschung der Gewichte. Ein Beispiel wird das eingehaltene Verfahren erläutern. In dem folgenden Schema ist durch K der Kolben mit Glashahn, und durch T der Tarkolben bezeichnet.

Schale links	Schale rechts	Scale
K + 1,272	T	757,2
T	K + 1,272	753,2

Die Differenz der Scalentheile ist 4,0. Ein Zulagegewicht von $4,0 \cdot 102 = 0,408$ mg in der Schale rechts würde den Ausschlag von 753,2 auf 757,2 erhöhen. Man hat also auch

Schale links	Schale rechts	Scale
K + 1,272	T	757,2
T	K + 1,272408	757,2

und erhält hieraus

$$K = T - 1,272204.$$

Auch diese Zahl bedarf noch einer Correctur wegen der Abweichungen der benützten Platingewichte von ihrem Sollwerthe. Für den gewöhnlichen Gebrauch sind die käuflichen Platingewichte genügend genau abgeglichen, sie weichen aber alle mehr oder minder von ihrem Sollge-

wichte ab. Für den Gebrauch zu exacten Gewichtsbestimmungen ist es daher unerlässlich die Gewichtstücke zu prüfen und den Befund in einer Correctionstabelle niederzulegen. Für die von mir gebrauchten Gewichtstücke ergab sich:

Sollgewicht	Normalgewicht
$0,5_1 \text{ g} = 0,5 \text{ g} - 0,304 \text{ mg}$	
$0,5_2 = 0,5 - 0,120$	
$0,2_1 = 0,2 - 0,008$	
$0,2_2 = 0,2 - 0,083$	
$0,1 = 0,1 - 0,029$	
$0,05 = 0,05 + 0,023$	
$0,02_1 = 0,02 - 0,011$	
$0,02_2 = 0,02 - 0,012$	
$0,01 = 0,01 - 0,055$	
Reiter $0,01 = 0,01 + 0,097$	

Die im angeführten Falle benützten Gewichtstücke waren $0,5_1$, $0,5_2$, $0,2_1$, $0,05$, $0,05$, $0,02_1$ und der Reiter am Hebelarme von der Länge $0,2$ des Wagebalkens. In Normalgewicht ausgedrückt ist demnach

$$K = T - 1,271803.$$

Die nicht corrigirte Zahl war $1,272204$, also um $0,401 \text{ mg}$ zu gross.

Versuche mit Sauerstoff.

Die Bereitung des Sauerstoff erfolgte auf elektrolytischem Wege. Das Gas, welches man im Beginn der Elektrolyse erhält, ist in doppelter Weise verunreinigt, es ist mit dem vom Wasser absorbirten Stickgase gemischt, und ist zum Theil ozonisirt. Je länger dauernd der elektrolytische Process fortgeführt wird, um so vollständiger wird alles Stickgas ausgetrieben. Nach 24 stündiger Dauer der Elektrolyse erscheint das Stickgas vollkommen beseitiget. Die Zersetzung des Ozons wird ebenso vollständig durch Leitung des Gases durch eine in Glühhitze erhaltene Glasröhre erzielt. Durch eingeschaltete Austrocknungsröhren war für vollständige Austrocknung des Gases gesorgt.

Zur Entleerung des Kolbens wurde die Quecksilberluftpumpe benützt, und ebenso wurden die Zuleitungs- und Austrocknungsröhren, um jede Beimischung von Luft auszuschliessen, wiederholt mit Sauerstoff gefüllt und wieder entleert.

Zwei andere Fehlerquellen können durch die, im Versuch einzuhaltende, Ordnung auf ein Minimum zurückgebracht werden. Das Ab-

waschen des Kolbens mit Wasser und mit Weingeist hat bei häufiger Wiederholung eine Gewichtsverminderung zum Erfolge. Sie ist unbedeutend, tritt aber nach häufiger Wiederholung des Abwaschens messbar auf. Andererseits können beim Füllen des Kolbens Staubtheile aus der Austrocknungsröhre mit übergeführt werden. Es erzeugt diess eine Gewichtszunahme. Beide Aenderungen im Gewichte des Kolbens erfolgen also im entgegengesetzten Sinne, und treten daher nach einmaliger Operation nur um so unbedeutender auf. Wird die Ordnung eingehalten den Kolben zuerst gefüllt und darauf entleert zu wägen, so sinkt der Betrag der Fehler auf ein Minimum zurück.

I	Gewicht des Kolbens gefüllt mit O von 0° u. 714,45 mm	K = T + 0,083799
	Gewicht des Kolbens mit O vom Drucke 0,02	K = T - 0,272183
	Gewicht des O von 0° u. 714,43	1,355982
	Gewicht des O von 0° u. 760 mm.	1,442470
II	Gewicht des Kolbens mit O von 0° u. 711,30	K = T + 0,077913
	Gewicht des Kolbens mit O vom 0,02	K = T - 1,272187
	Gewicht des O von 0° u. 711,28	1,350100
	Gewicht des O von 0° 760 mm	1,442579.
III	Gewicht des Kolbens mit O von 0° u. 715,02	K = T + 0,074904
	Gewicht des Kolbens mit O von 0,02	K = T - 0,272180
	Gewicht des O von 0° u. 715,00	1,347084
	Gewicht des O von 0° u. 760 mm	1,442489.
IV	Gewicht des Kolbens mit O von 0° u. 720,42	K = T + 0,095182
	Gewicht des Kolbens mit O vom Drucke 0,02	K = T - 1,272224
	Gewicht des O von 0° u. 720,40	1,367406
	Gewicht des O von 0° u. 760 mm	1,442570.
V	Gewicht des Kolbens mit O von 0° u. 722,02	K = T + 0,098103
	Gewicht des Kolbens mit O vom Drucke 0,02	K = T - 1,272380
	Gewicht des O von 0° u. 722,000	1,370483
	Gewicht des O von 0° u. 760 mm	1,442571.
VI	Gewicht des Kolbens mit O von 0° 706,93	K = T + 0,069659
	Gewicht des Kolbens mit O vom Drucke 0,02	K = T - 1,272188
	Gewicht des O von 0° u. 706,91	1,341847
	Gewicht des O von 0° u. 760 mm	1,442562.
VII	Gewicht des Kolbens mit O von 0° u. 693,79	K = T + 0,044552
	Gewicht des Kolbens mit O vom Druck 0,02	K = T - 1,272222
	Gewicht des O von 0° u. 693,77	1,316774
	Gewicht des O von 0° u. 760 mm	1,442478.

Für das Gewicht des Sauerstoffgases von 0° und 760 mm, welches der Kolben bei der Temperatur 0° fasst, wurde nach der Reihe erhalten:

1,442470
 1,442579
 1,442489
 1,442570
 1,442571
 1,442562
 1,442478

Mittel 1,442545

Der wahrscheinliche Fehler des Mittels berechnet sich zu $\pm 0,000013$.

Versuche mit Stickstoff.

Zur Bereitung des Stickstoffes wurde trockene kohlenstofffreie atmosphärische Luft über in Glühhitze erhaltene Kupferdrahtnetze geleitet. Die orientirende Versuche liessen eine, indess leicht zu beseitigende, Fehlerquelle erkennen. Die Kupferdrahtnetze, die vorangehend durch Wasserstoffgas reducirt sind, halten Wasserstoffgas absorbirt zurück. Man erhält, wenn nicht für vollständige Entfernung des Wasserstoffgases gesorgt wird, wechselnde und stets zu kleine Gewichte. Wird die Verbrennungsröhre mit den reducirten Drahtnetzen mit Hülfe der Luftpumpe entleert, und wird, während Glühhitze eingetreten ist, die Luftpumpe in Thätigkeit erhalten, so ist in kurzer Zeit das Wasserstoffgas vollständig entfernt. Die Zuleitung der trockenen Luft erfolgt nach der Entfernung des Wasserstoffes. Man erreicht das gleiche Ziel, wenn man auf die reducirten Netze ein nicht reducirtes folgen lässt, es erfährt dies durch das ausgetriebene Wasserstoffgas eine Reduction. Durch eine darauf folgende Austrocknungsröhre wird der sich bildende Wasserdampf zurückgehalten.

Der Glashahn des Kolbens war vor dem Gebrauch zu der folgenden Versuchsreihe gereinigt und neu eingefettet. Der s. g. optische Contact lässt leicht erkennen, ob die gleichförmige Vertheilung des Fettes erfolgt und ein vollkommener Verschluss gesichert ist. Der Kolben kann ohne Erneuerung der Einfettung des Hahnes zu einer ganzen Reihe von Versuchen verwendet werden.

I Gewicht des Kolbens gefüllt mit N von 0° u. 715,61 Druck	K = T — 0,076251
Gewicht des Kolbens mit N vom Druck 0,02	K = T — 1,271673
Gewicht des N von 0° u. 715,59	1,195422
Gewicht des N von 0° u. 760 mm	1,269609
II Gewicht des Kolbens gefüllt mit N von 0° u. 717,95	K = T — 0,072568
Gewicht des Kolbens mit N vom Druck 0,02	K = T — 1,271690
Gewicht des N von 0° u. 717,93	1,199122
Gewicht des N von 0° u. 670 mm	1,269389

III Gewicht des Kolbens sgefüllt mit N von 0° u. 714,54	K = T — 0,078400
Gewicht des Kolbens mit N vom Drucke 0,02	K = T — 1,271749
Gewicht des N von 0° u. 714,42	1,193349
Gewicht des N von 0° u. 760 mm	1,269307
IV Gewicht des Kolbens gefüllt mit N von 0° u. 716,60	K = T — 0,074836
Gewicht des Kolbens mit N vom Drucke 0,02	K = T — 1,271695
Gewicht des N von 0° u. 716,58	1,196924
Gewicht des N von 0° u. 760 mm	1,269449
V Gewicht des Kolbens gefüllt mit N von 0° u. 711,78	K = T — 0,082659
Gewicht des Kolbens mit N vom Drucke 0,02	K = T — 1,271768
Gewicht des N von 0° u. 711,76	1,188936
Gewicht des N von 0° 760 mm	1,269515.
VI Gewicht des Kolbens gefüllt mit N von 0° u. 710,27	K = T — 0,084423
Gewicht des Kolbens mit N vom Druck 0,02	K = T — 1,271768
Gewicht des N von 0° u. 710,25	1,186345
Gewicht des N von 0° u. 760 mm	1,269443
VII Gewicht des Kolbens gefüllt mit N von 0° u. 717,36	K = T — 0,073524
Gewicht des Kolbens mit N vom Drucke 0,02	K = T — 1,271745
Gewicht des N von 0° u. 717,34	1,198221
Gewicht des N von 0° u. 760 mm	1,269478.

Für das Gewicht des Stickstoffgases von der Temperatur 0° und dem Drucke 760 mm, welches der Kolben bei der Temperatur 0° fasst, wurde nach der Reihe erhalten:

1,269609
1,269389
1,269307
1,269449
1,269515
1,269443
1,269478
Mittel 1,269455

Der wahrscheinliche Fehler des Mittels berechnet sich zu $\pm 0,000024$, ist also doppelt so gross als der für die Gewichtsbestimmung von Sauerstoff erhaltene, immerhin macht er sich aber erst in der 5. Decimale geltend. Da in beiden Fällen die gleiche Waage und die gleiche Methode der Wägung angewendet wurde, so wird man den Grund der grösseren Abweichungen in den Zahlen für N wohl nur darin zu suchen haben, dass die vollständige Reinheit der elektrolytisch erzeugten O grösser ist,

als die des N, welches unter Entziehung des Sauerstoffes der Luft bereitet wurde.

Versuche mit atmosphärischer Luft.

Die Luft wurde, wie schon erwähnt, stets an demselben Orte, in einer Entfernung von beiläufig 2 Kilometer von der Stadt, geschöpft. Es diente hierzu ein Glasballon mit einer Ausrüstung wie Fig. 3 dies erläutert. Der Ballon war luftleer gemacht. An Ort und Stelle war es also nur nöthig einen der Hähne zu öffnen und nach der Füllung wieder zu schliessen. Im Ballon befanden sich einige Stücke Aetzkali. Zum Abfüllen wurde durch a Quecksilber eingelassen, und durch b die Luft durch eine Austrocknungsröhre in den Glaskolben geleitet. Die Austrocknungsröhre war vorausgehend mit der Luftpumpe evacuirt.

Die Ordnung der Versuche wurde dahin abgeändert, dass Füllung und darauf folgende Wägung unter fünf verschiedenen Druckgrössen, wie solche die jeweiligen Barometerstände bei den Füllungen mit sich brachten, vollzogen wurden. Vor der ersten Füllung und nach der letzten Füllung wurden die luftleer gemachten Kolben gewogen. Die Differenzen der beiden Wägungen des leeren Kolbens lassen die Fehlergrenzen erkennen, welche in Verbindung mit den Fehlerquellen der Waage nach allen zwischen liegenden Operationen sich geltend machen, und die Abweichungen der Gewichte der Luft, reducirt auf 0° und 760 bezeichnen die Fehlergrenzen der unter verschiedenen Drucken gefüllten Kolben. Die letzteren sind die grösseren, weil die Fehlerquellen der Barometerablesungen hinzutreten. Für das Gewicht des leeren Kolbens wurde das arithmetische Mittel der beiden Wägungen zu Grund gelegt.

I Luft geschöpft am 10. October. Barometer 715,7.

Gewicht des leeren Kolbens $K = T - 1,272413$

Druck	Gewicht der Luft von 0°.	Druck	Gewicht der Luft von 0°
713,90	1,226512	760	1,305713
713,03	1,224692	„	1,305367
711,44	1,222128	„	1,305545
715,11	1,228420	„	1,305532
714,00	1,226511	„	1,305529
			Mittel 1,305537

Gewicht des leeren Kolbens $K = T - 1,272345$.

II Luft geschöpft am 27. October. Barometer 711,9

Gewicht des leeren Kolbens $K = T - 1,272345$			
Druck	Gewicht der Luft von 0°	Druck	Gewicht der Luft mit 0°
711,71	1,222672	760	1,305631
714,98	1,228302	„	1,305644
713,62	1,226067	„	1,305752
717,41	1,232352	„	1,305512
717,66	1,233002	„	1,305743
			Mittel 1,305656

Gewicht des leeren Kolbens $K = T - 1,272385$

III Luft geschöpft am 10. November. Barometer 704,0. Föhn.

Gewicht des leeren Kolbens $K = T - 1,272385$			
701,43	1,204287	760	1,304845
698,64	1,199627	„	1,304987
712,82	1,223928	„	1,304937
711,97	1,222528	„	1,304909
717,57	1,231972	„	1,304818
			Mittel 1,304999

Gewicht des leeren Kolbens $K = T - 1,272443$

IV Luft geschöpft am 21. November. Barometer 716,8.

Gewicht des leeren Kolbens $K = T - 1,273015$. Der Hahn war neu eingefettet.

721,95	1,239726	760	1,305065
720,18	1,236882	„	1,305242
714,56	1,227232	„	1,305273
715,52	1,228882	„	1,305274
711,40	1,221652	„	1,305110
			Mittel 1,305193

Gewicht des leeren Kolbens $K = T - 1,273317$

V Luft geschöpft am 5. December. Barometer 710,2.

Gewicht des leeren Kolbens $K = T - 1,273317$			
707,16	1,214748	760	1,305515
707,12	1,214688	„	1,305525
707,26	1,214938	„	1,305532
707,30	1,215188	„	1,305729
704,20	1,209938	„	1,305645
			Mittel 1,305589

Gewicht des leeren Kolbens $K = T - 1,173404$

VI Luft geschöpft am 14. December. Barometer 720,8.

Gewicht des leeren Kolbens K = T — 1,273404			
Druck	Gewicht der Luft von 0°	Druck	Gewicht der Luft von 0°
722,94	1,241924	760	1,305588
722,01	1,240224	„	1,305481
720,96	1,238321	„	1,305376
721,01	1,239397	„	1,305601
713,15	1,225098	„	1,305581
			Mittel 1,305525

Gewicht des leeren Kolbens K = T — 1,273463.

Nachdem die angewendete Methode sich als brauchbar zu exacten Messungen bewährt hatte, wurden nach gleichem Schema beinahe durch alle Monate des Jahres Luftproben der Wägung unterzogen. In der folgenden Tabelle sind die erhaltenen Resultate zugleich unter Angabe der jeweils herrschenden Windrichtung, bei welcher die Luft geschöpft wurde, verzeichnet.

Datum	Gewicht	Windrichtung
2. Januar	1,305035	S.W.
24. Januar	1,305754	N.O.
9. Februar	1,305281	N.W.
16. Februar	1,305099	W.
7. März	1,305157	N.W.
18. März	1,305014	S.
9. Mai	1,305200	O.
18. Mai	1,305131	O.
7. Juni	1,305046	W.
29. Juni	1,305397	W.
15. Juli	1,305239	N.W.
22. Juli	1,305594	N.
2. August	1,305296	N.O.
29. August	1,305469	N.O.
11. Septbr.	1,305075	W.
17. Septbr.	1,304931	Föhn.

Die Differenzen der Gewichte der Luftproben sind nicht unbedeutend, sie gehen bis zu 0,9 mg, sind also nicht auf Unsicherheiten in den Wägungen zurückzuführen, sondern drücken eine Veränderlichkeit in der Zusammensetzung der Atmosphäre aus. Das grösste Gewicht war bei anhaltendem N.O.-Wind zu 1,305744, und das kleinste bei anhalten-

dem Föhn zu 1,304899 gefunden. Die Zusammensetzung der Luft, welche diesen Gewichten zukömmt, lässt sich, gestützt auf die Gewichte gleicher Volumina von O und N, einfach berechnen. Das Gewicht des O wurde gefunden zu 1,442545 und das des N. zu 1,269455. Bezeichnet wieder x das Volumen des Sauerstoffs der bei anhaltendem Polarstrom geschöpften Luft, also $1-x$ das des Stickstoffs, so hat man

$$x \cdot 1,442545 + (1-x) \cdot 1,269455 = 1,305744,$$

daher $x = 0,20965$. In Procenten ausgedrückt ist also der Sauerstoffgehalt:
20,965.

Für die unter anhaltendem Föhn geschöpfte Luft hat man

$$x \cdot 1,442545 + (1-x) \cdot 1,269455 = 1,304899,$$

daher $x = 0,20477$. In Procenten ausgedrückt ist also bei anhaltendem Aequatorialstrom der Sauerstoffgehalt kleiner und nur
20,477.

Die Versuche waren im Jahre 1875—76 ausgeführt, sie waren durch ganz andere Fragen veranlasst und wurden nur nebenbei aufgenommen. Da nach diesen Wägungen die Schwankungen im Sauerstoffgehalt der Atmosphäre viel beträchtlicher sind, als dies nach den eudiometrischen Messungen zu erwarten war, so war es angezeigt, auf Contralversuche bedacht zu nehmen. Es wurden solche erst im Jahre 1877 unter Anwendung eines Eudiometers, welches man als Kupfer-Eudiometer bezeichnen könnte, ausgeführt. Ich werde gleich auf die Beschreibung des Instrumentes und auf die mit demselben erzielten Resultate zurückkommen. Nur will ich zuvor anführen, dass die Wägungen des O und N sofort auch zur Bestimmung der specifischen Gewichte des Sauerstoffgases und des Stickstoffgases benutzt wurden. Es war hierzu nur nöthig das Gewicht des Wassers von 4^0 zu bestimmen, welches der Kolben in der Temperatur von 0^0 fasst.

Die Wägungen gaben folgende Resultate:

Gewicht des Glaskolbens.

Schale links	Schale rechts	Thermometer	Barometer	Scale
142,0745	K	7,1	721,57	735,0
K	142,0725	"	"	736,7

Reducirt auf gleichen Ausschlag hat man:

Schale links	Schale rechts	Thermometer	Barometer	Scale
142,074331	K	7,1	721,57	736,7
K	142,0725	"	"	736,7

daher

$$K = 142,073415.$$

Der Kolben wurde mit destillirtem Wasser gefüllt. Eine ebenfalls mit destillirtem Wasser gefüllte Glasröhre war mit der Mündung des Kolbens verbunden, und der Kolben stand mit dieser Ausrüstung über Nacht in gestossenem Eis. Nach Entfernung der Nachfüllröhre war der Kolben bis zur Spitze mit Wasser von 0° gefüllt. Der Hahn wurde geschlossen noch während der Kolben in Eis stand. Da die Temperatur des Waagezimmers $6,4^{\circ}$ war, eine Temperatur, bei welcher das Volumen des Wassers immer noch kleiner ist als bei der Temperatur 0° , so war eine Sprengung des Kolbens bei geschlossenem Hahn nicht zu besorgen. Die Wägung ergab:

Schale links	Schale rechts	Thermometer	Barometer	Hygrometer	Scale
1150,305	K	6,4	721,3	65%	743,2
K	1150,292	"	"	"	745,5

Reducirt auf gleichen Ausschlag erhält man:

1150,304760	K	6,4	271,3	65%	745,5
K	1150,292	"	"	"	745,5

daher

$$K = 1150,298380.$$

In beiden Fällen, bei der Wägung des leeren wie bei der des gefüllten Kolbens, sind die Gewichte nach den Sollgewichten des Gewichtssatzes angegeben. Die für den gleichen Gewichtssatz entworfene Correctionstabelle ergibt, dass in Normalgewichten ausgedrückt die erste Zahl um 0,001876 und die zweite um 0,001302 zu erhöhen ist. Man erhält hiernach für das Gewicht des leeren Kolbens

$$142,075291,$$

und für das Gewicht des mit Wasser von 0° gefüllten Kolbens

$$1150,299682.$$

Das scheinbare Gewicht des Wassers von 0° ist hiernach

$$1008,224391.$$

Die Differenz der Gewichtsverluste des Wassers und der Gewichtsstücke — vergoldete Messingstücke vom specifischen Gewicht 8,4 — berechnet sich zu 1,06248. Im leeren Raume würde man demnach für das Gewicht des Wassers erhalten

$$1009,286871.$$

Endlich ist um das Gewicht des Wassers zu erhalten, welches der Kolben in der Temperatur 0^0 vom Wasser von der Temperatur 4^0 fasst, mit dem Quotienten der Dichtigkeiten des Wassers von 4^0 und 0^0 zu multipliciren. Man erhält

$$\frac{1009,286871}{0,999876} = 1009,412.$$

Der Kolben fasst bei einem Inhalte von 1009,412 Cub.-Centimeter 1,442545 g Sauerstoff, und 1,269455 Stickstoff. Man erhält hiernach für die geog. Breite von München von $48^0 8'$ und der Höhe von 515 Meter über der Meeresoberfläche das Gewicht

$$\begin{aligned} \text{eines Liter Sauerstoff} &= 1,429094 \\ \text{und eines Liter Stickstoff} &= 1,257614. \end{aligned}$$

Um diese Zahlen mit denen von Regnault erhaltenen zu vergleichen ist die Reduction der Gewichte auf die geog. Breite und die Höhe von Paris über der Meeresoberfläche auszuführen.

Bezeichnet g das Gewicht eines Liter Sauerstoff in der Breite von 45^0 an der Meeresoberfläche, R den mittleren Radius der Erde = 6366198, und g' das Gewicht in der geographischen Breite φ , und h die Höhe über der Meeresoberfläche, so ist

$$g' = g \frac{1 - \delta \cos 2 \varphi}{1 + \frac{2 h}{R}}$$

Nach der äusserst eingehenden und sorgfältigen Kritik von Lasch¹⁾ ist die Constante $\delta = 0,0025935$.

Für den Ort München in der geog. Breite $48^0 8'$ und der Höhe $h = 515$ m ist gefunden $g' = 1,429094$. Es berechnet sich hiernach

$$g = 1,4289206,$$

1) Poggendorff's Annalen, Ergänzungsband 87, S. 521.

und das Gewicht eines Liter Sauerstoff in der geog. Breite $48^{\circ} 50' 14''$ von Paris und der Höhe von 60 m berechnet sich zu

$$1,4293884 \text{ g.}$$

Regnault fand 1,429802. Der Unterschied ist 0,41 Milligramm. Die Gewichtsstücke, die ich benutzte, und die Correctionstabeln des Gewichtssatzes stützen sich auf eine Copie des in Berlin aufbewahrten deutschen Urkilogrammes. Regnault führt nicht an, ob für die Gewichtsstücke, die er gebrauchte, eine Correctionstabelle zur Reduction der Sollgewichte auf Normalgewichte in Anwendung gezogen wurde. Es ist daher nicht zu entscheiden ob die Differenz der für ein Liter Sauerstoff erhaltenen Gewichte in den gebrauchten Gewichtsstücken oder in der Verschiedenheit in der Reinheit des Sauerstoff begründet ist.

Das Gewicht eines Liter Stickstoff wurde für München gefunden = 1,257614. Es berechnet sich hiernach das Gewicht eines Liters N für 45° am Meeresniveau zu

$$1,2574614,$$

und für Paris

$$1,2578731.$$

Regnault fand 1,256167, also ein Gewicht, welches um 1,706 Milligramm kleiner ist. Dieser Gewichtsunterschied lässt sich wohl kaum auf eine etwa unterlassene Reduction der gebrauchten Gewichtsstücke auf die Normaleinheit zurückführen, er ist höchst wahrscheinlich darin begründet, dass dem Stickstoffgase, welches Regnault anwendete, Wasserstoff beigemischt war. Die orientirenden Versuche, die ich mit Stickstoff ausführte, ergaben in den Gewichten Abweichungen in einem Betrage bis zu 3 mg und die erst verschwanden, nachdem für Beseitigung jeder Spur von Wasserstoff gesorgt war.

Die Wägungen der Luft und ihre Bestandtheile liessen den Wechsel in der Zusammensetzung der Atmosphäre erkennen. Dieses Verfahren setzt Vertrautheit mit dem Gebrauch der Waage voraus, ist aber, einmal organisirt, in physikalischen Laboratorien ohne besondere Schwierigkeit ausführbar. Zieht man in Betracht, dass die Zehntel der Milli-

gramme der erhaltenen Gewichte entscheidend sind für die Zehntel im Procentgehalt des Sauerstoff der zu prüfenden Luft, und sind es eben nur die Zehntel der Milligramme, welche in Einzelwägungen noch mit Sicherheit festgestellt werden können, so ist damit zugleich der nach der Wägungsmethode erreichbare Grad der Genauigkeit bezeichnet. Nur gestützt auf wiederholte Wägungen gleicher Luftproben kann grössere Exactheit erreicht werden.

Eine viel weiter reichende Genauigkeit ist von einem eudiometrischen Verfahren zu erwarten, welches sich auf Druckmessungen der Luft vor und nach der Entziehung des Sauerstoffgases gründet. Da beiläufig $\frac{1}{5}$ der Atmosphäre aus Sauerstoff besteht, und da $\frac{1}{5}$ des mittleren atmosphärischen Druckes in Millimetern eine dreizifferige Zahl bildet, und da endlich Druckablesungen noch mit einer Genauigkeit von 0,1 mm ausführbar sind, so wird die Unsicherheit erst in den Hundertel der Procente sich bemerkbar machen. Allerdings werden die Fehlerquellen um so mehr sich häufen, je grösser die Zahl der erforderlichen Einzelablesungen ist. Ein eudiometrisches Verfahren, welches mit zwei Ablesungen die zu messenden Grössen liefert, wird einen Vorzug besitzen vor dem, welches drei oder mehrere Druckbestimmungen erfordert.

In dem Eudiometer, welches ich anwendete, wurde das Sauerstoffgas der Luft durch eine, in Glühhitze versetzte, Kupferspirale entzogen. Der Druck der trockenen kohlenstofffreien Luft wurde in der Temperatur 0° , und nach Entziehung des Sauerstoff wieder in der Temperatur 0° gemessen. Beide Druckbestimmungen reichen zur Berechnung des Procentgehaltes der Luft an O und N aus.

Die Figur 4 erläutert die gebrauchte Anordnung. A ist ein Glasgefäss von beiläufig 100 cub.-cent. Inhalt, und ist zur Aufnahme der Luftproben bestimmt. Es ist einerseits durch eine Schraube a verschliessbar, und andererseits durch einen Dreiweghahn aus Glas bei b absperrbar. Die Mündung c wird mit der Quecksilber-Luftpumpe in Verbindung gebracht, und bei passender Stellung des Dreiweghahnes wird die Entleerung des Gefässes bewirkt. Die Füllung mit Probeluft kann, während der Apparat mit der Luftpumpe verbunden ist, ausgeführt werden.

Zur Erzielung der Temperatur 0° wurde das Gefäss A mit einem Blechcylinder B, der mit gestossenem Eis gefüllt war, umgeben. Der

Blechcylinder ist aus zwei Halbcylindern gebildet, und daher leicht zusammensetzbar und entfernbar. In der Abbildung ist der Cylinder B gesondert gezeichnet.

Zur Messung des Druckes dient ein aus den Glasröhren d und g, die durch einen Gummischlauch verbunden sind, gebildetes Manometer. Die Röhre g ist in der federnden Hülse f verschiebbar, und auf dem Stativ ist eine Spiegelscala mit Millimetertheilung zur Ablösung der Stellung des Quecksilbers in der Monometerröhre g befestiget.

Der Dreiweghahn macht es möglich, das Gefäss A und die Röhre d zugleich mit der Atmosphäre in Verbindung zu setzen. Bei dieser Hahnstellung wird g so lange verschoben, bis das Quecksilber die bei m angeschmolzene Glasspitze tangirt. Der Dreiweghahn wird darauf um 90° in solcher Richtung gedreht, dass A nur noch mit d communicirt. Der abgelesene Barometerstand gibt dann den Druck der Füllung bei 0° , und die an der Spiegelscala abgelesene Stelle des Quecksilbers bezeichnet die Lage der Spitze m.

Die Kupferspirale s wird durch einen elektrischen Strom in Glühhitze versetzt. Ich habe zu den Versuchen Drähte von 60 cm. Länge und 0,5 mm. Durchmesser angewendet. Die Spiralwindungen des Drahtes hatten einen Durchmesser von etwa 1 cm., und waren dicht aneinander anschliessend. Die Abkühlungsfläche wird hiedurch vermindert und der Draht kömmt in lebhaftere Glühhitze. Die Anwendung einer Batterie von drei Kohlenelementen zeigte sich ausreichend.

Die Zuleitung des Stromes erfolgte durch Kupferdrähte von 3 mm. Durchmesser, an deren oberen Enden der Spiraldraht durch Klemmschrauben befestiget ist.

Fig. 5, welche in vergrössertem Maassstabe die Verschlusschraube a darstellt, zeigt zugleich die Art der Leitung des Stromes. Der eine Draht ist direkt an der Stahlplatte, welche die Verschlusschraube bildet, angebracht. Die Stahlplatte bildet also einen Theil des Stromweges. Der zweite Zuleitungsdraht ist durch eine Glasröhre von der Stahlplatte isolirt. Der luftdichte Verschluss wird durch eine Büchse n, die mit geschmolzenem Siegelack gefüllt ist, vollkommen gesichert. Der Lederring zwischen Schraube und Fassung bedarf einiger Achtsamkeit. Er kann bei gewöhnlicher Temperatur vollkommen luftdicht schliessen, während

er bei der Temperatur 0° sich nicht mehr ausreichend zeigt. Ein Ueberstreichen der äussern Fuge mit Siegelwachs gibt einen vollkommen sichernden Verschluss.

Der Draht wurde immer nur während 10 Minuten in Glühhitze erhalten. Nach drei- bis viermaliger Wiederholung ist alles Sauerstoffgas entfernt. Die sich bildende Oxydrinde blättert sich mit jeder Abkühlung grösseren Theiles ab. Es kommen also bei dem erneuerten Glühen immer wieder frische Metallflächen mit dem Gas in Berührung.

Das Sauerstoffgas ist entfernt, wenn nach wiederholtem Glühen keine Druckabnahme mehr zu bemerken ist. Der Blechcylinder wird zum zweiten Male aufgesetzt, wird mit gestossenem Eis gefüllt, und die Röhre g wird in der Art verschoben bis das Quecksilber wieder die Spitze m tangirt. Der Barometerstand vermindert um die, durch die Oxydation des Kupfers bewirkte an der Spiegelscala abzulesende, Druckabnahme gibt den Druck des zurückgebliebenen Stickgases.

Der Kupferdraht ist nach der Art der Herstellung im Ziehblech meist mit einer dünnen Lage Fett überzogen. Dieser Fettüberzug wird leicht und vollständig entfernt, indem man die Spirale vor dem Einsetzen in des Eudiometer durch einen galvanischen Strom auf kurze Zeit in Glühhitze versetzt.

Die Prüfung auf die Leistungsfähigkeit des Eudiometers wurde unter Anwendung zweier verschiedener Füllungen mit Luft, die gleicher Luftprobe entnommen waren, ausgeführt. Man hätte also gleiche Zusammensetzung zu erwarten. Die Differenzen in den Resultaten werden den Einfluss sämtlicher Fehlerquellen auf das Endresultat bezeichnen.

Die Luftprobe war bei herrschendem Westwind bei einem Barometerstand von 709,48 mm. geschöpft.

Vor Entziehung des O	
Druck der Luft im Eudiometer	708,50
Manometer abgelesen an der Spiegelscale	21,0
Nach Entziehung des O.	
Manometer abgelesen an der Spiegelscale	169,7
Differenz der Manometerstände bei $12,2^{\circ}$ des Quecksilbers	148,7
Differenz der Manometerstände bei 0° des Quecksilbers .	148,42
Barometerstand, reducirt auf 0° des Quecksilbers . . .	710,65
Druck des Gases nach Entziehung des O	562,13

Der Druck der Luft war vor Entziehung des O 708,50, und ist bei gleichem Volumen nach Entziehung des O nur 562,23. Auf gleichen Druck reducirt ist nach dem Mariotte'schen Gesetz das Volumen 1 auf das Volumen $\frac{562,23}{708,50} = 0,79355$ zurückgegangen.

In Procenten ausgedrückt hat man dader 79,355 N und 20,645 O.

Nach 24 Stunden wurde der Draht wiederholt in Glühhitze versetzt, und darauf das Gefäß wieder auf die Temperatur 0° zurückgebracht. Es ergab sich

Manometer abgelesen an der Spiegelscale	168,5
Differenz der Manometerstände . . .	147,5
Reducirt auf 0°	147,22
Barometerstand	709,38
Druck des Gases	562,16

In Procenten ausgerechnet erhält man hiernach 79,345 N und 20,655 O.

Ein dritter Versuch ergab nach wiederholtem Glühen des Drahtes 79,350 N und 20,650 O. Die grösste Abweichung ist also 0,01 Procent.

Das Eudiometer wurde entleert und darauf mit Luft, welche der gleichen Luftprobe wie beim vorangehenden Versuche entnommen war, gefüllt. Es ergab sich:

vor Entziehung des O	
Druck der Luft im Eudiometer bei 0°	709,35
Manometer	21,0
nach Entziehung des O	
Manometer	162,0
Differenz der Manometerstände bei 12,7° des Quecksilbers	141,0
Differenz der Manometerstände reducirt auf 0°	140,72
Barometer	703,71
Druck des Gases nach Entziehung des O	562,99

In Procenten ausgedrückt erhält man hiernach 79,366 N und 20,634 O

Nach 24 Stunden und wiederholtem Glühen des Drahtes wurde erhalten

Manometer	160,6
Differenz der Manometerstände bis 16° des Quecksilbers .	139,6
Differenz der Manometerstände reducirt auf 0°	139,25
Barometer	702,20
Druck des Gases nach Entziehung des O	562,95

In Procenten ausgedrückt erhält man hiernach 79,361 N 20,639 O.

Für Luft gleicher Beschaffenheit, welche in zwei getrennten Operationen zur Füllung des Eudiometers verwendet wurde, ergeben die Versuche im Mittel

bei der ersten Analyse 20,650 O,
und bei der zweiten 20,637 O.

Die Differenz ist also nur 0,013 Procent. In der That ist ja auch einzusehen, dass, wenn die Ablesungen der Druckgrößen vor und nach Entziehung des O mit einer Genauigkeit von $\pm 0,05$ mm. ausgeführt sind, die Abweichungen in den Bestimmungen des Procentgehaltes 0,02 Procent nicht erreichen werden.

Nach dem beschriebenen Verfahren wurden in den Monaten Juni und Juli, und dann wieder im Oktober und November 1877 Luftproben auf ihren Sauerstoffgehalt geprüft. Die folgende Tabelle enthält die Resultate nebst Angabe der Barometerstände und der Windrichtungen, bei welchen die Luft geschöpft wurde.

Tag	Sauerstoff in Procenten	Barometer	Windrichtung
13. Juni	20,53	714,03	W.
18.	20,95	717,7	N.
24.	20,73	716,8	NO.
27.	20,65	718,7	NO.
31.	20,69	718,1	NO.
3. Juli	20,66	716,9	O.
17.	20,64	713,1	S.
19.	20,56	713,9	SW.
27.	20,75	719,9	NO.
12. Oct.	20,78	715,7	O.
14.	20,86	720,9	NW.
15.	20,83	719,3	O.
16.	20,75	723,3	O.
21.	20,84	723,0	O.
23.	20,84	710,6	NW.
27.	21,01	721,5	N.
31.	20,85	714,2	W
2. Nov.	20,91	724,1	NO.
10.	20,56	718,2	SO.
13.	20,67	707,0	W.
20.	20,65	708,9	NW.

Die Resultate der eudiometrischen Messungen stimmen mit denen, die auf Grund von Wägungen erhalten wurden, vollständig überein. Nach beiden Messmethoden ergibt sich, dass der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre nicht ganz unbeträchtlichen Schwankungen unterliegt. Die Luftproben des Jahres 1877 zeigen Unterschiede im Sauerstoffgehalt von 21,01 bis herab auf 20,53 Procent, und die im Jahre 1875—76 nach der Wägungsmethode gefundenen grössten und kleinsten Sauerstoffgehalte waren 20,96 und 20,47 Procent. Der grösste Sauerstoffgehalt trat in beiden Jahrgängen unter herrschendem Polarstrom, und der kleinste unter herrschendem Aequatorialstrom oder Föhn auf. Begreiflich ist damit nicht gesagt, dass in allen Fällen, in welchen die Windfahne nach N oder NO zeigt, nothwendig grösserer und bei S. und SW. kleinerer Sauerstoffgehalt, oder dass gar, wie in den extremsten Fällen, sich Unterschiede von 0,5 Procent mit jeder Drehung der Windfahne geltend machen. Je rascher die Windrichtungen wechseln, um so mehr hat man es mit einer Mischung verschiedener Luftmassen zu thun. Aber eben desshalb erhält man in diesen Fällen nie einen so hohen Sauerstoffgehalt wie bei anhaltendem Polarstrom, oder einen so niedern wie bei anhaltendem Aequatorialstrom.

Der Satz der Unveränderlichkeit in der Zusammensetzung der Atmosphäre ist nicht aufrecht zu erhalten. Schon Regnault¹⁾ hatte die Vermuthung der Veränderlichkeit in der Zusammensetzung der Luft ausgesprochen, und hat es eben desshalb als trügerisch bezeichnet den specifischen Gewichten der Gase das der Luft als Einheit zu Grund zu legen. Gleichwohl hat er das Gewicht eines Liter Luft für die Breite und Höhe von Paris bestimmt und nach bekannter Rechnung das Gewicht eines Liter Luft für die Breite von 45⁰, wie die einer Normal-Constanten abgeleitet.

Es liegen nur die Erfahrungen zweier Jahre vor; nach denselben waren in beiden Jahren die Schwankungen in der Zusammensetzung der Luft nahezu von gleicher Grösse. In dem einen der Jahrgänge war die Methode der Wägungen angewendet. In diesem Falle zeigt sich die Bestimmung der Zehntel des Procentgehaltes abhängig von der Feststellung der Zehntel der Milligramme des Gewichtes von einem

1) Mémoires de l'Académie des Sciences T. XXI, p. 138.

Abh. d. II. Cl. d. k. Ak. d. Wiss. XIII. Bd. II. Abth.

Liter Luft, die Hundertel von den Hunderteln der Milligramme. Mit einer correct ausgeführten Waage kann dies geleistet werden. Immerhin ist aber das Verfahren ein mühsames. Das Kupfereudiometer ist leichter zu handhaben, und gibt, wenn die Druckgrössen auf ein Zehntel eines Millimeters genau bestimmt werden, den Procentgehalt mit der Genauigkeit eines Hundertel Procentes. Ich hatte den mühsameren Weg zuerst eingeschlagen, und suchte des auffallenden Resultates halber nach einer Controle, welche dann eben zur Construction des Kupfereudiometers führte.

Ob von Jahr zu Jahr die Schwankungen stets in gleichen Grenzen erfolgen, und ob im Mittel der Sauerstoffgehalt in jedem Jahre der gleiche ist, wird erst durch eine ausgedehntere Beobachtungsreihe sich feststellen lassen. Zunächst ist es wahrscheinlich, dass ebenso wie die Dauer der Polar- und Aequatorströme an gleichem Orte nicht jedes Jahr die gleiche ist, auch kleine Differenzen im mittleren Sauerstoffgehalt sich von Jahr zu Jahr werden geltend machen. Auch wird man aus den Beobachtungen zweier Jahre schliessen dürfen, dass trotz der reicheren Vegetationsdecke südlicherer Breitengrade die Oxydationsprocesse — vielleicht in Folge der höheren Temperatur — die Reductionsprocesse überwiegen, während umgekehrt der reichere Gehalt an Sauerstoff der Polarströme ein Zurücktreten der Oxydationsprocesse gegen die der Reduction für die nördlicheren Gegenden ausdrückt.

$\frac{1}{10}$ der wirkl. Gr.

$\frac{1}{8}$ der wirkl. Gr.

Fig. 1.

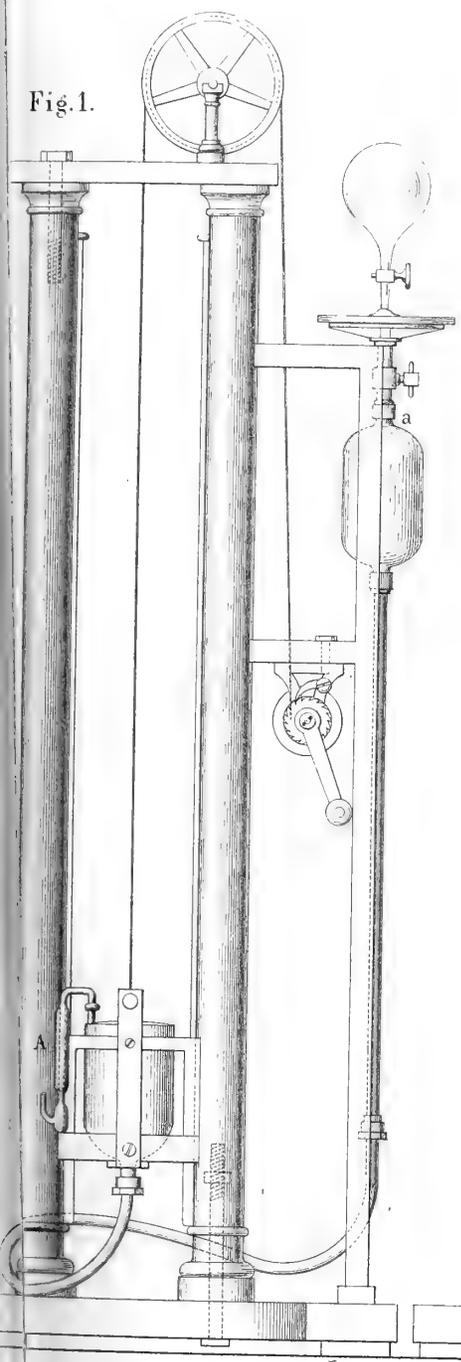


Fig. 2.

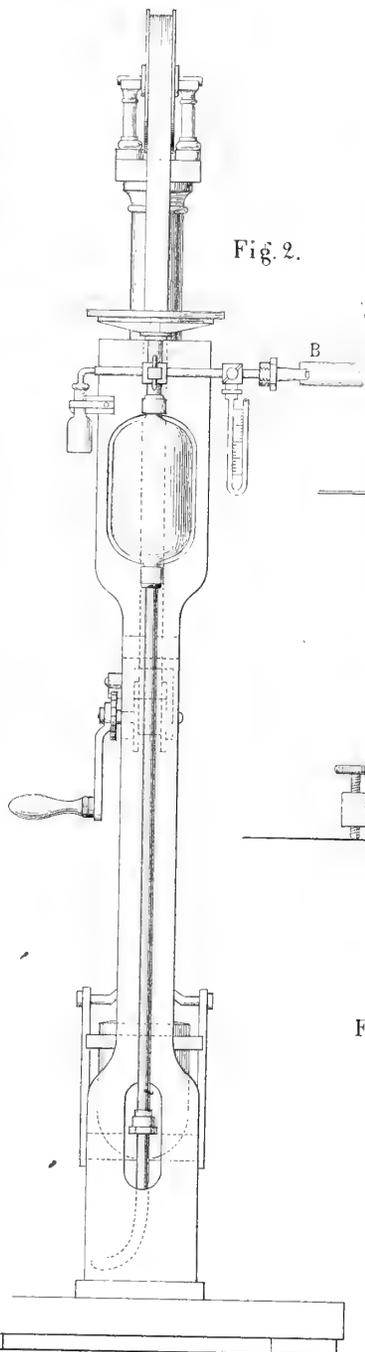


Fig. 4.

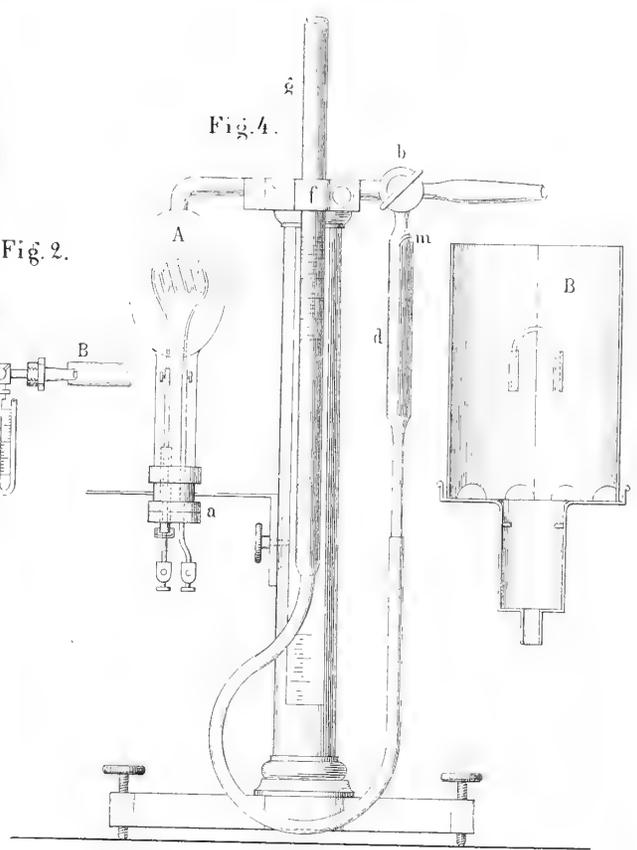


Fig. 5.

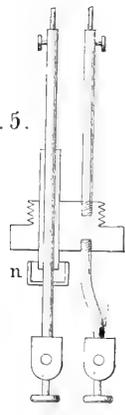
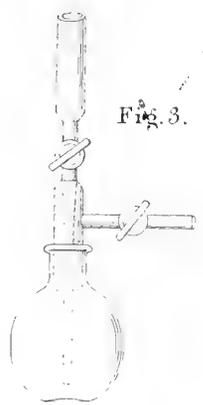


Fig. 3.

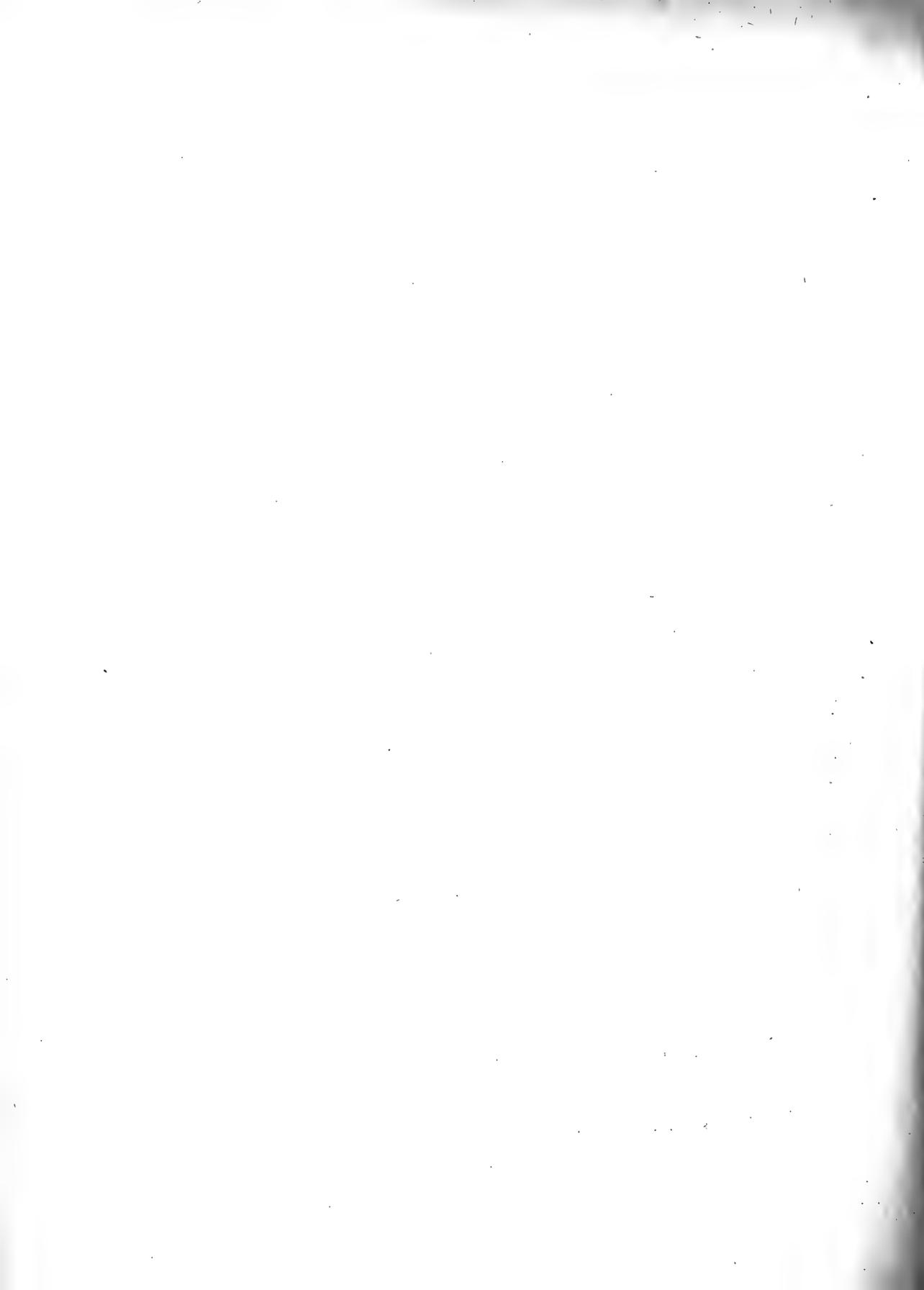




Theorie der Gärung

von

C. v. Nägeli.



Theorie der Gärung

von

C. v. Nägeli.

Gärung und Fäulniss (faulige Gärung) sind dadurch ausgezeichnet, dass bei Anwesenheit von gewissen lebenden Zellen (Hefenpilzen) grössere oder geringere Mengen von zusammengesetzten Verbindungen gespalten werden, ohne dass die sich zersetzende Substanz materiell zur Ernährung jener Zellen beiträgt. Es ist begreiflich, dass man von jeher versucht hat, diesen Process nach allgemeinen chemischen und physiologischen Vorstellungen sich zurecht zu legen. Wir haben vorzüglich drei Erklärungsversuche zu unterscheiden 1) die Zersetzungstheorie Liebig's, 2) die Fermenttheorie der Gärungs-Chemiker, 3) die Sauerstoffentziehungstheorie Pasteur's.

Nach Liebig ist alle Gärung eine moleculare Bewegung, die ein in chemischer Bewegung d. h. in Zersetzung begriffener Körper auf andere Stoffe überträgt, deren Elemente nicht sehr fest zusammenhängen. Gärung (im engeren Sinne) und Fäulniss sollten nach demselben darin verschieden sein, dass bei der letzteren die Zersetzung durch das sich zersetzende Fäulnissmaterial (die Albuminate) selbst übertragen werde, so dass die begonnene Fäulniss durch eigene Bewegung fortdaure, nachdem die Ursache, welche den Anstoss gab, unwirksam geworden. Bei der Gärung dagegen vermöge der in Zersetzung begriffene Körper (der Zucker) nicht seine Bewegung zu übertragen; es müsse diess durch eine fremde Ursache geschehen, durch ein Ferment, welches somit nicht bloss zur Einleitung, sondern auch zur Unterhaltung der Bewegung nothwendig sei. Diese Definition von Gärung und Fäulniss machte die Theorie Liebig's ausserordentlich anschaulich.

Zunächst ist nun zu erwähnen, dass gerade diese Unterscheidung unhaltbar war seit den wissenschaftlichen Versuchen von Schwann (1837) und Helmholtz (1843), welche bewiesen, dass Gärung und Fäulniss durch lebende Organismen bewirkt werden, und seit dem Bekanntwerden von Appert's praktischem Conservirungsverfahren, nach welchem organische Substanzen, die der Gärung oder der Fäulniss fähig waren, durch Tödtung der Organismen und ihrer Keime haltbar gemacht wurden. Diese Thatsachen erlauben uns nicht, Gärung und Fäulniss als ihrem Wesen nach verschiedene Vorgänge zu betrachten.

Liebig¹⁾ legte bei dem letzten Versuche, den er machte, seine Theorie mit den Fortschritten der Wissenschaft in Uebereinstimmung zu bringen, grosses Gewicht auf die Erscheinungen, welche bei der von du Pasteur entdeckten Selbstgärung der Bierhefe zu beobachten sein sollen. In ausgewaschener Hefe trete bei 30 bis 35° C. eine wahre, beinahe stürmische Gärung ein, indem sich Kohlensäure und 8 bis 13,8 Proz. Alkohol von dem Trockengewicht der Hefe bilden; der Alkohol betrage bis auf 120 Proz. von derjenigen Menge, welche aus der ganzen Cellulosemenge der Hefe entstehen könnte. Daraus wird der Schluss gezogen, dass in den Zellen ein in Zersetzung befindlicher Körper enthalten sei, welcher Zucker für die Selbstgärung liefere, und hierin eine Stütze für die Zersetzungstheorie gefunden.

Die Richtigstellung der Thatsachen führt indessen zu einem anderen Ergebniss. Wenn die Versuche in der Weise angestellt werden, wie es von Liebig geschehen ist, so können die Spaltpilze nicht ausgeschlossen werden und man erhält das Produkt der Thätigkeit zweier verschiedener Hefenarten²⁾. Ferner ist in seiner Berechnung der Cellulosegehalt viel zu

1) Sitzungsberichte d. k. b. Akad. d. W. 1869. II. 323.

2) Zunächst bemerke ich, dass ich unter Hefe überhaupt die sog. geformten Fermente verstehe, und dass ich die verschiedenen Hefenarten oder Hefenpilze als Sprosshefe (Wein- und Bierhefe) und als Spalthefer (Fäulnisshefe, Milchsäurehefe u. s. w.) unterscheide.

Ich habe die der Selbstgärung überlassene Bierhefe bei den Liebig'schen Versuchen einige Male mikroskopisch untersucht, und Liebig führt meinen Befund wörtlich an. Er glaubte aber, meine Bemerkung, dass reichliche Fäulnissspilze unter den Bierhefzellen sich befänden, als unerheblich weglassen zu können. Auch bei anderen Hefenversuchen, die Liebig in den Jahren 1868 und 1869 anstellte, constatirte ich eine oft sehr reichliche Verunreinigung mit Spaltpilzen und empfahl zur Ver-

gering angenommen; er beträgt für Münchner Bierhefe nicht 18,7 sondern 37 Proz. oder mehr, wie ich in der Mittheilung vom 4. Mai 1878 an die k. b. Akad. d. W. nachgewiesen habe, so dass der ganze Alkoholgehalt bei der Selbstgärung aus einem Theil der Cellulose abgeleitet werden kann. Die andere in der nämlichen Mittheilung nachgewiesene Thatsache, dass die Sprosshefezellen einen beträchtlichen Theil ihrer Cellulose als Pflanzenschleim in die Flüssigkeit austreten lassen, giebt uns nun den Schlüssel zur Erklärung der sogenannten Selbstgärung. Die in der Flüssigkeit befindlichen Spaltpilze verwandeln diesen Pilzschleim mit Leichtigkeit durch das von ihnen ausgeschiedene Ferment in Traubenzucker, eine Fähigkeit, die der Sprosshefe gänzlich mangelt; sie vermögen selbst die noch unveränderte Membran der Sprosspilze anzugreifen. Der von den Spaltpilzen gebildete Zucker wird von den Sprosspilzen, die ihrerseits eine viel energischere Gärtüchtigkeit besitzen, in Alkohol und Kohlensäure gespalten.

Um diese Frage durch tatsächliche Beobachtungen aufzuklären, stellte Dr. Walter Nägeli im Frühjahr 1875 einige Versuche an. Für 4 Proben (I, A, B, C und D) wurde Bierhefe angewendet, welche nach mehrmaligem Auswaschen sich unter dem Mikroskop als ganz rein und spaltpilzfrei erwies. Zu dem Hefenbrei, welcher 3,57 Proz. Trockensubstanz (bei 100° getrocknet) enthielt, wurde 1 Proz. Phosphorsäure (P_2O_5) zugesetzt, um die Spaltpilzbildung vollständig zu verhindern. A und B sollten zur Bestimmung der während der Versuchsdauer entwickelten Kohlensäure, C und D zur Bestimmung des gebildeten Alkohols dienen. In A und C war die Hefe vor dem Zutritt der Luft geschützt, in B und D war sie einer ausgiebigen Einwirkung von Luft ausgesetzt. Die Temperatur (vom 11. Jan. an) war die des geheizten Zimmers.

I, A. Kleines Kölbchen ganz gefüllt mit 95 ccm von dem angesäuerten Hefenbrei. Das aus demselben entweichende Gas gieng zuerst durch ein Gefäß mit Schwefelsäure und ein mit Chlorcalcium gefülltes Röhrchen zur Reinigung der Kohlensäure, dann durch zwei Liebig'sche Kugelapparate mit Kalilauge und ein Kaliröhrchen zur Gewichtsbestimmung und endlich durch ein zweites Kaliröhrchen zur Ab-

hütung derselben, wiewohl umsonst, eine starke Ansäuerung der Versuchsflüssigkeit. Dieser Umstand ist bei der Beurtheilung jener Versuche immer zu berücksichtigen.

Auch die Angabe meines Befundes über die Beschaffenheit der Membran bedarf einer Erläuterung. An jungen Zellen kann die Membran von dem anliegenden homogenen Plasma nicht unterschieden werden. An den älteren körnig gewordenen Zellen erscheint eine deutliche derbe Wandung, welche aus der Membran und anliegendem Protoplasma besteht, woraus aber nicht hervorgeht, dass die Cellulosemembran während der Selbstgärung zugenommen habe oder auch nur gleichgeblieben sei.

haltung der Kohlensäure aus der Luft. Nach 9 Tagen wurde der Versuch unterbrochen und die noch in dem Kölbchen enthaltene Kohlensäure mittelst Erwärmens und Luftdurchsaugens in den Kaliapparaten fixirt. Im Ganzen hatte sich aus den 3,4 gr. Hefe (Trockengewicht) 0,125 gr. CO_2 entwickelt

1, B. Kolben von 1100 ccm Inhalt mit der nämlichen Menge des angesäuerten Hefenbreis wie in A. Durch die den Boden bedeckende Hefe wurde fortwährend Luft durchgesaugt, welche durch Schwefelsäure und Kali gereinigt war, und die heraus tretende Luft durch Kaliapparate geleitet wie bei A. Ueberdem wurde der Kolben täglich öfters geschüttelt, um die Hefe gleichmässig mit Luft in Berührung zu bringen. Nach 9 Tagen betrug das Gewicht der von den 3,4 gr. Hefe entwickelten Kohlensäure 0,205 gr.

1, C. Kleiner Kolben ganz gefüllt mit 350 ccm des angesäuerten Hefenbreis (= 12,5 Trockensubstanz Hefe), mit Kautschukpfropf und Gärröhre, in welcher der Abschluss durch Quecksilber gebildet wurde, verschlossen. Nach 36 Tagen war keine bestimmbare Menge von Alkohol gebildet.

1, D. Grosser Kolben von 3250 ccm Inhalt mit 350 ccm Hefenbrei (wie in C), mit Kork verschlossen. Der Kolben wurde öfter geschüttelt. Auch hier waren nach 36 Tagen nur Spuren von Alkohol vorhanden.

In allen 4 Proben war nach Beendigung des Versuchs keine Spur von Spaltpilzen unter dem Mikroskop zu entdecken. Das Destillat von C und D war ein eigenthümlich riechendes Wasser, von schwach saurer Reaction, ohne bemerkbaren sauren Geschmack. — Die Vergleichung von A, B mit C, D zeigt, dass das Verhältniss zwischen Kohlensäure- und Alkoholbildung jedenfalls ein anderes ist als bei der geistigen Gärung, indem der Alkohol in viel geringerer relativer Menge erzeugt wurde. Es ist diess ein Umstand der mit der Selbstgärung anderer Pflanzenzellen übereinstimmt.

Ganz das gleiche Resultat ergab ein später mit 9 Liter eines verdünnteren Hefenbreis angestellter Versuch, über den in der Mittheilung vom 4. Mai 1878 an die k. b. Ak. d. W. berichtet wurde. Der Hefenbrei enthielt 5,78 Proz. Trockensubstanz und war mit 1 Proz. Phosphorsäure versetzt. Nach 13 Monaten war bloss eine sehr geringe (nicht bestimmbare) Menge von Alkohol vorhanden.

Zwei Proben (2, A und B) wurden am 19. Febr. 1875 mit Bierhefenbrei, welcher 3,58 Proz. Trockensubstanz enthielt, ohne und mit Citronensäure im Brütkasten bei mittlerer Temperatur von 40°C . ($38-41^{\circ}$) angestellt.

2, A. Kleine Flasche mit 150 ccm Hefenbrei; am ersten Tag wurde ziemliche Gasentwicklung beobachtet. Nach 50 Stunden waren zahlreiche Spaltpilze zwischen den Hefenzellen sichtbar; eine Partie des stark trüben Inhaltes, in einem Proberröhrchen zum Kochen erhitzt, liess keinen Geruch nach Alkohol wahrnehmen¹⁾. —

1) Ich bemerke, dass diese Probe bei den Liebig'schen Versuchen den Alkohol sehr deutlich anzeigte.

6 Tage nach dem Beginn des Versuches war der Inhalt des Kolbens in starker Fäulniss begriffen; die Flüssigkeit reagirte schwach sauer (von Milch- und Buttersäure, welche durch die Spaltpilze aus dem Pilzschleim der Bierhefe gebildet worden). Die Sprosshefezellen waren gänzlich abgestorben und zum Theil schwarz gefärbt (Inhalt und Membran). Alkohol liess sich nicht nachweisen.

2, B. Gleicher Versuch wie in A, aber die 150 ccm Hefenbrei waren mit 0,75 gr. Citronensäure (also mit 0,5 Proz.) versetzt. Am ersten Tage ziemliche Gasentwicklung wie in A. Nach 50 Stunden waren nur wenige Spaltpilze zu finden; beim Erwärmen einer Partie der klaren über der Hefe stehenden Flüssigkeit konnte kein Alkoholgeruch wahrgenommen werden. — 6 Tage nach dem Beginn des Versuches war die Oberfläche mit fructifizirender Schimmeldecke überzogen, und in der Flüssigkeit, in welcher ein Theil der Citronensäure durch den Schimmel verzehrt war, befanden sich schon ziemlich zahlreiche und grosse Spaltpilze. Alkohol war nicht zu bemerken.

Der gleiche Versuch wurde am 26. Februar 1875 in etwas grösserem Maassstabe (3, A, B, C, D) wiederholt. Der Hefenbrei enthielt 4,91 Proz. Trockensubstanz. Enghalsige, mit Papier bedeckte Flaschen wurden damit ungefähr zu $\frac{3}{4}$ gefüllt und in den auf 40° C. (38—41°) erwärmten Brütkasten gestellt.

3, A, B. Zwei Flaschen je mit 450 ccm Hefenbrei, ohne weiteren Zusatz. 25 $\frac{1}{2}$ Stunden nach dem Beginn (24 Stunden nach dem Warmwerden) wurde der Inhalt der beiden Gläser in einen Kolben gegeben, dieser mit Kühler verbunden und auf dem Wasserbade erhitzt. Während 3 Stunden gieng kein Alkohol über. Zwischen den abgestorbenen Hefezellen befanden sich sehr zahlreiche stäbchenförmige Spaltpilze. Die Flüssigkeit reagirte auch nach dem Kochen sauer (Milchsäure).

3, C, D. Zwei gleiche Versuche wie 3, A, B; aber zu dem 450 ccm Hefenbrei wurden 2,5 gr. Citronensäure (also 0,55 Proz.) gegeben. 25 $\frac{1}{2}$ Stunden nach dem Beginn wurde der Versuch unterbrochen und der Inhalt wie in A, B behandelt. Der Erfolg war der nämliche. Spaltpilze mangelten gänzlich.

Da möglicher Weise die Temperatur in den beiden Versuchen 2 und 3 etwas zu hoch für die Alkoholbildung war, so wurde am 13. März noch ein solcher (4, A, B, C, D, E, F) mit der günstigsten Temperatur von ziemlich constant 34° C. im Brütkasten angestellt. Je 500 ccm Bierhefenbrei mit 3,09 Proz. Trockengewicht wurden in 6 enghalsige, leicht verkorkte Flaschen gegeben, so dass dieselben beinahe gefüllt waren. Die Hefe war durch wiederholtes Auswaschen fast ganz spaltpilzfrei gemacht worden.

4, A, B. Zwei Flaschen mit je 500 ccm Hefenbrei ohne weiteren Zusatz. 37 $\frac{1}{2}$ Stunden nach dem Beginn des Versuches (36 Stunden nach dem Warmwerden) wurde der Inhalt der beiden Flaschen in eine grosse Retorte gebracht, mit Kühler verbunden und auf dem Wasserbad erwärmt. Es gieng fast bloss Wasser über; wenigstens konnte in dem (schwach sauer reagirenden) Destillat weder durch ein gewöhnliches Araometer, welches ein specif. Gewicht von 1 angab, noch durch den

Geschmack, noch durch Erhitzen in einem Proberöhrchen Alkohol nachgewiesen werden, während die Jodoformreaction allerdings denselben anzeigte. Spaltpilze hatten sich nur wenige gebildet.

4, C, D. Zwei Flaschen ganz gleich wie A, B, aber mit je 2,5 gr. Citronensäure (also mit 0,5 Proz.). Sie wurden gleichzeitig mit A, B in den Brütkasten gestellt und wieder herausgenommen, der Inhalt ebenfalls ganz gleich behandelt. Das Resultat war vollkommen das gleiche. Spaltpilze hatten sich keine gebildet.

4, E, F. Zwei Flaschen ganz wie C, D, also mit 0,5 Proz. Citronensäure. Sie blieben aber 6 Tage länger, im Ganzen während 7 $\frac{1}{2}$ Tagen, im Brütkasten, und hatten nun beide Decken von Spaltpilzen. Der vereinigte Inhalt wurde wiederholt abdestillirt. Das schliessliche Destillat liess mit den gewöhnlichen Mitteln keinen Alkohol erkennen. Ein gewöhnliches Araeometer gab ein spec. Gewicht von 1; ein sehr genaues Araeometer dagegen zeigte in dem 65 ccm haltenden Destillat ein spec. Gewicht von 0,999, also einen Gehalt von 0,5 Proz. Alkohol. Wir können daher mit Bestimmtheit annehmen, dass die Hefe von E und F mit 30,9 gr. Trockengewicht nicht mehr als 0,5 gr. Alkohol gebildet hat (in dem Destillat befand sich jedenfalls weitaus die grösste Menge des Alkohols; könnte man voraussetzen, dass aller darin enthalten war, so wären es nur 0,325 gr.)

Die angeführten Versuche ergaben alle ein wesentlich anderes Resultat als die von Liebig mitgetheilten 5 Versuche, bei welchen der Alkohol durch Destillation gewonnen wurde und von 8 bis 13,8 Proz. des Trockengewichts der angewendeten Hefe betrug. Bei unseren Versuchen konnte niemals Alkohol abdestillirt werden, und es ist sicher, dass die Menge desselben immer weniger als 1,6 Proz. der Hefe ausmachte. Es geht daraus das Eine unzweifelhaft hervor, dass die Menge der Alkoholbildung nicht von der Beschaffenheit der Hefe sondern von äusseren Umständen abhängt und dass die Hefenzellen in Folge der krankhaften Veränderung beim Absterben nur sehr wenig Alkohol erzeugen. Tritt derselbe in grösseren Mengen auf, so muss er auf einem anderen Wege entstehen, und es lässt sich wohl nur der bereits angegebene dafür in Anspruch nehmen, wobei das Zusammenwirken der Spaltpilze und der Sprosspilze erforderlich ist, der ersteren, um aus Cellulose Zucker, der letzteren, um aus Zucker Alkohol zu bilden¹⁾.

1) Wie ich bereits angeführt habe, wurden bei denjenigen der Liebig'schen Versuche, bei welchen ich eine mikroskopische Untersuchung anstellte, reichliche Spaltpilze gefunden.

Ihr Vorhandensein ergibt sich übrigens auch aus dem Umstande, dass die Flüssigkeit in Folge der Selbstgärung der Bierhefe nach Liebig's Beobachtung ziemlich viel Leucin enthielt.

Diese exceptionelle geistige Gärung setzt also das Wohlbefinden zweier Pilzformen voraus, die ungleiche Existenzbedürfnisse haben und durch Concurrenz einander leicht verdrängen. Es lässt sich daher schon zum voraus vermuthen, dass sie nur unter ganz besonderen Umständen, wo die beiden Gegner in ihrer Existenzfähigkeit sich die Wage halten, also nur selten eintreten wird. In der That mangelte sie in den angeführten Versuchen entweder gänzlich oder beinahe gänzlich, indem die Spaltpilzbildung meist ausblieb, zuweilen aber auch allzusehr überhand nahm. Um die Frage zu entscheiden, unter welchen Umständen aus Sprosshefe ohne Zusatz von Zucker am meisten Alkohol erhalten wird, müssten besondere Versuche angestellt werden, wobei besonders die Temperatur, die Wassermenge (die in unseren Versuchen wahrscheinlich für den genannten Zweck zu gering war) und ein geringer Zusatz von Säuren ins Auge zu fassen wären¹⁾.

Damit ist der Zersetzungstheorie das wichtigste, oder eigentlich das einzige thatsächliche Argument entzogen, welches darthun sollte, dass im Plasma der Hefenzelle eine zur Zucker- und Alkoholbildung hinneigende Zersetzung thätig sei. Ich kehre nach dieser Abschweifung zu dem Hauptthema zurück. Da, wie ich zeigte, zwischen Gärung und Fäulniss kein principieller Unterschied besteht, da beide nur so lange thätig sind,

Diese Verbindung wurde nicht von den Sprosspilzen ausgeschieden, sondern von den Spaltpilzen durch Zersetzung der von den Sprosspilzen ausgeschiedenen Peptone gebildet. Liebig's Angabe, dass „man bei dieser Gärung nicht den geringsten Fäulnissgeruch beobachtet“, hat keine Beweiskraft gegen das Vorhandensein von Fäulnissprozessen, denn bei Anwesenheit von Zucker oder zuckerbildenden Substanzen schreitet die Fäulniss ziemlich weit fort, ohne dass man sie mit dem Geruchsorgan wahrnimmt, weil die Ammoniakkörper von der durch die Spaltpilze gebildeten Milchsäure neutralisirt werden; sowie man aber durch vorsichtiges Zusetzen von Alkalien die Säure bindet, tritt der Fäulnissgeruch sogleich sehr intensiv hervor.

Diese Erklärung wird durch die Angabe Liebig's bestätigt, dass die Flüssigkeit bei der Selbstgärung der Bierhefe stets sauer geworden sei, so dass sie zu fernerm Gebrauche neutralisirt werden musste. Die Säure konnte unter den vorliegenden Umständen nur Milchsäure sein, allenfalls gemengt mit Buttersäure, und die Säure konnte nur durch die Spaltpilze mittelst Gärung aus dem Zucker entstehen.

1) Liebig führt 5 Versuche an, alle mit reichlicher Alkoholbildung. Daraus folgt aber nicht etwa, dass sein Verfahren immer das gleiche Resultat gab. Er wollte nicht zeigen, auf welche Weise eine lebhaftere Gärung erhalten werde, sondern dass mehr Weingeist sich bilden könne, als der von ihm angenommenen Cellulosemenge entspreche. Er wählte daher nur die günstigen Fälle aus, während andere wohl wenig oder keinen Alkohol gaben.

als sie von den lebenden Hefezellen unterhalten werden, so müsste die Zersetzungstheorie, um dieser Erfahrung gerecht zu werden, annehmen, dass in allen Stadien der Gärung und Fäulniss die Hefe den Zersetzungszustand, in dem sie sich selbst befindet, dem Gärmaterial mittheile. Und da eine lebende Zelle als solche nicht in Zersetzung befindlich sein kann, sondern nur einzelne Stoffe sich zersetzen, indess andere sich bilden, so müsste die Theorie an diese Einzelvorgänge anknüpfen. Es könnten ferner nicht allgemein vorkommende, sondern nur spezifische Zersetzungsprocesse sein, welche die Gärungen bewirkten, da ja diese selber je nach der spezifischen Beschaffenheit der Hefezellen verschieden sind, da beispielsweise das Zuckermolecül von den Sprosspilzen in Alkohol und Kohlensäure, von den einen Spaltpilzen in Milchsäure, von andern in Buttersäure, von noch andern in Mannit u. s. w. gespalten wird. Es ist nicht möglich, dass die allgemeinen Zersetzungen der Albuminate, welche bei allen Pilzen den Ernährungs- und Wachstumsprocess begleiten, Gärung hervorrufen, weil es keine solchen allgemeinen, allen Pilzen zukommenden Gärerscheinungen giebt.

Nun mangelt aber der Zersetzungstheorie jede andere als die rein theoretische Grundlage. Wenn in den Hefezellen eine Verbindung enthalten wäre, welche durch ihre Zersetzung Gärung hervorbrächte, so müsste man sie ausziehen und somit den Gärvorgang von der Zelle trennen können, wie man den Körper, welcher den Rohrzucker invertirt, trennen kann. Jenes ist aber unmöglich, und somit ein thatsächlicher Anhaltspunkt für die Theorie nicht gegeben.

Auch eine entschiedene Analogie ist nicht vorhanden. Denn so zahlreich die Beispiele sind, wo eine physikalische Bewegung von den Molecülen eines Stoffes auf diejenigen eines anderen Stoffes übertragen wird, so dürfte doch der Fall kaum vorkommen, wo die chemische Bewegung, insbesondere die Zersetzung einer Verbindung, lediglich durch ihre Anwesenheit das Zerfallen einer andern Verbindung veranlasst, insofern nicht etwa eine gleichzeitig erfolgende physikalische Bewegung mitwirkt¹⁾. Die nächsten und scheinbar die grösste Analogie zeigenden

1) Die Liebig'sche Theorie veranlasste einige Versuche, um Zucker durch Stoffe zu spalten, welche bei gelinder Wärme sich leicht zersetzen. Dumas wendete Wasserstoffsperoxyd an, O. Loew (nach mündlicher Mittheilung) salpetrigsaures Ammoniak; der Zucker (sowohl Rohr- als Traubenzucker) blieb immer unverändert.

Beispiele, nämlich die chemischen Vorgänge, welche durch Contactwirkung unorganischer oder organischer Stoffe zu Stande kommen, verhalten sich entschieden anders, indem diese katalytischen Stoffe selber keine chemische Bewegung zeigen, sondern unverändert bleiben.

Da die Zersetzungstheorie von den an den Hefezellen selbst zu gewinnenden Thatsachen und von allgemeinen Analogieen so mangelhaft unterstützt wird, so ist es begreiflich, dass die neueren Gärungschemiker eine andere Erklärung gesucht haben. Dieselben gehen von der wohlbekanntem und klar vorliegenden Wirksamkeit der (unorganisirten) Fermente aus und tragen dieselbe auf die Hefe über, indem sie annehmen, in den Hefezellen sei neben allen andern Stoffen auch ein solcher vorhanden, welcher als Ferment wirke. So hätten die Sprosspilze ein besonderes Alkoholgärungsferment, die verschiedenen Spaltpilze hätten ein Milchsäuregärungsferment, ein Buttersäuregärungsferment, ein Ammoniakgärungsferment (in der Hefe des faulenden Harns) und andere Fäulnissfermente u. s. w.

Die Fermenttheorie wurde zuerst von Traube (1858) ausgesprochen und zuletzt noch von Hoppe-Seyler als für den Chemiker selbstverständlich hingestellt. Es scheint mir jedoch zwischen der Fermentwirkung und der Hefenwirkung oder Gärung ein durchgreifender Unterschied zu bestehen¹⁾.

1) Bezüglich der Terminologie bemerke ich Folgendes. Zuerst kannte man die Wein- und Bierhefe, die man als Ferment bezeichnete. Nachher lernte man lösliche organische Verbindungen kennen (Diasase, Pepsin etc.), welche ähnliche Wirkungen zu haben schienen; man stellte dieselben mit den Hefen zusammen und nannte sie ebenfalls Fermente. Als man zu dem Bewusstsein ihrer Verschiedenheit von den eigentlichen Hefen gelangte, nannte man sie ungeformte oder unorganisirte Fermente im Gegensatz zu den geformten oder organisirten Fermenten, die aus Zellen bestehen.

Nachgerade ist die Wirkung der ungeformten Fermente viel besser erkannt als die der organisirten, und desswegen werden sie jetzt häufig schlechthin als Fermente bezeichnet. Indem die ungeformten Fermente den organisirten den Rang in der Erkenntniss abgelaufen, haben sie ihnen zugleich auch den Namen geraubt.

Ich bezeichne, um mich möglichst dem jetzigen Sprachgebrauche anzubequemen, die organisirten oder zelligen Fermente als Hefe, und ihre Wirkung als Hefen- oder Gärwirkung, im Gegensatz zu Ferment und Fermentwirkung. Jedenfalls ist die Bezeichnung von geformten und ungeformten, organisirten und unorganisirten Fermenten keine glückliche. Man kann nicht wohl eine

Zunächst muss gegen die Fermenttheorie der nämliche Einwurf gemacht werden wie gegen die Zersetzungstheorie, dass nämlich der hypothetische, die Gärung verursachende Stoff nicht nachgewiesen, nicht aus den Zellen ausgezogen und dargestellt werden kann, wie diess dagegen mit den wirklichen Fermenten der Fall ist. Es giebt selbst Gärungschemiker, welche diese hypothetischen Fermentstoffe geradezu als von den Zellen untrennbar bezeichnen und damit einen wesentlichen Unterschied gegenüber den wirklichen Fermenten zugeben, welche alle in Wasser löslich sind. Die Annahme, dass bei den Gärungen Fermente thätig seien, wäre also nur dann gerechtfertigt, wenn eine hinreichende Analogie in physiologischer und chemischer Hinsicht nachgewiesen werden könnte. Diess ist nicht der Fall; eine genaue Vergleichung zeigt uns sehr bemerkenswerthe Gegensätze.

In physiologischer Beziehung sind zwei Momente hervorzuheben; das eine betrifft die räumlichen Verhältnisse. Die Ursache, welche Gärung bewirkt, ist untrennbar mit der Substanz der lebenden Zelle, d. h. mit dem Plasma¹⁾ verbunden. Gärung findet nur in unmittelbarer Berührung mit dem Plasma und, soweit die Molecularwirkung desselben reicht, statt. Will der Organismus in Räumen und auf Entfernungen, auf die er keine Macht durch die Molecularkräfte der lebenden Substanz ausüben vermag, chemische Prozesse beeinflussen, so scheidet er Fermente aus. Die letzteren sind besonders thätig in Hohlräumen des thierischen Körpers, im Wasser, in welchem Pilze leben, in plasmaarmen Zellen der Pflanzen. Es ist selbst sehr fraglich, ob der Organismus jemals Fermente bilde, welche innerhalb des Plasmas wirksam sein sollen; denn hier bedarf er ihrer nicht, weil ihm in den Molecularkräften der

chemische Verbindung und einen aus zahlreichen chemischen Verbindungen bestehenden Organismus als Artbegriffe dem nämlichen Gattungsbegriff unterordnen.

Das Richtigere wäre aber wohl, den Namen Ferment in dem ursprünglichen Sinne als synonym mit Hefe zu brauchen, und dagegen die modernen Fermente als Contactsubstanzen zu bezeichnen, da sie in der That von Schwefelsäure, Kali, Wasser nur darin abweichen, dass sie organische Verbindungen sind.

1) Unter Plasma (meist Protoplasma genannt) verstehe ich den halbfüssigen schleimigen Inhalt der Pflanzenzelle, der aus wechselnden Mengen von unlöslichen und löslichen Albuminaten besteht. Meistens überwiegt die unlösliche Modification; es kann aber auch die lösliche Modification fast allein vertreten sein. Nur selten ist es bei Pflanzen möglich und auch nothwendig, die beiden Modificationen zu trennen. Man kann sie dann als Stereoplasma und Hygroplasma bezeichnen (letzteres dem Plasma der Thierphysiologie analog).

lebenden Substanz viel energischere Mittel für chemische Wirkung zu Gebote stehen.

Das andere physiologische Moment betrifft die Bedeutung, welche Gärung und Fermentwirkung für die Ernährung haben. Auch diese Erscheinungen müssen, wie alle Einrichtungen in der organischen Natur, ihre besonderen Zwecke erfüllen, und die Mittel, um diese Aufgaben zu vollbringen, müssen am zweckentsprechendsten gewählt worden sein.

Die Fermente haben nun in den meisten Fällen die Aufgabe, Nährstoffe, die in unverwerthbarer Form vorhanden sind, in verwerthbare umzuwandeln, unlösliche löslich, nicht diosmirende diosmifähig zu machen. Sie verwandeln die Albuminate in Peptone, Stärkemehl, Gummi, Cellulose in Glycoseformen, sie invertiren Rohr- und Milchzucker¹⁾, sie zerlegen die Fette in den keimenden Samen.

In einigen besonderen Fällen scheinen die Fermente eine andere physiologische Aufgabe zu erfüllen. In gewissen Samen erzeugen sie scharfe, widerlich schmeckende oder giftige Stoffe. Das Emulsin spaltet das Amygdalin der bitteren Mandeln in Zucker, Bittermandelöl und Blausäure, das Myrosin zerlegt das myronsaure Kali in Zucker, Senföl und schwefelsaures Kali. Die scharfen Stoffe bilden sich in diesen und ähnlichen Fällen, sowie die Samen zermalmt werden und mit Wasser in Berührung kommen, und ebenso, wenn sie Wasser aufnehmen und keimen. Sie haben offenbar den Zweck die Samen und die Keimpflanzen vor den Angriffen der Thiere zu schützen²⁾. Ob aber die Abwehr der Feinde

1) Man könnte allenfalls vermuthen, Rohr- und Milchzucker seien, weil sie diosmiren, schon an und für sich Nährstoffe, und die Invertirung geschehe, um sie gärungsfähig zu machen. Der Nutzen dieses Processes für die Hefezellen würde dann in der Rückwirkung bestehen, welche der auf die Invertirung folgende Gärvorgang auf das Zellenleben ausübt.

Dass diese Vermuthung nicht stichhaltig ist, geht aus der Thatsache hervor, dass auch die Schimmelpilze, denen das Gärvermögen mangelt, den Zucker sehr energisch invertiren, wie sich leicht durch Versuche nachweisen lässt. Wir müssen daraus schliessen, dass die Zuckerarten (Diglycosen), welche 12 Atome Kohlenstoff im Molecul haben, für die Ernährung ungeeignet oder jedenfalls weniger geeignet sind, als diejenigen mit 6 Atomen C (Glycosen).

2) Es dürfte als fraglich betrachtet werden, ob die in den Samen enthaltenen Glycoside beim Keimen zerlegt werden. Dieselben bilden sich beim Reifen der Samen, welche zu dieser Zeit noch viel Vegetationswasser enthalten; und ich hielt es für möglich, dass sie auch beim Keimen in den unverletzten lebenden Zellen unverändert bleiben und nur beim Zerreißen des Gewebes durch die Wirkung der Fermente zerfallen. Versuche haben das Gegentheil ergeben. Aus keimenden Sensamen kann man in jedem Stadium, wenn man sie ohne mechanische Verletzung mit Weingeist behandelt, Senföl ausziehen, welches in den Samen vor dem Keimen nicht enthalten ist.

der einzige Grund ist, warum gewisse Glycoside und die Fermente, welche sie zerlegen, von den Pflanzen erzeugt werden, lässt sich vorerst nicht entscheiden. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Zersetzungsprodukte noch andere physiologische Dienste leisten. Der Zucker, der dabei immer auftritt, wird als Nahrung verwendet, und die scharfen, bitteren oder giftigen Stoffe dürften ebenfalls eine Function bei dem pflanzlichen Chemismus vollbringen.

Abgesehen von diesen besondern Fällen besteht der chemisch-physiologische Charakter der Fermentwirkung bloss darin, nicht nährnde oder schlecht nährnde Verbindungen in besser- und überhaupt in die bestnährnden überzuführen. Die Hefen- oder Gärwirkung hat gerade den entgegengesetzten Charakter; ihre Produkte sind ausnahmslos schlechter nährnde Verbindungen, und sie zerstört vorzugsweise die am besten nährnden Stoffe. Der Gegensatz tritt am auffallendsten bei den Kohlenhydraten und den Proteinstoffen hervor. Während die Fermentwirkung aus denselben die Glycoseformen und Peptone (welche beiden alle anderen Nährstoffe übertreffen) erzeugt, zerlegt die Gärung diese Verbindungen in Alkohol, Mannit, Milchsäure, in Leucin, Tyrosin u. s. w. — Zuweilen folgen mehrere Gärungen aufeinander; dann nehmen ihre Producte stufenweise an Nährfähigkeit ab. Wir können allgemein sagen, dass die Hefenpilze durch jeden Gärprocess, den sie bewirken, das Medium, in welchem sie sich befinden, für die Ernährung chemisch ungeeigneter machen.

Man könnte vielleicht vermuthen, dass die Gärproducte einem Pilz bei der Concurrenz Vortheile gewähren. Es ist aber eher das Gegentheil der Fall; durch dieselben wird eine Nährlösung immer so verändert, dass ein fremder Pilz darin existenzfähiger ist als derjenige Pilz, der die Gärung bewirkt. Diess bezieht sich aber nur auf die chemische Beschaffenheit der gegorenen Flüssigkeit; ich werde nachher zeigen, dass der molecular-physiologische Gärungsakt selber für die Gärungspilze sich vortheilhaft erweist.

Während die Vergleichung der Fermentwirkung und Gärung in physiologischer Beziehung keine Schwierigkeiten bietet, mangeln zur Vergleichung des chemischen Charakters noch die nothwendigen Thatsachen. Nur die Fermentwirkung scheint klar erkannt zu sein, indem wir annehmen dürfen, dass dabei die organische Verbindung Molecül für Molecül in

ihre Componenten zerfällt, — Dextrin in Traubenzucker, Rohrzucker in Invertzucker, Albuminate in Peptone. Die Umwandlung geht glatt und vollständig von statten; andere Producte der Fermentwirkung bilden sich nicht.

Was die Gärung betrifft, so sind bis jetzt nur in einem Falle die Gärprodukte mit Rücksicht auf das Gärmaterial quantitativ bestimmt worden. Bei der geistigen Gärung zerfällt nicht die ganze Zuckermenge in Alkohol und Kohlensäure, wie man früher glaubte; sondern es wird, wie Pasteur nachgewiesen, ein kleiner Theil (ungefähr 5 Proc.) in anderer Weise zerlegt (in Glycerin, Bernsteinsäure und Kohlensäure). Ebenso ist es sicher, dass bei der Milchsäuregärung nicht aller Zucker in Milchsäure umgesetzt wird; eine geringe Menge erfährt eine andere Zersetzung, wie die mehr oder weniger reichliche Entwicklung von Kohlensäure beweist.

Wenn wir diese beiden Beispiele als massgebend für die Gärung betrachten dürfen, so zeigen sie uns, dass neben der normalen Spaltung ein kleiner Theil des Gärmaterials in anderer Weise zerlegt wird, und dass unter den Produkten der letzteren Zersetzung sich Kohlensäure befindet, auch wenn sie unter den Produkten der normalen Spaltung mangelt. Dieses Moment nun scheint mir den chemischen Charakter der Gärung gegenüber der Fermentwirkung zu bedingen, indem bei der letzteren ein einfacher Spaltungsprocess statt hat. — Kohlensäure dürfte ein Nebenprodukt aller Gärungs- und Fäulnissprocesse sein und daher auch für alle der Name Gärung, womit man die Vorstellung von Gasentwicklung zu verbinden gewöhnt ist, passend sein, während bei der Fermentwirkung nie Kohlensäure frei wird.

Der angegebene Unterschied zwischen Fermentwirkung und Gärung wäre uns nicht recht verständlich, wenn beide Processe die gleiche Ursache hätten. Dagegen fällt jede Schwierigkeit weg, wenn die Gärung nicht durch eine Contactsubstanz sondern durch das lebende Plasma bewirkt wird. Wir begreifen dann, dass, — während das Ferment als einfache chemische Verbindung eine andere chemische Verbindung in einfacher und gleichartiger Weise verändert, so dass alle Molecüle die nämliche Zersetzung erfahren, — eine organisirte Substanz mit ihren

mannigfaltigen Molecularbewegungen und Molecularkräften eine complizirtere Zersetzung hervorbringt.

Diese Betrachtung wird durch eine andere chemische Verschiedenheit unterstützt, welche wir zwischen Fermentwirkung und Gärung beobachten. Das organische Ferment kann meistens leicht durch eine andere Contactsubstanz ersetzt werden, durch Säuren, Alkalien, selbst durch Wasser besonders bei erhöhter Temperatur. Anders verhält es sich mit den Gärungen, welche in den ausgesprochenen Fällen nur durch Hefe bewirkt werden. Wir müssen nämlich in dieser Beziehung unter den zahlreichen Gärprocessen zwei Gruppen unterscheiden: 1) diejenigen, welche auch bei Ausschluss von Sauerstoff erfolgen und 2) diejenigen, welche den Zutritt von Sauerstoff verlangen. Zu den ersteren, welche wir als die typischen Gärungen bezeichnen können, gehören alle Gärungen des Zuckers und der zuckerähnlichen Stoffe (Glycerin, Mannit) sowie der Peptone (Albuminate). Dieselben lassen sich durch kein anderes Mittel als durch die lebenden Hefenzellen hervorbringen. Zu der zweiten Gruppe gehören die Gärungen der Säuren, des Asparagins, Harnstoffs u. s. w., ferner die Oxydationsgärungen. Diese Zersetzungen können um so eher durch andere chemische Mittel hervorgebracht werden, je einfacher die Produkte sind (z. B. beim Zerfallen des Harnstoffes in Ammoniak und Kohlensäure), oder (wenn es Oxydationsgärungen sind) je mehr die Gärwirkung zurück und die Wirkung des Sauerstoffs in den Vordergrund tritt (wie bei der Essigbildung aus Weingeist).

Es scheint noch ein sehr bemerkenswerther Unterschied zwischen Fermentwirkung und Gärung in thermochemischer Beziehung zu bestehen, sofern wir aus den wenigen bekannten Fällen überhaupt etwas schliessen dürfen. Bei der Gärung wird Wärme frei und es entstehen Produkte, die zusammen eine geringere Menge von potentieller Energie enthalten. Bei der Fermentwirkung wird Wärme aufgenommen; die Spaltungsprodukte stellen eine grössere Summe von Spannkraft dar. Ich werde später noch besonders auf diesen Punkt zurückkommen.

Während die beiden erörterten Gärungstheorien (die Zersetzungs- und die Fermenttheorie) sich auf den rein chemischen Standpunkt stellen,

ist die Sauerstoffentziehungstheorie Pasteur's vielmehr physiologischer Natur. Dieser Forscher ging von der von ihm als sicher hingestellten Annahme aus, dass alle Pflanzen, auch die niederen Pilze, zu ihrem Leben Sauerstoff bedürfen, wofür sie eine entsprechende Menge Kohlensäure ausscheiden. Eine Gruppe von niederen Pilzen zeige in dieser Beziehung ein besonderes Verhalten. Während alle anderen Pilze, wie die sämtlichen übrigen Gewächse, bloss freien Sauerstoff benützen können, so sollen die Hefenpilze, die ebenfalls bei Zutritt von freiem Sauerstoff am kräftigsten gedeihen, bei Mangel desselben gewissen leichter zersetzbaren organischen Verbindungen den Sauerstoff zu entziehen und davon zu leben vermögen; wiewohl eine solche Vegetation ohne freien Sauerstoff, wenigstens bei der Sprosshefe, kümmerlich bleibe.

Diese aus seinen Versuchen erschlossene Thatsache benutzte Pasteur zur Begründung einer neuen Gärungstheorie. Wenn die Hefenzellen freien Sauerstoff finden, so sollen sie keine Gärung bewirken. Nach Massgabe als ihnen dieser mangelt, sollen sie das Gärmaterial angreifen, und indem sie demselben eine geringe Menge von Sauerstoff entziehen, es in seinem molecularen Gleichgewicht stören und zur Zersetzung veranlassen.

Diese sinnreiche Theorie machte grosses Aufsehen, denn sie schien das dunkelste Gebiet der Gärungslehre zu erleuchten und für die Physiologie der niederen Organismen neue und wichtige Aufschlüsse zu geben. Die experimentelle Grundlage, welche die Theorie stützen soll, erweist sich aber bei strenger Prüfung als unhaltbar.

Pasteur beschreibt seine Versuche folgendermassen. Ein Kolben von $\frac{1}{4}$ Liter Inhalt wird mit 100 ccm Zuckerwasser und einer geringen Menge von eiweissartigen Nährstoffen beschickt, durch Kochen luftfrei gemacht und eine Spur Hefe zugesetzt. Die nämliche Nährflüssigkeit wird ferner in einen flachen Teller mit grosser Oberfläche gegeben. Im ersteren Versuch (im luftfreien Kolben) vermehrt sich die Hefe kümmerlich und zersetzt das 60-, 80-, 100fache ihres Gewichts Zucker. Im zweiten Versuch (im offenen Teller) vermehrt sich unter dem ausgiebigen Luftzutritt die Hefe wohl 100mal rascher, zerlegt aber nur das 6 bis 8fache ihres Gewichts Zucker. Hieraus zog Pasteur den Schluss, dass die Hefe bei Luftabschluss eine mehr als 20mal grössere Wirksamkeit besitze als bei Luftzutritt.

Anderweitige Angaben über die betreffenden Versuche mangeln, so dass wir uns über die Dürftigkeit und die wenig genaue Form derselben wundern, wenn wir

damit die anderen Gärungsversuche des berühmten Chemikers vergleichen, die an Vollständigkeit und Genauigkeit nichts zu wünschen lassen. Es ist gerade, als ob geringere Ansprüche an die experimentelle Begründung zu machen wären, wenn es sich um eine physiologische als wenn es sich um eine rein chemische Thatsache handelt. In dem vorliegenden Fall vermessen wir Angaben über die Hefenmengen, welche sich in dem einen und anderen Fall gebildet haben, über die Zeitdauer der Versuche, über den mikroskopischen und chemischen Befund. Dieses Alles wäre aber nothwendig, um ein sicheres Urtheil zu gewinnen, — die mikroskopische Untersuchung auch desswegen, weil nach Aussaat einer Spur Sprosshefe bei Luftabschluss sich gewöhnlich Spaltpilze, bei reichlichem Luftzutritt dagegen Schimmelpilze einstellen, welche das Resultat der Gärung modificiren. Diese Mängel berechtigen um so eher zu Zweifeln, als aus den numerischen Angaben Pasteur's sich ein ganz anderes Resultat berechnen lässt als das von ihm angegebene. So dürftig auch die Angaben sind, so reichen sie nämlich für eine arithmetische Behandlung gerade aus.

Aus der Angabe, dass die Hefe im Kolben das 80fache, im Teller das 7fache ihres Gewichts Zucker vergoren habe, folgt, dass bis zur Vergärung des Zuckers im Teller 11,4 mal so viel Hefe gebildet wurde als im Kolben.

Aus der Angabe, dass die Vermehrung der Hefe im Teller 100 mal rascher vor sich gegangen sei als im Kolben, und aus dem soeben gewonnenen Resultat berechnet sich ferner, dass zur Vergärung des Zuckers im Kolben eine 8,8 mal längere Zeit erforderlich war als im Teller.

Aus den Hefenmengen und aus den Zeiten ergibt sich endlich die Wirksamkeit, und da zeigt sich, dass, wenn wir die Progression der Hefenzunahme in den beiden Versuchen in Anschlag bringen, die Wirksamkeit der Hefenzelle in der Zeiteinheit im Teller grösser ausfällt als im Kolben, während sie nach dem Ueberschlage Pasteur's 20 mal geringer sein sollte.

Ich bemerke hiezu folgendes. Da die Versuche von Pasteur mit einer Spur Hefe begannen, die sich während der Versuchsdauer stetig vermehrte, so kann für jeden der beiden Fälle die Leistung der einzelnen Zelle nur aus der Summation der ganzen betreffenden Reihe berechnet werden; sie hat ihr genaues Mass in der Menge des zerlegten Zuckers, getheilt durch die Summe der Produkte aus den wirksam gewesenen Hefenmengen und ihren Zeiten. Leider ist es unmöglich, die erwähnte Summation auszuführen, weil die Progression der Zunahme für die Versuche unbekannt ist. Es kann nur aus anderweitigen Erfahrungen auf die vorliegenden Fälle ein Wahrscheinlichkeitsschluss gemacht werden.

Wenn in eine gegebene Menge von Nährflüssigkeit eine Spur Hefe ausgesäet wird, so ist die Zunahme derselben in der ersten Zeit eine geometrische Progression, indem sich die Zellenzahl in ziemlich gleichen Zeitabschnitten verdoppelt. Mit der Vermehrung der Zellen vermindert sich dann aber die Zunahme immer mehr.

Man kann sich ein Bild von dem Verhältniss der Gesamtwirksamkeit der Hefenvegetationen in den beiden Pasteur'schen Versuchen I und II machen, wenn

man die Zeitdauer als Abscisse (für I im Kolben im Ganzen 8,8 mal so gross als für II im Teller) und die Hefemengen für jeden Moment als Ordinaten (die letzte Ordinate für II 11,4 mal so gross als für I) aufträgt. Die Flächeninhalte (zwischen der Abscisse, der letzten Ordinate und der Curve) geben dann die reciproken Werthe für die durchschnittliche Wirksamkeit der einzelnen Zelle. Obgleich bloss die letzte Ordinate bekannt ist, so bleibt in dem vorliegenden Fall doch nur ein kleiner Spielraum für die Construction der Curven; und wenn ich die Erfahrungen, die aus zahlreichen Hefenkulturen gewonnen wurden, zu Hülfe nehme, so vermindert sich dieser Spielraum noch mehr. Es ergibt sich daraus, dass der angegebene Flächeninhalt in dem Versuch I etwas kleiner, in dem Versuch II aber merklich kleiner ausfallen muss, als wenn die Zunahme in arithmetischer Progression erfolgte und somit die Curve zur Geraden würde. Somit vergärt, wie ich bereits gesagt habe, eine Hefenzelle bei Luftzutritt (im Teller) während der nämlichen Zeit mehr Zucker, als wenn ihr der Sauerstoff entzogen wird (im Kolben). — Es versteht sich, dass diese Berechnung nur so weit richtig ist, als die numerischen Angaben Pasteur's genau sind. Auf welche Weise derselbe zu seinem gegentheiligen Resultate gelangte, bleibt mir unklar. Es geht aber aus diesem Beispiele deutlich hervor, wie leicht man sich bei oberflächlichem Ueberschlage über die Wirksamkeit der Zellen täuschen kann, wenn die darüber Aufschluss gebenden Summen durch Summationen verschiedener Reihen mit verschiedener Zeitdauer gewonnen werden müssen.

Uebrigens sind die Versuche, wie sie Pasteur anstellte, wenig geeignet zur Entscheidung der Frage: Wie verhält sich die Gärwirkung der Hefe mit oder ohne Sauerstoff? und zwar desswegen, weil in der Versuchsgleichung drei unbekannt Grössen vorkommen: 1) die Zunahme, welche die mit einem Minimum beginnende Hefe mit Sauerstoff und ohne Sauerstoff unter übrigens gleichen Umständen zeigt (also die Gestalt der Curve), 2) die Gärwirksamkeit, welche der Mengeneinheit der mit und ohne Sauerstoff gewachsenen Hefe unter übrigens ganz gleichen Umständen (ohne oder mit Sauerstoff) zukäme, 3) der Einfluss, den die Anwesenheit und der Mangel von Sauerstoff auf die Gärwirksamkeit der nämlichen (unter gleichen Umständen gewachsenen und somit gleichgearteten) Hefe ausüben würde.

Die vorliegende Frage musste daher durch andere Beobachtungen und Versuche entschieden werden. Ich stelle eine Thatsache voran, welche wenigstens eine principielle Lösung in der Art giebt, dass sie zeigt, wie die Hefenzelle in dem Moment, wo sie mit Sauerstoff in Berührung ist, auch Zucker vergären kann. Diese Thatsache ist die Essigätherbildung.

Es ist bekannt, dass bei der geistigen Gärung zuweilen geringe Mengen von Essigäther (Aethylacetat) entstehen, und dass gewisse Weine etwas von dieser Verbindung enthalten. Ich habe, um Aufschluss über

den Vorgang zu erhalten, in den Jahren 1867 — 1869 eine Menge von Versuchen angestellt. Sie ergaben, dass, wenn die gärende Flüssigkeit Essigsäure enthält oder wenn verdünnter Weingeist durch Essigmutter in Essig umgewandelt wird, wenn also entweder fertige Essigsäure mit entstehendem Alkohol oder fertiger Alkohol mit entstehender Essigsäure in Berührung ist, durch Einwirkung von lebenden Zellen niemals Essigäther entsteht. — Diesen Fall haben wir im Allgemeinen bei der Wein- und Bierbereitung. In Folge der stürmischen Gärung entweicht eine grosse Menge von Kohlensäure, welche eine die Luft abschliessende Gasschicht über der gärenden Flüssigkeit bildet. Erst nach Beendigung der Gärung und Entfernung der Kohlensäure tritt Luft zu und es beginnt die Essigbildung.

Dagegen beobachtete ich oft reichliche Bildung von Essigäther, wenn es gelang, die beiden Gärprocesse gleichzeitig eintreten zu lassen. Diess ist auf zweierlei Art möglich, einmal durch Schütteln der Flüssigkeit mit Luft. Ich gab so geringe Mengen von Traubenmost in grosse Kolben, dass nach dem Schütteln bloss die Wandungen benetzt waren, und schüttelte dann die Kolben fleissig. Die Essigätherbildung begann sofort und zwar in einzelnen Fällen so intensiv, dass auch nur kleine Mengen des gegorenen Mostes ungeniessbar waren. Ich bemerkte übrigens, dass das Resultat dieses Versuches unter verschiedenen Umständen sehr ungleich ausfällt, und dass die Beschaffenheit der Hefe einen wesentlichen Einfluss auszuüben scheint. Während der Saft von rothen Tirolertrauben in der Regel mehr oder weniger Essigäther gab, konnte ich mit dem Saft von weissen italienischen Trauben sowie mit künstlichen Nährflüssigkeiten, denen eine Spur Bierhefe beigegeben wurde, meistens keinen erzeugen.

Die andere Art, wie ich oft ziemlich reichliche Essigätherbildung erhielt, ist folgende. Es giebt Umstände (ich glaube, dass die Beschaffenheit der Hefe dabei die wichtigste Rolle spielt), unter denen eine äusserst langsame Gärung eintritt. Die Hefe befindet sich dabei nicht innerhalb der Flüssigkeit, sondern bildet ein dünnes, an der Oberfläche schwimmendes Häutchen, welches von blossem Auge von einer jungen zarten, noch glatten Kahlhaut nicht unterschieden werden kann. Es besteht aber nicht aus länglichen und lanzettlichen Kahlhautzellen, sondern aus

kugeligen oder ovalen Zellen¹⁾ und daneben aus Spaltpilzen. Wenn die Gärung auf dieses Häutchen beschränkt ist, so kann fast die ganze Menge des verschwindenden Zuckers zu Essigäther werden. Wenn aber noch Gärung innerhalb der Flüssigkeit hinzukommt, so bildet sich auch Alkohol.

Die Essigätherbildung findet, wie aus den angeführten Thatsachen sich ergibt, dann statt, wenn entstehender Alkohol und entstehende Essigsäure zusammentreffen. Es ist begreiflich, dass zwei Stoffe, die Verwandtschaft zu einander haben, im Augenblick ihrer Entstehung, wenn die Theile ihrer Molecüle (Atome und Atomgruppen) sich noch in lebhafterer Bewegung befinden und das Gleichgewicht innerhalb der Molecüle noch nicht vollständig hergestellt ist, eine Verbindung eingehen können, die später im normalen Zustande nicht mehr möglich ist. — Wir müssen also annehmen, dass bei der Essigätherbildung Essigsäure und Alkohol in dem nämlichen räumlichen Punkt entstehen, sodass sie durch Molecularanziehung auf einander wirken können; — und da zur Essigsäurebildung freier Sauerstoff nothwendig ist, so muss sich die Alkoholbildende Zelle in einer Atmosphäre von Sauerstoff befinden.

Die Umstände, unter denen die Essigätherbildung eintritt, beweisen uns die Unhaltbarkeit der Theorie, dass die Hefenzellen nur bei Ausschluss von Luft den Zucker vergären können. Aber aus den Beobachtungen gieng nicht sicher hervor, ob der Sauerstoff günstig oder ungünstig auf die Gärung einwirke. Es zeigte sich zwar, dass die nämliche Menge Traubenmost bei reichlichem Luftzutritt schneller vergor als ohne Luft. Aber unter jenem Einflusse bildete sich auch eine grössere Menge Hefe, und es war somit immer möglich, dass die Hefenzelle mit Sauerstoff weniger Zucker zerlegte als ohne Sauerstoff.

Es mussten daher noch Versuche angestellt werden, bei denen die Vermehrung der Hefe ausgeschlossen war. Diess war leicht in der Weise zu bewerkstelligen, dass gleiche Mengen von fertiger Hefe in blosse Zuckerlösungen gegeben und bei dem einen Versuch Luft durchgeleitet, bei dem anderen die Luft ganz ausgeschlossen wurde.

1) In den meisten Fällen waren die Zellen genau kugelig (*Saccharomyces sphaericus*, wohl nur Anpassungsform).

Dr. Walter Nägeli führte im Jahr 1875 folgende Versuche aus.

1. Ein kleines Kölbchen (A) wurde ganz gefüllt mit 65 ccm. destillirtem Wasser, 3 gr. Rohrzucker, 1 gr. Citronensäure und 5 gr. aufgeschlemmter Hefe, welche 0,24 gr. Trockensubstanz enthielt. Die Citronensäure wurde zugesetzt, um die Spaltpilzbildung zu verhindern. — Das aus dem Kölbchen sich entwickelnde Gas gieng zuerst durch ein Gefäss mit Schwefelsäure, dann durch ein mit Chlorcalcium gefülltes Röhrchen, dann durch zwei Liebig'sche Kugelapparate mit Kalilauge und durch zwei Kaliröhrchen.

Ganz die gleiche Menge Wasser, Zucker, Säure und Hefe wurde in einen grösseren Kolben (B) von 1100 ccm Inhalt gegeben, durch die Flüssigkeit, welche bloss den Boden bedeckte, fortwährend Luft durchgesaugt, welche zuvor durch Schwefelsäure und Kali gereinigt worden, und die aus dem Kolben heraustretende Luft durch ähnliche Apparate geleitet, wie die aus dem kleinen Kölbchen. Der Kolben wurde überdem, um alle Flüssigkeit gleichmässiger mit dem Sauerstoff in Berührung zu bringen und um das Absetzen der Hefe zu verhüten, öfters geschüttelt, was bei dem kleinen und engen Kölbchen A nicht nothwendig schien.

Man hatte nun zwei ganz gleiche Versuche, den einen ohne, den andern mit sehr viel Sauerstoff. Die erstere Gärung (A) gab nach 5 Tagen auf 100 Zucker 29,2 Kohlensäure, die zweite (B) 36,2 Kohlensäure.

2. Ganz gleiche Versuche wie in 1, aber mit Weglassung der Citronensäure. Die Gärung war lebhafter; sie gab nach 5 Tagen in A auf 100 Zucker 37,4 Kohlensäure, in B 49,4 Kohlensäure. In B war aller Zucker verschwunden; es hatte sich wenig Milchsäure gebildet.

3. Ein Kölbchen von 350 ccm Inhalt (A) erhielt 200 ccm Wasser, 30 gr. Rohrzucker, 3 gr. Citronensäure, 50 ccm Hefenbrei mit 1,74 gr. Trockensubstanz. — Das gleiche Gärmaterial wurde in einen 10 mal so grossen Kolben (B, von 3500 ccm Inhalt) gegeben. — Beide Kolben waren mit Kork und Gärröhre verschlossen; zum Abschluss in der letzteren diente Glycerin. B wurde öfter, A hin und wieder geschüttelt; letzteres geschah namentlich, um die Hefe gleichmässiger in der Flüssigkeit zu vertheilen und ihr Absetzen zu verhindern. Nach $8\frac{1}{2}$ Tagen wurde in A auf 100 Zucker 4,65 gr. Alkohol, in B 13,8 gr. Alkohol gefunden. In B hatte die Gärflüssigkeit die Einwirkung von 40 mal mehr Luft erfahren als in A.

4. Ganz gleiche Versuche wie in 3, aber mit Weglassung der Citronensäure, gleichzeitig angestellt. Wegen des rascheren Verlaufs der Gärung wurde nach $4\frac{1}{2}$ Tagen unterbrochen. A enthielt auf 100 Zucker 41,3 Alkohol, B 48,8 Alkohol. In B war der Zucker fast vollständig verschwunden; es hatte sich etwas Milchsäure gebildet.

5. Ein Kölbchen von 450 ccm Inhalt (A) wurde mit 200 ccm Wasser, 25 gr. Rohrzucker, 2,5 gr. Citronensäure und 50 ccm Hefenbrei, welcher 1,77 gr. Trockensubstanz enthielt, angesetzt. Die Luft im Kölbchen wurde durch Kohlensäure ver-

drängt und ein Verschluss mit Gärröhre wie in 3 angebracht. — Das gleiche Gärmaterial kam ferner in einen grossen mit Luft gefüllten Kolben von 3300 ccm Inhalt. — Beide Kolben wurden öfter geschüttelt und dabei möglichst gleich behandelt.

Nach 7 $\frac{1}{2}$ Tagen wurden in A auf 100 Zucker 3,76 Alkohol, in B 15,7 Alkohol erhalten.

Alle Versuche stimmen darin überein, dass die mit Sauerstoff gärende Hefe wirksamer ist als die ohne oder mit weniger Sauerstoff gärende, und zwar war der Unterschied um so grösser, je früher die Gärung unterbrochen wurde. Diess ist begreiflich. Im Anfange sind die Flüssigkeiten in den beiden Versuchen (A und B) ganz gleich. In B vergärt unter dem Einflusse des Sauerstoffs viel mehr Zucker. Der dadurch gebildete Alkohol ist nun der weiteren Gärung hinderlich. Die Zusammensetzung der Gärflüssigkeit ist also in B sehr bald ungünstiger als in A und behält diesen Charakter während der ganzen Dauer des Versuchs. Daher wird die Differenz in der Menge des verschwundenen Zuckers immer geringer. Diese Menge verhält sich wie 10:42 im Versuch 5 (in A waren 7,5 Proc., in B 31 Proc. Zucker vergoren), wie 10:30 im Versuch 3 (in A waren 9,1 Proc., in B 27 Proc. Zucker vergoren), wie 10:12 im Versuch 1 (in A waren 60 Proc., in B 74 Proc. Zucker vergoren), wie 10:12 im Versuch 4 (in A waren 81 Proc., in B 96 Proc. Zucker vergoren), und wie 10:13 im Versuch 2 (in A waren 76 Proc., in B 100 Proc. Zucker vergoren).

Es ist also ganz sicher, dass Zutritt von Sauerstoff der Gärung günstig ist, wenn keine Nährstoffe zugegen sind und in Folge dessen die ganze Hefenmenge sich nicht oder nur unbedeutend vermehrt. Sind Nährstoffe vorhanden, so wirkt der Sauerstoff noch viel günstiger, weil dann unter seinem Einflusse auch die Vermehrung der Hefe lebhafter von statten geht¹⁾.

Die Theorie Pasteur's, dass die Gärung durch Mangel an Sauerstoff erfolge, indem die Hefenzellen gezwungen seien, den Bedarf an Sauerstoff dem Gärmaterial zu entnehmen, ist durch alle Thatsachen, die auf diese Frage Bezug haben, widerlegt.

Nachdem ich gezeigt habe, dass jede der bisherigen Gärungstheorien mit einzelnen Thatsachen im Widerspruch steht, gehe ich nun zu der

1) Dumas (Ann. de Chim. et de Phys. 1874 (III) 80) leitete einen langsamen Strom von Sauerstoffgas durch eine gärende Flüssigkeit und behauptet, dass dadurch die Gärung nicht merklich beeinflusst worden sei. Da alle näheren Angaben mangeln (während bei anderen Versuchen und Controlversuchen die zur Begründung erforderlichen Einzelheiten dargelegt werden), so wird eine Kritik und die Untersuchung, wie dieses Resultat physiologisch zu erklären sei, unmöglich.

Erörterung der Frage über, ob es nicht möglich ist, uns eine Vorstellung über den Gärprocess zu bilden, die allen beobachteten Erscheinungen Genüge leistet und in Uebereinstimmung mit der jetzigen Molecularphysik sich befindet. Ich halte es für zweckmässig, mit der Betrachtung der Fermentwirkung zu beginnen, weil dieselbe mit der Gärwirkung zwar nicht identisch, aber doch einigermassen analog ist.

Die Fermente (Diastase, Invertin etc.) wirken wie verdünnte Säuren, alkalische Lösungen, Wasser. Man sagte, die chemische Umsetzung geschehe durch katalytische Kraft, durch Contactwirkung. Selbstverständlich war diess keine Erklärung, sondern nur eine allgemeine Bezeichnung für eine Gruppe von gleichartigen Vorgängen. Das Gemeinsame dieser Vorgänge aber besteht darin, dass die Contactsubstanz bloss durch ihre Anwesenheit wirkt, dass sie dabei chemisch nicht theilhaftig ist, dass sie selber keine Verbindung eingeht. Wenn man das Produkt der Contactwirkung wegnimmt, kann die nämliche Menge Schwefelsäure oder heisses Wasser oder Ferment fortwährend neue Mengen Substanz umwandeln.

Es ist mir nur eine von Bunsen herrührende Erklärung dieser Thatsache bekannt, welche von Hüfner im Jahr 1873 weiter ausgeführt wurde. Die Contactwirkung soll darin bestehen, dass die Contactsubstanz gewisse Atome oder Atomgruppen eines zusammengesetzten Molecüls stärker anziehe als den Rest und dadurch in Verbindung mit der Wärmewirkung und mit den chemischen Anziehungen der Atome und Atomgruppen unter einander eine neue Gruppierung, also eine chemische Umsetzung hervorbringe. Ich möchte diese Erklärung nur dahin ergänzen, dass die Contactsubstanz nicht bloss durch Anziehung und Abstossung, sondern vorzüglich auch durch die Bewegungszustände ihrer Molecüle und Atome wirksam werde.

Nach den jetzt massgebenden und ohne allen Zweifel ausreichend begründeten Vorstellungen der Molecularphysik haben die Molecüle, abgesehen von allfälligen fortschreitenden Bewegungen, auch um einen Gleichgewichtspunkt schwingende (unter Umständen rotirende) Bewegungen, und diese schwingenden Bewegungen kommen auch jedem einzelnen Atom und jeder Atomgruppe im Molecül zu. Wenn die Temperatur steigt, so verwandelt die Substanz einen Theil der aufgenommenen freien Wärme in gebundene Wärme oder Spannkraft (specifische Wärme, Wärmecapa-

cität). Die Erhöhung der Spannkraft besteht darin, dass die Molecüle, sowie deren Atome und Atomgruppen lebhafter sich bewegen und innerhalb grösserer Ausschläge schwingen¹⁾. Bei jeder chemischen Substanz erreicht man durch Erhöhung der Temperatur früher oder später einen Punkt, wo die Bewegungen innerhalb der Molecüle so intensiv werden, dass dieselben zerfallen, sich zersetzen und möglicher Weise neue Verbindungen eingehen.

Was wird nun geschehen, wenn bei einer Temperatur, welche dieses Zerfallen noch nicht zur Folge hat, zwei Substanzen sich innig mit einander mengen (wie in einer Lösung), so dass ihre Molecüle in unmittelbarer Nähe sich befinden und auf einander wirken? Die beiden Substanzen befinden sich vor der Berührung in ungleichen Bewegungszuständen; durch gegenseitige Einwirkung findet eine Ausgleichung statt. Das frühere Gleichgewicht in den Molecülen wird gestört. Ist die Störung gross genug, so zerfallen dieselben; ist sie geringer, so tritt ein neues Gleichgewicht an die Stelle.

Es vertheilt sich beispielsweise Schwefelsäure in einer Dextrinlösung. Durch die Bewegungen der Schwefelsäuremolecüle werden gewisse Schwingungen in den Dextrinmolecülen so gesteigert, dass dieselben unter Aufnahme von Wasser je in zwei Glycosmolecüle sich spalten. Bei etwas höherer Temperatur oder etwas grösserer Concentration der Schwefelsäure ist die Wirkung selbstverständlich eine energischere. — Die Schwefelsäuremolecüle erfahren ihrerseits durch die Bewegungen der Dextrinmolecüle gleichfalls eine Veränderung in ihren inneren Bewegungszuständen, allein sie sind durch ihre grössere Festigkeit vor Zersetzung geschützt.

Die Wirkung der Fermente giebt uns einen Fingerzeig für die Beurtheilung der Hefenwirkung. Obgleich beide Vorgänge, wie ich zeigte,

1) In festen Körpern haben die ganzen Molecüle schwingende Bewegung, in Flüssigkeiten schwingende und fortschreitende, in Gasen nur fortschreitende Bewegung, abgesehen von der rotirenden, welche dem flüssigen und gasförmigen Zustande noch zukommt. In allen aber sind die Atome und die Atomgruppen der Molecüle in schwingender Bewegung, indem sie um ihre Gleichgewichtslagen hin und her schwanken, und die Schwingungsdauer wird jeweilen durch die Grösse der anziehenden und abstossenden Kräfte, sowie durch den Abstand von dem Atom, an dessen Werthigkeit sie festhängen, bedingt sein, wie die Schwingungsdauer eines Pendels durch den Abstand des Schwerpunktes vom Aufhängepunkt und durch die Grösse der Schwerkraft.

in gewissen Beziehungen sich wesentlich verschieden verhalten, so dass wir sie unmöglich indentificiren dürfen, so besteht doch in einem allgemeinen Punkte, nämlich in dem molecularphysikalischen Zustandekommen Ueber-einstimmung. Wir können die Theorie der Fermentwirkung mutatis mutandis auf die Gärung übertragen, und wenn wir die veränderten Umstände berücksichtigen, so ergeben sich daraus die Verschiedenheiten, die zwischen beiden in Wirklichkeit bestehen. Wie bei der Contactwirkung der Fermente, werden auch bei der Hefenwirkung molecule Schwingungszustände übertragen, dadurch das bisherige Gleichgewicht in den Molecülen des Gärmaterials gestört und dieselben zum Zerfallen veranlasst. Während aber das Ferment als einheitliche chemische Verbindung wirkt wirkt die Hefenzelle durch die combinirten Molecularbewegungen mehrerer Verbindungen, aus denen das lebende Plasma in bestimmten Zuständen besteht.

Gärung ist demnach die Uebertragung von Bewegungszuständen der Molecüle, Atomgruppen und Atome verschiedener das lebende Plasma zusammensetzender Verbindungen (welche hiebei chemisch unverändert bleiben) auf das Gärmaterial, wodurch das Gleichgewicht in dessen Molecülen gestört und dieselben zum Zerfallen gebracht werden¹⁾.

Die molecularphysikalische Gärungstheorie, wie ich sie soeben formulirt habe, hat Aehnlichkeit sowohl mit der Liebig'schen Zersetzungstheorie als mit der Fermenttheorie der Chemiker; sie ist aber von beiden grundsätzlich verschieden. Sie lässt, was die Vergleichung mit der Zersetzungstheorie betrifft, die Verbindungen des lebenden Plasmas ohne chemische Umsetzung bloss durch ihre molecule Bewegungen auf das Gärmaterial einwirken. Liebig spricht zwar im Verlauf der Darstellung zuweilen ebenfalls bloss von Uebertragung einer Bewegung, aber diese Bewegung wurde vorgängig stets als chemische Bewegung oder als Zersetzung aufgefasst. Der Gedanke, der bei allen

1) Es kommt hiebei weniger auf die Bewegungen der ganzen Molecüle, als auf die Schwingungen der Atome und namentlich der Atomgruppen an, wie das auch bei der Fermentwirkung der Fall ist und wie es auch bei der Wirkung vieler Gifte angenommen werden muss, wovon ich später noch sprechen werde.

Wandlungen der Theorie unwandelbar festgehalten wurde, war der, dass eine in chemischer Umsetzung begriffene Substanz ihre Umsetzung auf eine andere in der Nähe befindliche Substanz übertrage. Zuletzt (1870) war es das Eiweis der lebenden Hefenzelle, welches durch seine Zersetzung, wobei Zucker abgespalten werde, den Anstoss zur Alkoholgärung geben sollte, — eine Theorie, die abgesehen von der mangelnden thatsächlichen Begründung schon desswegen unannehmbar ist, weil sie für die zahlreichen übrigen Gärungen keine Anwendung findet.

Mehr innere Verwandtschaft hat die molecularphysikalische Theorie mit der Fermenttheorie, indem in beiden Fällen die Spaltung eines zusammengesetzten Molecüls auf ähnliche Weise zu Stande gebracht wird. Die Verschiedenheit besteht darin, dass die Fermenttheorie die verschiedenen Gärungen durch eben so viele verschiedene Verbindungen verursacht werden lässt, dass sie also für den besondern chemischen Process eine besondere chemische Ursache voraussetzt, — während die molecularphysikalische Theorie die verschiedenen Gärungen durch das lebende Plasma erfolgen lässt, welches entsprechend seiner verschiedenen Organisation und Mischung, wie für die Ernährung, so auch für die Gärthätigkeit ungleiche chemische Wirkungen hervorbringt.

Durch die molecularphysikalische Gärungstheorie werden sofort mehrere charakteristische Eigenthümlichkeiten der Gärung erklärt. Wir begreifen einmal, dass der Gärprocess nur in den Zellen oder in unmittelbarer Nähe der Hefenzellen stattfindet und dass er nicht von denselben getrennt werden kann.

Wir begreifen ferner, dass, während bei der Fermentwirkung eine gleichmässige Spaltung eintritt, bei der Gärung dagegen verschiedene Spaltungen mit einander combinirt sind, — dass diese verschiedenen Spaltungen kein constantes Verhältniss zeigen, sondern je nach der individuellen Verschiedenheit der Hefenzellen ihr quantitatives Verhältniss verändern, — und dass jede spezifisch organisirte Pilzzelle besondere Combinationen von Spaltungen hervorbringt, unter denen nur das Gemeinsame besteht, dass jedes Mal Kohlensäure frei wird.

Wir begreifen endlich, dass die Gärwirkungen der Hefenzellen in

ihrer grossen Mehrzahl bis jetzt nicht auf künstlichem Wege zu Stande gebracht werden konnten.

Einige andere Punkte, welche die Gärung betreffen und bei der Theorie derselben Berücksichtigung verdienen, verlangen eine besondere Besprechung. Ich beginne mit der Frage: findet die Gärung innerhalb oder ausserhalb der Zellen statt?

Man hat schon seit langer Zeit angenommen, der Zucker dringe in die Hefenzellen ein und verlasse dieselben als Alkohol und Kohlensäure wieder. Diese Annahme ist bestritten worden. Gründe, die für oder gegen gesprochen hätten, wurden eigentlich nicht vorgebracht. Statt derselben entschieden doctrinäre Anschauungen, je nachdem die eine oder andere Annahme sich für die verschiedenen Gärungstheorien günstiger erwies. Ganz entscheidende Gründe stehen mir zwar ebenfalls nicht zu Gebote; doch lässt sich durch einige thatsächliche Erwägungen der Frage etwas näher rücken und eine bestimmte Antwort wahrscheinlich machen.

Machen wir uns zuerst klar, was geschehen muss, wenn die Alkoholgärung im Innern der Zellen erfolgt. Nach Pasteur vergärt 1 gr. Hefe (Trockengewicht) 50 Traubenzucker in 20 Tagen, also durchschnittlich 2,5 gr. in 24 Stunden, 0,1 gr. in einer Stunde. In der ersten Zeit ist aber selbstverständlich die Gärung viel lebhafter als gegen das Ende. Nach Dumas (Ann. chim. phys. 1874 S. 82) vergären 10 gr. feuchte Hefe (worin 2 gr. Trockensubstanz) bei 24° C. 0,5 gr. Traubenzucker in 20 Minuten, also 1 gr. Hefe (Trockengewicht) 0,75 gr. Zucker in 1 Stunde.¹⁾

1) Alle Betrachtungen über die Wirksamkeit der Hefe müssen von dem physiologisch unbestreitbaren und durch vielfache Thatsachen bestätigten Grundsatz ausgehen, dass unter gleichen Umständen die Menge der wirksamen Hefe und die Menge des in der Zeiteinheit vergorenen Zuckers im geraden Verhältniss zu einander stehen. Im Gegensatze hiezu kommt Dumas (a. a. O.) zu dem seltsamen Ausspruch, dass 20 gr. und 100 gr. der gleichen Hefe die nämliche Zeit (24 Min. bei 24° C) brauchen, um 1 gr. Glycose zu zerlegen. In der That würde das Gegentheil aus dem Wortlaute seiner Versuche folgen; denn derselbe sagt aus, dass einmal 10 gr. Hefe 0,5 gr. Glycose in 200 gr. Wasser während 23 Minuten vergoren, und ferner dass 50 gr. Hefe, 2,5 gr. Glycose und 1000 gr. Wasser in 5 Partien vertheilt, das gleiche Resultat in der gleichen Zeit ergaben. Ich vermuthe also das Vorhandensein irgend eines Druckfehlers (2,5 gr. Glycose statt 0,5 gr.). Schützenberger (Gäunngerscheinungen 1876 S. 142) führt ohne weitere Bemerkung die Thatsache als erwiesen an. — Sollte wirklich ein Druckfehler vorliegen und die Versuche zu jenem Ausspruche berechtigen, so musste die Ursache in

Nach den Erfahrungen bei unseren Versuchen werden von 1 gr. Unterhefe der Münchner Brauereien (Trockengewicht) in einer 10 proz. Rohrzuckerlösung, welche weinsaures Ammoniak als Nährstoff enthält und durch welche fortwährend Luft durchgeleitet wird, bei 30° C. während 24 Stunden ungefähr 70 gr. Zucker vergoren, wobei die Hefe ihr Gewicht nach 18 Stunden verdoppelt. Nach 24 Stunden beträgt also dieses Gewicht etwas mehr als 2,5 gr., und es sind während 24 Stunden durchschnittlich etwa 1,7 gr. Hefe wirksam, welche das 40 fache, während 1 Stunde das 1,67 fache ihres Gewichts Zucker zerlegen.

Es müsste also, wenn der Spaltungsprozess im Innern geschieht, bei 30° C. in jeder Zelle während 24 Stunden das 20,4 fache Gewicht ihrer Trockensubstanz (in 1 Stunde das 0,85 fache Gewicht) Alkohol gebildet und ausgeschieden werden, — ferner während 24 Stunden das 1860 fache Volumen der feuchten (lebenden) Hefenzelle (in 1 Stunde das 77,5 fache Volumen) Kohlensäuregas. Um diese arithmetischen Ergebnisse richtig beurtheilen und für einen Schluss verwerthen zu können, mangelt uns freilich die Vorstellung, wie viel Alkohol und Kohlensäure während einer bestimmten Zeit durch die Membran der lebenden Hefenzelle hindurch gehen können. Wir dürfen nicht aus der grossen Menge der Ausscheidungsprodukte sofort auf die Unmöglichkeit der Leistung schliessen, da in der Kleinheit der Zellen und in dem dadurch bedingten günstigen Verhältniss zwischen Membranfläche und Inhalt ein compensirendes Moment gegeben ist.

Die Oberfläche einer Bierhefenzelle beträgt 0,0003 qmm., ihr Volumen 0,0000005 cbmm. Berechnen wir die Ausscheidung für ein hypothetisches Membranstück von 1 qcm., so muss durch dasselbe während einer Stunde eine Kohlensäuremenge von 0,013 cbcm. hindurchgehen, was auf die Secunde 0,0000036 cbcm. ausmacht, mit andern Worten: Durch die Membran muss in der Stunde eine Kohlensäureschicht von 0,13 mm. Höhe, in der Secunde eine solche von 0,00003 mm. Höhe diffundiren. Die Leistung

der Ungleichheit der begleitenden Umstände liegen. In wie weit eine solche Ungleichheit gegeben war, lässt sich allerdings nicht nachweisen, da die verschiedenen Ursachen, welche die Gärung oft sehr stark beeinflussen und welche daher bei solchen Versuchen vollkommen gleich gemacht sein müssen, nicht ausdrücklich erwähnt sind und also wohl nicht beachtet wurden.

erscheint uns nun ziemlich gering und um so eher möglich, als die Kohlensäure, wie die natürlichen schäumenden Getränke beweisen, von den Hefezellen in grosser Menge ohne Nachtheil für ihre Functionen ertragen wird. Wir dürfen also annehmen dass, wenn die Gärung im Innern der Zelle erfolgt, die Kohlensäurespannung, ohne die Gärung zu verhindern, zunimmt, bis sie ein stetes Abfliessen durch die Membran veranlasst.

Anders könnte es sich mit dem Alkohol verhalten. Derselbe wirkt in grösserer Menge giftig auf die Hefezellen. Wenn eine Gärflüssigkeit etwa 14 Proc. davon enthält, so wird die weitere Gärung unmöglich. In einer 14 proc. Alkohollösung aber sind in den Zellen kaum 7 Proc. ihres feuchten Gewichts Alkohol enthalten, weil das Wasser (83 Proc. des ganzen Gewichts) fast ausschliesslich als Imbibitionswasser des Plasmas und der Membran vorhanden ist und als solches eine verdünntere Lösung aufnimmt. Es muss also der Alkohol aus der Zelle fortgeschafft werden, ehe er auf 7 Proc. ihres Gewichtes sich anhäuft. — Anderseits wissen wir, dass der Alkohol im Vergleich mit Wasser nur langsam durch pflanzliche und thierische Membranen diosmirt, dass eine Blase, in welcher Weingeist enthalten ist, wenig davon abgiebt, dagegen viel Wasser aufnimmt. In der Hefezelle gestalten sich die Verhältnisse in sofern anders, als dieselbe mit Flüssigkeit gefüllt ist und sich nicht weiter ausdehnen kann. Bei dem diosmotischen Process, welcher zwischen der alkoholreicheren Zellflüssigkeit und der alkoholärmern umgebenden Flüssigkeit stattfindet, muss ebenso viel Alkohol die Zelle verlassen, als dafür Wasser eintritt. Es handelt sich also darum, welche Mengen Alkohol und Wasser unter den gegebenen Verhältnissen in einer bestimmten Zeit durch eine Membran hindurch gehen.

Mit dieser Frage verflcht sich eine andere. Die Hefezelle muss nicht nur den durch Gärung gebildeten Weingeist ausscheiden sondern auch den dazu erforderlichen Zucker aufnehmen, und zwar muss fast doppelt so viel Glycose hinein, als Alkohol hinausgehen. Eine Zuckerlösung entzieht den Zellen, deren Flüssigkeit eine geringere Dichtigkeit hat, Wasser. Wir sehen unter dem Mikroskop wie die Hefezellen in concentrirter Zuckerlösung sehr bedeutend ihr Volumen vermindern. Bei der gärenden Hefezelle wirken also zwei Momente in entgegengesetztem Sinne, der eingeschlossene Alkohol, welcher Wasseraufnahme, und der

ausgeschlossene Zucker, welcher Wasserabgabe verlangt. In Wirklichkeit findet keine Wasserströmung statt; die Zelle behält ihre Volumen. Es bewegen sich, bloß einerseits die Zuckermoleküle, welche hinein, andererseits die Alkoholmoleküle und die Kohlensäuremoleküle (erstere in gleicher Zahl wie die Zuckermoleküle, letztere in doppelter Zahl), welche hinausgehen.

Um thatsächliche Anhaltspunkte für diese diosmotischen Bewegungen zu gewinnen, veranlasste ich Hrn. Dr. Oscar Löw (Adjunct am pflanzenphysiologischen Institut) folgende Versuche auszuführen.

Zwei Opodeldöcgläser (A und B) wurden ganz mit 8,2 gewichtsprozentiger Alkohollösung gefüllt, dann mit Pergamentpapier bedeckt und gut zugebunden und jedes in eine Schale mit 10 procent. Rohrzuckerlösung gelegt, so dass die Dialysationsmembran senkrecht zwischen den beiden Flüssigkeiten stand. Man hatte nun einen ganz analogen Fall, wie ihn die alkoholbildende, in der Zuckerlösung befindliche Hefenzelle darstellt, indem das mit der Membran verschlossene Glas die Zelle darstellte.

Das Glas A enthielt 159 ccm. Alkohollösung (=156,87 gr) und lag in 700 ccm. Zuckerlösung; die Membranfläche betrug 15,197 qcm.; der Versuch dauerte 15 Stunden; Temp. 16° C. Das Glas B fasste 147 ccm. (=145,03 gr.); es befand sich gleichfalls in 700 ccm. Zuckerlösung; Membranfläche 14,506 qcm.; gleiche Versuchsdauer, Temperatur 28° C. Der hineindiosmirte Zucker wurde durch Verdampfen von $\frac{1}{10}$ des Inhalts und Trocknen bei 100° bestimmt. In dem Glas A befanden sich im Ganzen 3,17 gr., in B 3,52 gr. Zucker, also in A eine 2,02 proz., in B eine 2,43 proz. Zuckerlösung.

Da der Alkoholverlust durch Abdestilliren nur ungenau hätte ermittelt werden können, so wurde er mit Hilfe des specifischen Gewichts, des Volumens und des gefundenen Zuckers durch Probiren bestimmt, indem in einer 3 proz. Alkohollösung die betreffende Zuckermenge gelöst und noch so viel Alkohol zugefügt wurde, bis das gewünschte specifische Gewicht erreicht war. Das specifische Gewicht der Flüssigkeit in dem Glase A betrug nach dem Versuch 1,0014. Eine Lösung von 300 ccm. Wasser, 6,34 gr. Zucker und 14,1 ccm. absolut. Alkohol gab 318 ccm Flüssigkeit (die doppelte Menge von A) mit dem nämlichen specifischen Gewicht von 1,0014.

14,1 ccm Alkohol = 11,195 gr. Es waren also in dem Glase A noch $\frac{11,195}{2} = 5,597$ gr. Alkohol enthalten; vor dem Versuch befanden sich darin 13,038 gr., und es sind somit 7,441 gr. Alkohol hinausdiosmirt.

Das specifische Gewicht der Flüssigkeit in dem Glase B betrug nach dem Versuche 1,0019. Eine Lösung von 274 ccm. Wasser, 7,04 gr. Zucker und 15,4 ccm. absolut. Alkohol gab 294,7 ccm. Flüssigkeit (die doppelte Menge von B) mit dem specifischen Gewicht 1,0019. 15,4 ccm. Alkohol = 12,227 gr. Es waren demnach in dem Glase B noch $\frac{12,227}{2} = 6,113$ gr. Alkohol vorhanden; vor dem Versuch enthielt es 12,044 gr. und hat also 5,921 gr. durch Diosmose verloren.

Durch die Membran A sind in 15 Stunden 3,17 gr. Zucker hinein und 7,441 gr. Alkohol hindiosmirt, oder auf 1 Stunde und 1 qcm. berechnet durchschnittlich 0,0139 Zucker und 0,0326 Alkohol. Durch die Membran B sind in 15 Stunden 3,52 gr. Zucker hinein und 5,921 gr. Alkohol hinausgegangen, was für 1 Stunde und 1 qcm durchschnittlich 0,0162 Zucker und 0,0271 Alkohol ergibt.

Zur Vergleichung mit diesen Versuchen wurden noch solche angestellt, wo blosse Alkohollösung oder blosse Zuckerlösung gegen Wasser diosmirte. Da bei Vorversuchen sich herausstellte, dass aus einer 7—8 procent. Alkohollösung nicht zu vernachlässigende Mengen Alkohol verdunsten, so wurden, wie bei den beschriebenen Versuchen, verschlossene Gläser angewendet.

Zwei Opodeldocgläser (C und D) wurden ganz mit 8,2 gewichtsproz. Alkohol (spezif. Gewicht 0,9866) gefüllt, mit Pergamentpapier überbunden, und jedes in eine Schale mit 700 ccm. Wasser gelegt, so dass die verticale Membran die beiden Flüssigkeiten trennte. Das Glas C enthielt 155 ccm. verdünnten Alkohol; die Membranfläche betrug 14,507 qcm. Versuchsdauer 15 Stunden; Temp. 16° C. Am Schlusse hatte der Inhalt des Glases ein spezifisches Gewicht von 0,9913 (was einer 4,9 gewichtsproz. Lösung entspricht). Es diosmirten in 1 Stunde durch 1 qcm. Membran durchschnittlich 0,0235 gr. Alkohol hinaus.

Das Glas D enthielt ebenfalls 155 ccm. Flüssigkeit; Membranfläche = 15,884 qcm.; Versuchsdauer dieselbe (15 St.), Temp. 28° C. Nach dem Versuch war das spezif. Gewicht des Glasinhaltes 0,9912 (= 4,5 Proz. Alkohol). Es gingen in 1 Stunde durch 1 qcm. der Membran durchschnittlich 0,0241 gr. Alkohol hinaus.

Ferner wurden zwei Opodeldocgläser (E und F) mit 7,0 gewichtsproz. Alkohol (spezif. Gewicht 0,9885) gefüllt und im Uebrigen ganz wie C, D behandelt. Das Glas E enthielt 100 ccm Flüssigkeit; Membranfläche = 10,738 qcm.; Versuchsdauer 14 Stunden; Temp. 16° C. Spezif. Gewicht des Glasinhaltes nach dem Versuch 0,9929 (= 3,99 gewichtsproz. Alkohol). In 1 Stunde gingen durch 1 qcm. Membran durchschnittlich 0,0200 gr. Alkohol hinaus.

Das Glas F enthielt ebenfalls 100 ccm. Flüssigkeit; Membranfläche = 12,560 qcm.; gleiche Versuchsdauer (14 St.); Temp. 28° C. Spezif. Gewicht des Gasinhaltes nach dem Versuch 0,9948 (= 3,00 Gewichtsproz. Alkohol). Es diosmirten in 1 Stunde durch 1 qcm. Membran durchschnittlich 0,022 gr. Alkohol.

Zu den Versuchen mit Zuckerlösung (G, H, I, K) dienten zwei offene Dialysatoren mit Pergamentpapier. Jeder erhielt 100 ccm. Zuckerlösung von 1,03903 spezif. Gewicht (= 10,5 Proz. Zucker) und wurde auf 400 ccm Wasser gesetzt.

G. Membranfläche 46,5 qcm.; Versuchsdauer 16 Stunden; Temp. 16° C. Nach dem Versuch betrug das spezif. Gewicht des Inhaltes 1,0231 (= 6,4 Proz. Zucker). Es diosmirten im Ganzen 4,1 gr. Zucker hinaus, also in 1 Stunde durch 1 qcm. Membran durchschnittlich 0,00551 gr.

H. Der nämliche Dialysator wurde zu einem Versuch bei 34° C. benutzt; Ver-

suchsdauer 17 Stunden. Spezif. Gewicht nach dem Versuch 1,0182 (= 5,1 Proz. Zucker). Im Ganzen giengen 5,4 gr. Zucker durch die Membran hinaus, in 1 Stunde durch 1 qcm. durchschnittlich 0,00720.

I. Membranfläche 44,1 qcm. Versuchsdauer 16 Stunden; Temp. 16° C. Nach dem Versuch war das spezif. Gewicht des Inhalts 1,0240 (= 6,7 Proz. Zucker). Es diosmirten im Ganzen 3,8 gr. Zucker hinaus, in 1 Stunde durch 1 qcm. Membran durchschnittlich 0,00538 gr.

K. Der nämliche Dialysator wie I diente zu einem Versuche bei 34° C.; Dauer 17 Stunden. Spezif. Gewicht nach dem Versuch 1,0186 (= 5,2 Proz. Zucker). Im Ganzen diffundirten 5,3 gr. Zucker hinaus, in 1 Stunde durch 1 qcm. Membran durchschnittlich 0,00670 gr.

Diese Versuche wurden angestellt, um eine Vorstellung zu erhalten, in welchen Mengen und in welchen Verhältnissen Zucker und Alkohol durch eine todte Membran hindurchgehen, und um dieses Ergebniss mit der Leistung der lebenden Hefenzelle zu vergleichen. Die Hefe vergärt unter günstigen Umständen, wie ich angegeben habe, während einer Stunde das 1,67fache ihres Trockengewichts Zucker und bildet das 0,85fache ihres Gewichts Alkohol. Da nicht alle Zellen sich gleich verhalten, da die einen wenig und manche gar nicht arbeiten, so können wir wohl annehmen, dass die kräftigsten wenigstens das Doppelte der durchschnittlichen Arbeit verrichten. Geschieht die Gärung im Innern, so müsste eine solche Zelle während einer Stunde das 3,34fache ihres Trockengewichtes Zucker aufnehmen und das 1,7fache ihres Gewichts Alkohol ausscheiden. Diese Leistung erscheint uns nach dem ersten Eindruck eine Unmöglichkeit; berechnen wir sie aber auf die Flächeneinheit der Membran, so stellt sich die Wirklichkeit in einem ganz anderen Lichte dar.

Die feuchte lebende Bierhefenzelle hat etwa 17 Proz. Trockensubstanz; ihr Volumen beträgt 0,000000'5 cbmm., ihr Gewicht 0,000000'0005 gr., ihre Oberfläche 0,0003 qmm. Sie muss also, unter den gemachten Voraussetzungen, während einer Stunde 0,000000'000142 gr. Zucker aufnehmen und 0,000000'000072'25 gr. Alkohol ausscheiden, und zwar durch eine Membranfläche von 0,0003 qmm. Diess giebt für 1 qcm berechnet 0,000047 gr. Zucker und 0,000024 gr. Alkohol in der Stunde, also nicht $\frac{1}{300}$ des Zuckers und nicht $\frac{1}{1000}$ des Alkohols, welche durchschnittlich in der gleichen Zeit gegeneinander durch 1 qcm. Pergamentpapier hindurchgehen, wenn das letztere eine anfänglich 8 prozent. Alkohollösung und

die 4,4fache Menge einer anfänglich 10 prozent. Zuckerlösung trennt und wenn der Versuch 15 Stunden dauert. — Die diosmotische Strömung wird zwar im Pergamentpapier gegenüber der Hefenzellmembran begünstigt durch die gröblichen Räume, welche sich in dem ersteren befinden und in der letzteren mangeln. Allein die daraus sich ergebende Beschleunigung dürfte mehr als aufgehoben werden durch die Verlangsamung in Folge der ungleich grösseren Dicke des Pergamentpapiers (diese Dicke beträgt 0,1 bis 0,11 mm, somit wohl mehr als 200mal die Membrandicke einer Bierhefenzelle).

Durch die lebende Membran der Hefenzelle muss bei innerer Vergärung fast doppelt so viel Zucker hinein, als Alkohol hinausgehen. Durch die todte Pergamentpapiermembran diosmiren die beiden Verbindungen unter den Versuchsbedingungen so ziemlich in den umgekehrten Verhältnissen, indem nur etwa halb so viel Zucker als Alkohol übertritt (nämlich 139 gegen 326 und 162 gegen 271), was ohne Zweifel auf Rechnung der grösseren Beweglichkeit der Alkoholmolecüle zu setzen ist. Allein dieser Umstand kann bei der Beurtheilung der Hefenthätigkeit kein Bedenken erwecken, da ja die von ihr verlangte Leistung so weit hinter der wirklichen Leistung einer todten Membran zurücksteht. Er würde, falls er auch für die lebende Hefenzellmembran gilt, höchstens zur Folge haben, dass der im Innern gebildete Alkohol um so schneller die Zelle verliesse¹⁾.

Die diosmotischen Verhältnisse geben uns also keine Antwort auf die Frage, ob der Zucker innerhalb oder ausserhalb der Zelle vergäre, da sie das Erstere ebensowohl als das Zweite erlauben. Aus der Gärflüssig-

1) Aus den mitgetheilten diosmotischen Versuchen ergibt sich noch eine Thatsache, die nicht auf die im Texte behandelte Frage Bezug hat, die aber wohl hervorgehoben zu werden verdient. Es ist die geringe Beschleunigung des diosmotischen Stromes, welche derselbe in der Wärme erfährt. Wenn die Temperatur von 16° auf 28° C. steigt, so vermehrt sich die Menge des gegen Wasser diosmirenden Alkohols von 100 auf 103 und von 100 auf 112. Wenn die Temperatur von 16° auf 34° C. steigt, so vermehrt sich die Menge des gegen Wasser hindurchgehenden Zuckers von 100 auf 131 und von 100 auf 124. Diess beweist uns, dass an der gewaltigen Steigerung des Lebensprocesses in der Wärme die Aufnahme und Abgabe keinen bestimmenden Antheil hat. — Die mitgetheilten Versuche dürfen übrigens bloss für die erwähnten ganz allgemeinen Schlüsse benutzt werden. Sie erlauben weiter keine ins Einzelne gehende Vergleichung; für solche Zwecke müssten neue Versuche angestellt werden, bei denen gleiche Membranflächen, gleiche Flüssigkeitsmengen, gleiche Zeiten und Temperaturen und wo möglich auch die gleichen Membranen anzuwenden wären.

keit dringt jedenfalls eine bestimmte Menge Zucker in die Hefenzellen ein, wie eine bestimmte Menge von Kochsalz in die Zellen der Meerpflanzen. Geschieht die Gärung ausserhalb der Zellen, so findet der aufgenommene Zucker keine Verwendung und es unterbleibt die weitere Aufnahme. Verschwindet aber der eingedrungene Zucker durch Gärung, so werden fortwährend neue geringe Mengen aufgenommen.

Wir müssen somit zur Entscheidung der vorliegenden Frage uns nach anderen Thatsachen umsehen, und diess kann nur in zwei Richtungen geschehen, 1) mit Rücksicht auf die Analogie der Pflanzenzellen überhaupt 2) mit Rücksicht auf die geistige Gärung im Besondern.

Rücksichtlich der Analogie im Allgemeinen handelt es sich darum, ob die Pflanzenzellen nach aussen eine chemische Wirkung ausüben können? Wir dürfen uns dabei nicht etwa einfach auf das Beispiel der thierischen Zellen berufen, für welche eine solche Wirksamkeit wohl nicht zweifelhaft ist. Denn es sind ja die Strukturverhältnisse wesentlich ungleich. Die thierische Zelle hat unmittelbar an ihrer Oberfläche eine plasmatische, aus Albuminaten bestehende, chemisch wirksame Substanz. In der Pflanzenzelle ist diese plasmatische Substanz mit einer Cellulosemembran bedeckt, in welcher zwar ebenfalls Lebensvorgänge stattfinden, aber solche von qualitativer Beschränkung und die vorzüglich in morphologischer und chemischer Umänderung der Membrantheilchen, sowie in der Einlagerung neuer Membrantheilchen und fremdartiger Substanzen bestehen.

Nach Allem, was wir aus Erfahrung wissen, müssen wir in der That die Pflanzenzelle als unfähig betrachten, durch unmittelbare Einwirkung eine chemische Umsetzung ausserhalb ihrer Membran zu Stande zu bringen, namentlich auch als unfähig, einer unlöslichen Substanz oder einer diosmotisch nicht eindringenden Lösung etwas zu entziehen. Wenn es den Anschein hat, als ob es doch der Fall sei, so geschieht die Einwirkung nicht unmittelbar, sondern auf einem Umwege. So scheiden die Wurzelzellen Säuren aus, um die in dem Boden absorbirten Mineralsalze zu lösen; andere Zellen bewirken eine Lösung durch ausgeschiedene Fermente; Gewebezellen geben an einen Interzellularraum von ihrem Inhalt ab, sodass in demselben nun ein selbständiger Chemismus beginnen kann.

Die Spaltpilze vermögen dem Blut Sauerstoff zu entziehen; sie entnehmen ihm aber nicht direkt aus den Blutzellen, sondern aus dem Blutplasma, aus welchem er durch Diffusion in die Spaltpilze hineingeht. Sowie in Folge dessen der Sauerstoff sich in dem Blutplasma vermindert, tritt er aus der lockeren Verbindung, in der er in den Blutzellen enthalten ist, in die Flüssigkeit heraus. Es ist ganz der gleiche Vorgang, wie wenn farbloses Stärkemehl dem durch eingelagertes Jod braungelb gefärbten Albumin das Jod entzieht und sich nach und nach blau färbt.

Es giebt ein anderes Beispiel, wo die Spaltpilze Sauerstoff entziehen, wo aber dieser Vorgang auf ganz andere Art zu Stande kommt. Wenn man eine Nährflüssigkeit, in welcher Spaltpilze leben, mit Lakmus färbt, so wird dieselbe um so schneller entfärbt (gelblich), je mehr der Luftzutritt gehemmt ist. Dass diess Folge von Desoxydation ist, lässt sich leicht dadurch beweisen, dass durch Schütteln mit Luft der Farbstoff immer wieder hergestellt werden kann.

Diese Sauerstoffentziehung ist nicht etwa als eine mechanische Aktion zu deuten, denn todte Zellen von der gleichen Structur lassen den Farbstoff unverändert. Man kann auch nicht annehmen, dass die Zellen denselben aufnehmen und als farblose Verbindung wieder ausscheiden. Denn der Lakmusfarbstoff, wie die löslichen Farbstoffe der Blüthen, geht wohl durch die lebende Membran, aber nicht durch den lebenden Plasmaschlauch hindurch¹⁾.

1) Durch besondere zu diesem Behufe angestellte Versuche mit Algenzellen ergab sich die vollkommene Uebereinstimmung im Verhalten des Lakmusfarbstoffes mit dem Anthocyan. Derselbe färbt den abgestorbenen, nicht aber den lebenden Inhalt von Algenzellen. Er diosmirt durch die unverletzte Membran lebender Zellen, wird aber von denselben nicht eingelagert, auch wenn sie mit dem Farbstoff eintrocknet oder zum Kochen erhitzt wird. Dagegen findet Aufspeicherung und mehr oder weniger intensive Färbung der Zellmembran statt, wenn dieselbe die Einwirkung der Schwefelsäure erfahren hat. Ich erinnere daran, dass auch die Stärkekörner, sofern sie unverletzt sind, den Lakmus nicht aufnehmen, und dass sie denselben nur soweit einlagern, als sie durch mechanischen oder chemischen Eingriff in ihrer Molecularstructur verändert und gequollen sind (W. Nägeli Beiträge zur näheren Kenntniss der Stärkegruppe S. 77).

Bemerkenswerth ist der Umstand, dass der Lakmusfarbstoff, während er mit Leichtigkeit durch die Membranen der lebenden Zellen diosmirt, die abgestorbenen Membranen von Spirogyra u. s. w. nicht zu durchdringen vermag. In zuckerhaltiger Lakmuslösung färbt sich der Raum zwischen der Membran und dem contrahirten Plasmaschlauch; dagegen bleiben die abgestorbenen und die conjugirten Zellen, insofern dieselben unverletzt sind, farblos.

Die Lakmusmolecüle bleiben also ausserhalb des Plasmahaltendes der Spaltpilzzellen in der Flüssigkeit (und in der Membran) und werden hier reduziert. Wir haben eine chemische Wirkung der lebenden Zelle ausserhalb ihrer Substanz vor uns, und wir möchten geneigt sein, anzunehmen, dass die Zelle, welche ihr Sauerstoffbedürfniss nicht anderswie zu befriedigen vermag, den Lakmus in ihrer nächsten Umgebung reduziere. Diese Annahme würde uns aber bloss begreiflich machen, welche Verwendung der entzogene Sauerstoff findet, nicht durch welche Mittel er entzogen wird. In letzterer Beziehung liegen uns, wie ich glaube, nur zwei Auswege vor. Entweder scheiden die Zellen Stoffe aus, welchen die Reduction gelingt, oder sie bewirken die Zersetzung durch eine wenn auch nur auf minimale Entfernung vermittelte Störung des Gleichgewichts in Folge veränderter Bewegung der Molecüle und ihrer Theile. Im letzteren Falle wäre es unmittelbar ein Gärungsvorgang, im ersteren wahrscheinlich eine nächste Folge von Gärungsvorgängen. Denn nur durch Gärungen bilden sich, soviel wir mit Sicherheit wissen, aus lebenden Zellen eigentlich reducirende Stoffe wie Wasserstoff und Schwefelwasserstoff, und nur Pilzzellen, welche Gärung bewirken, vermögen eine Lakmuslösung zu entfärben, während die nicht gärtüchtigen Schimmelpilze sie unversehrt lassen. Die Reduction des Lakmus kann erst, wenn es sich um den mechanischen Vorgang der Gärung handelt, besprochen werden.

Die Entfärbung einer Lakmuslösung ist das einzige mir bekannte sichere Beispiel, wo vielleicht eine unmittelbare chemische Wirkung von Pflanzenzellen nach aussen angenommen, und das dann als Analogie für die Vergärung des Zuckers ausserhalb der Zellen benutzt werden könnte. Wir sind also bezüglich dieser letzteren Frage ausschliesslich auf die Erscheinungen bei der geistigen Gärung selbst verwiesen. Ein scheinbar hierher gehöriges, schon lange festgestelltes Factum ist folgendes. Wenn eine Hefenzellen-enhaltende und gärende Flüssigkeit durch eine Membran von einer zuckerhaltigen Flüssigkeit, in welcher sich keine Hefenzellen befinden, getrennt ist, so bleibt in dieser die Gärung aus. Diess ist ein sicherer Beweis, dass die Zerlegung des Zuckers nur in unmittelbarer Nähe der lebenden Zellen erfolgt und nicht etwa durch ein ausgeschiedenes, in der

Flüssigkeit sich vertheilendes Ferment bewirkt wird. Aber es giebt uns keinen Aufschluss über die Frage, ob die Zerlegung innerhalb oder ausserhalb der Zellen geschehe. Denn wenn auch Letzteres der Fall sein sollte, so muss, theils wegen der Dicke der trennenden Membran, theils, weil verhältnissmässig wenige Zellen dieselbe berühren, die Menge der jenseits der Membran freiwerdenden Gärprodukte (Alkohol und Kohlensäure) selbst hinter den durch Diosmose hindurchgehenden zurückbleiben und von denselben verdeckt werden.

Dagegen giebt es eine analoge Thatsache, welche einen bestimmten Anhaltspunkt für die Annahme einer Gärthätigkeit ausserhalb der Zelle zu geben scheint. Schon im Jahre 1853 machte ich die auffallende Beobachtung, dass das Fleisch verschiedener Früchte, welche in schwach geschwefelten Traubemost gelegt wurden, einen deutlichen Anfang der geistigen Gärung zeigte, ehe in dem Most selbst eine Spur von Gärung bemerkbar wurde. Seitdem habe ich das Nämliche an den verschiedensten Früchten in verschiedenen Flüssigkeiten (Wasser, Zuckerwasser mit oder ohne Zusatz von schwach antiseptischen Stoffen, Quecksilber, — aber nicht in Oelen) beobachtet. Ich bemerke hiezu, dass bekanntlich die Sprosspilze, welche die zuckerhaltigen Beerenfrüchte und die aus demselben gepressten Säfte in Alkoholgärung versetzen, bloss äusserlich auf der Schale dieser Früchte und nicht im Innern des Gewebes sich befinden. Das Fleisch der Aepfel, Birnen, Trauben geräth nicht in Gärung, wenn man sorgfältig die Schalen entfernt, man mag dasselbe in eine Flüssigkeit legen oder in eine nach aussen abgeschlossene Atmosphäre von Luft bringen.

Ich habe ganz unversehrte Früchte zu den Versuchen ausgewählt, und ich habe durch die genaueste mikroskopische Untersuchung der gegorenen Früchte die Abwesenheit von Sprosshefezellen im Innern des Fleisches derselben festgestellt, während die letzteren oft in Menge sich auf der Haut befanden. Ich kann mir daher die Gärung im Innern dieser Früchte nur durch die Annahme erklären, die Hefezellen, die ausserhalb der Cuticula sich befinden, wirken zersetzend auf den Zucker in den nächst liegenden Zellen ein, also auf eine Entfernung von $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{20}$ mm.

Man wird mir wohl entgegen, die eben angeführte Thatsache sei nichts anderes als die von mehreren, namentlich französischen Beobachtern untersuchte und mit dem Namen der spontanen oder Selbstgärung be-

zeichnete Erscheinung. Ohne diese Selbstgärung läugnen zu wollen, möchte ich doch vermuthen, dass vielleicht ein Theil der ihr zugezählten Erscheinungen auf die von mir vorgeschlagene Weise zu deuten ist. Dass in den von mir beobachteten Fällen nicht wohl Selbstgärung des Fruchtfleisches angenommen werden darf, muss ich aus dem bereits erwähnten Umstande schliessen, dass das nämliche Fruchtfleisch, der Schale beraubt, unter sonst ganz gleichen Umständen unverändert bleibt, und ferner aus dem Umstande, dass die Erscheinungen wesentlich verschieden sind von der wirklichen Selbstgärung.¹⁾

Ist meine Vermuthung gegründet, so lässt sich das verschiedene Verhalten reifer Früchte leicht erklären. Werden dieselben trocken aufbewahrt, so gären sie nicht, weil die auf der Oberfläche befindlichen vertrockneten Hefezellen nicht wirksam werden. Das Nämliche ist der Fall, wenn man sie in fettes Oel einschliesst. — Befinden sich die Früchte in feuchter Luft oder in einem verschlossenen, also ebenfalls feuchten, lufthaltigen Raum, so faulen sie meistens durch Schimmelbildung und die Gärung unterbleibt ganz oder tritt nur schwach und vorübergehend auf. Unter den angegebenen Umständen ist wegen des reichlich vorhandenen Sauerstoffs die Schimmelvegetation stärker als die Sprosspilzvegetation und verdrängt diese.

Legt man die Früchte in reines Wasser, so leben die vertrockneten Hefezellen auf der Fruchtschale wieder auf und bewirken zunächst Gärung im Innern der Früchte, welche sich durch den stechenden Gchmack derselben, bei Kirschen und Trauben auch durch Gasblasen kundgiebt, die man von blossen Auge unter der Schale bemerkt. Erst später, wenn nach längerem Liegen im Wasser Zucker aus den Früchten heraus-

1) Brefeld (Landwirthschaftl. Jahrbücher 1876, S. 325) beschreibt das Verhalten der Traubenbeeren bei der Selbstgärung in charakteristischer Weise. Dasselbe ist mir wohl bekannt; ich habe es an Trauben, die in geschlossenem Raume bei gewöhnlicher Temperatur und bei 0° längere Zeit aufbewahrt wurden, sowie an anderen Früchten seit langer Zeit wiederholt beobachtet. Allein die Gärung, von der ich im Texte spreche, scheint mir durchaus davon verschieden. Nicht nur weicht Aussehen, Consistenz und Geschmack der Früchte gänzlich ab; sondern auch der Verlauf der Gärung ist ein anderer, indem dieselbe viel rascher erfolgt und in die gewöhnliche Gärung übergehend mit vollständiger Zerlegung des Zuckers endigt, während die Selbstgärung sehr langsam verläuft, nur einen Theil des Zuckers zersetzt und nach den Angaben von Brefeld Kohlensäure in sehr beträchtlichem Ueberschusse erzeugt.

diosmirt oder durch Platzen derselben heraustritt, beginnt Gärung in der Flüssigkeit. Man beobachtet oft das Gleiche, wenn Früchte in einer feuchten sauerstoffarmen Atmosphäre liegen, oder in Quecksilber eingeschlossen sind. — In zuckerhaltigem Wasser, das keine oder wenig Nährstoffe enthält, scheint die Gärung im Fruchtfleisch und in der Flüssigkeit gleichzeitig zu beginnen, aber sie wird jedenfalls in jenem früher bemerkbar. Denn die Früchte zeigen schon einen stechenden Geschmack, während das Zuckerwasser noch fade schmeckt. Dieser sehr auffallende Unterschied erklärt sich wohl einfach dadurch, dass die in den Früchten freiwerdende Kohlensäure in denselben wegen der unwegsamen Cuticula sich anhäuft, während die in der Flüssigkeit gebildete sich in derselben vertheilt und theilweise auch in die Atmosphäre verdunstet. — Wenn endlich die Früchte in einer zuckerhaltigen guten Nährlösung liegen, so wird die Gärung in der letzteren viel früher beobachtet als in den ersteren.

Ich gebe die Theorie, dass die geistige Gärung im Fleische unverletzter Früchte (nicht zu verwechseln mit der Selbstgärung) durch die auf der Fruchtschale sitzenden Hefenzellen geschehe, nicht als eine exact bewiesene Thatsache, sondern als eine durch zahlreiche Beobachtungen sehr nahe gelegte Wahrscheinlichkeit. Vollkommene Gewissheit muss erst aus fortgesetzten Versuchen wo möglich mit neuer Methode und neuer Fragestellung sich ergeben.

Es giebt zwei andere Thatsachen im Gebiete der Gärung, welche noch bestimmter als die so eben besprochene Erscheinung eine Wirkung der Hefenzellen auf die umgebende Flüssigkeit beweisen. Die eine ist die Essigätherbildung, bei welcher, wie ich oben gezeigt habe (S. 94), Essigsäure und Alkohol in dem nämlichen räumlichen Punkt gleichzeitig entstehen müssen. Diess ist aber, da der Alkohol von den Sprosspilzen, die Essigsäure von den Spaltpilzen erzeugt wird, nur dann möglich, wenn die Gärthätigkeit nicht auf den Raum in der Zelle beschränkt ist, sondern wenn die beiden unmittelbar nebeneinander liegenden Pilze ausserhalb ihrer Membran der eine Alkohol, der andere Essigsäure bildet.

Die zweite Thatsache, welche die Annahme fordert, dass die mit der Gärung verbundene moleculare Bewegung auf die Flüssigkeit ausserhalb der Zelle sich verbreite, wird erst später besprochen werden. Sie besteht in dem schädlichen Einfluss, den die energische Gärthätigkeit

eines Pilzes auf die Ernährung und das Wachstum anderer in der nämlichen Flüssigkeit befindlichen Pilze ausübt, und der nur in einer molecularphysikalischen Bewegung gefunden werden kann, da eine chemische Action ausgeschlossen ist. Nach den vorliegenden Erfahrungen wäre in diesem Falle die Entfernung, auf welche die Sprosshefenzellen die Flüssigkeit beherrschen, wenigstens auf $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{30}$ mm. anzuschlagen.

Die mechanische Wirkung der Hefenzellen auf die für moleculare Verhältnisse beträchtliche Entfernung von mindestens $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{50}$ mm., wie sie übereinstimmend in den beiden genannten Fällen angenommen werden muss, liessé sich in folgender Weise denken. Bei der Gärung werden nach der molecularphysikalischen Theorie die Schwingungen der Plasmamolecüle, ihrer Atomgruppen und Atome auf das Gärmaterial übertragen. Die Uebertragung geschieht in der nämlichen Weise wie in allen analogen Fällen, wie bei der Fortpflanzung der Licht- und Tonschwingungen, der Wärme und der Elektrizität. Die Bewegungen eines Molecüls rufen in dem nächsten gleichartige Bewegungen hervor, diese in dem folgenden u. s. w. Von der Stärke der Ursache im Verhältniss zu allen andern Ursachen, welche auf die molecularen Bewegungen Einfluss haben, wird es abhängen, wie weit diese Kette von Ursache und Wirkung sich in bemerkbarer Weise geltend macht.

Es müssen also die Zuckermolecüle bis auf eine gewisse Entfernung die Molecularbewegungen des lebenden Plasmas in einer gewissen Intensität empfinden. Steigern sich die besondern, den Ausschlag gebenden Schwingungen in einem Zuckermolecül bis zu einer bestimmten Höhe, so zerfällt dasselbe in Alkohol und Kohlensäure. Es versteht sich, dass von hundert Molecülen in der Zeiteinheit um so zahlreichere zerfallen, je näher sie sich der Bewegungsursache, dem lebenden Plasma befinden, dass aber wegen der verschiedenartigen Ortsbewegungen, welche die in einer Flüssigkeit als Lösung vertheilten Molecüle ausführen, und wegen der verschiedenen, theilweise entgegengesetzten Ursachen, die auf die Schwingungen Einfluss haben, unzersetzte Zuckermolecüle überall bis in's Innere des lebenden Plasmas vorkommen.

Wie in freier Flüssigkeit muss die Fortpflanzung auch durch eine mit Zuckerlösung imbibrierte Membran hindurch erfolgen, und dies um so mehr, als voraussichtlich die Cellulosemolecüle der Membran wegen

analoger Zusammensetzung ebenso geeignet sind, die die Gärung bedingenden Schwingungen fortzuleiten, als die Zuckermolecüle selber. Die Zellmembran verhält sich gegenüber der Gärungsbewegung ähnlich wie eine Fensterscheibe gegenüber den Licht- und Schallwellen. Das Plasma der Hefezelle zerlegt also nicht bloss die Zuckermolecüle, die mit ihm in unmittelbare Berührung kommen, sondern auch solche, welche in der Hefezellmembran, und solche, welche zunächst ausserhalb derselben sich in der Gärflüssigkeit befinden. Und eine Hefezelle, die auf einer Fruchtschale aufsitzt, kann Zucker in den äussersten Fruchtzellen zerlegen; denn auch hier verbindet, abgesehen von den Celluloseheilchen, eine ununterbrochene Reihe von Zuckermolecülen das Hefenplasma mit der Inhaltsflüssigkeit dieser Fruchtzellen. In den Hefezellen ist nämlich, auch wenn sie in einer zuckerfreien Flüssigkeit liegen, immer etwas Zucker enthalten, somit auch in der Membran derselben; — und die Cuticula einer süssen Frucht, die von Flüssigkeit oder feuchter Luft umgeben ist, muss von einer wenn auch sehr verdünnten Zuckerlösung durchdrungen sein.

Die anfänglich gestellte Frage: findet die geistige Gärung innerhalb oder ausserhalb der Hefezellen statt? möchte ich also folgendermassen beantworten. Die Gärungsursache befindet sich in dem lebenden Plasma, also im Innern der Zelle, aber sie wirkt ziemlich weit (wenigstens $\frac{1}{50}$ mm.) über die Zelle hinaus. Die Zersetzung des Zuckers erfolgt zum geringeren Theil innerhalb der Hefezellen, zum grössern Theil ausserhalb derselben. Letzteres aus folgenden Gründen. Da die Gärung in einer die Zelle umgebenden Sphäre von Flüssigkeit thätig ist, so muss die mit der Membran in Berührung kommende Zuckerlösung schon erheblich verdünnt sein, so dass verhältnissmässig wenig Zucker in die Zelle eindringt. In einer verdünnten Lösung aber, besonders wenn dieselbe als Imbibitionsflüssigkeit eine feste Substanz (Zellmembran, Stereoplasma) durchdringt, wird eine viel geringere Procentzahl von Molecülen zerfallen, besonders auch weil dieselben durch andere Molecularanziehungen geschützt sind; dagegen können dieselben bestimmte Bewegungszustände fortpflanzen. Es ist selbst denkbar, dass die Zuckermolecüle in einer Membran, nebst den Cellulosemolecülen derselben, bloss die Fortpflanzung der Gärungsbewegung ermitteln, selbst aber intact bleiben.

Diese Theorie der theilweise extracellularen Vergärung gilt zunächst nur für die Hauptprodukte der Zersetzung, für Alkohol und Kohlensäure. Es bleibt vor der Hand unentschieden, wo die Nebenprodukte, Glycerin und Bernsteinsäure, entstehen; ich möchte vermuthen, dass sie innerhalb der Zelle sich bilden.

Wie mit der Alkoholgärung muss es sich auch mit allen anderen Gärungen verhalten. Die Hauptprodukte derselben: Milchsäure oder Buttersäure oder kohlen-saures Ammoniak (aus Harnstoff) oder die Fäulnisstoffe (aus den Albuminaten, resp. Peptonen) — entstehen zum Theil ausserhalb der die Zersetzung bewirkenden Spaltpilze, wodurch der schädliche Einfluss dieser Zersetzungsprodukte auf das Zellenleben vermindert wird.

Die mechanische Vorstellung des Gärprocesses und die damit verbundene Möglichkeit einer äusseren Vergärung haben eine besondere Bedeutung für die Oxydationsgärungen, wozu die Oxydation des Alkohols zu Essigsäure gehört. Es ist Thatsache, dass die lebenden Zellen der Essighaut Sauerstoff auf den Weingeist übertragen, während andere, an der Oberfläche von geistigen Flüssigkeiten lebende Pilzzellen und auch alle todtten Pflanzenzellen dies nicht vermögen. Es dürfte schwer, wo nicht unmöglich sein, mit Hülfe der sonst bekannten Erscheinungen sich eine physiologische Vorstellung zu machen, in welcher Art und Weise eine lebende Zelle, die ihrer Natur nach den Sauerstoff bloss aufnimmt, um dafür Kohlensäure auszuschcheiden, dazu kommt, selber Oxydation zu bewirken, während die grünen Zellen, welche Sauerstoff ausscheiden, dies nicht vermögen. Die bisherigen Gärungstheorien sind unfähig, das Räthsel zu lösen; denn die Fermenttheorie, die noch am ehesten im Stande wäre, die Aufgabe zu erfüllen, müsste für ihr Oxydationsferment ganz andere Eigenschaften in Anspruch nehmen, als sie die wirklichen bekannten Fermente besitzen.

Dagegen gestaltet sich die Erklärung mit Hülfe der molecular-physikalischen Gärungstheorie ziemlich einfach. Die specifischen Bewegungszustände in dem lebenden Plasma der Essigmutterzellen werden auf die in die Zellen eingedrungenen Alkohol- und Sauerstoffmolecüle übertragen und durch diese auf die ausserhalb der Zellen befindlichen Alkohol und Sauerstoff fortgepflanzt. Erreicht die Störung des Gleichgewichts in den Molecülen einen gewissen Grad, so tritt mit Hülfe der chemischen Affinität

die Umsetzung ein. Ein Theil des Umsetzungsprocesses geschieht wohl innerhalb der Zellen, der grössere aber ausserhalb derselben.

Bei der Oxydationsgärung wird, wie bei den übrigen Gärungen, von einem bestimmten Hefepilz eine bestimmte chemische Umsetzung bewirkt. Es gibt noch eine allgemeine Oxydation, die allen niederen Pilzen zukommt, und sich auf eine grosse Zahl von organischen Verbindungen, wie es scheint auf alle löslichen, erstreckt. Mit Hülfe des freien Sauerstoffs werden dieselben vollständig verbrannt. Der mechanische Vorgang ist offenbar der nämliche wie bei der Essigbildung; nur ist die Bewegung, vermittelt welcher die Verbrennung durch Sauerstoff möglich gemacht wird, eine viel energischere; sie wirkt etwa so wie grosse Hitze.

Ich habe es oben unentschieden gelassen, ob die Entfärbung des Lakmus durch Spaltpilze ein Gärvorgang sei oder nicht. Wäre sie diess, so hätten wir auch eine Reductionsgärung, die ganz in gleicher Weise zu erklären wäre wie die übrigen Gärungen. Die bis zum Plasmaschlauch vordringenden Lakmusmolecüle erleiden durch die Molecularbewegungen des Plasma eine Störung im Gleichgewicht ihrer Theile, und da in dem Plasma ein Bedürfniss nach Sauerstoff vorhanden ist, mit anderen Worten, da es Verbindungen gibt, welche anziehend auf Sauerstoff einwirken, so wird dieser, in Ermangelung von freiem Sauerstoff, dem erschütterten Lakmusmolecül entzogen. Für sich (ohne Hülfe der Gärbewegung) wäre die Anziehung des Sauerstoffs durch das Plasma nicht hinreichend gross, um den Lakmus zu reduzieren, denn die lebenden Schimmelpilzzellen vermögen, wie schon früher bemerkt wurde, dies nicht, und zwar eben desswegen weil ihnen das Gärvermögen abgeht.

Es gibt eine andere Gärung, die gleichfalls in einer Reduction besteht, aber rücksichtlich der mechanischen Bedingungen sich etwas anders zu verhalten scheint. Von Schlossberger und von Liebig wurde beobachtet, dass Wasserstoffsperoxyd durch Hefe unter lebhafter Entwicklung von Sauerstoffgas zersetzt wird, dass aber der Zusatz eines Giftes (Blausäure) die zersetzende Wirkung aufhebt. Da Wasserstoffsperoxyd eine leicht trennbare Verbindung ist, so genügt zur Spaltung desselben die moleculare Erschütterung durch das lebende Plasma, dessen Sauerstoffbedürfniss keine nothwendige Hülfe ist, wie sich aus dem reichlich frei werdenden Sauerstoff ergibt.

Ein anderer Punkt, der die Theorie der Gärung nahe berührt, ist der bei dem Zerlegungsprocess erforderliche Kraftaufwand. Bei der Hefenwirkung, ebenso bei der Fermentwirkung, wird in der chemischen Bewegung eine Arbeit verrichtet. Die Einsicht in jene Wirkungen würde jedenfalls bedeutend gefördert, wenn wir eine Vorstellung von der Natur, der Grösse und dem Ursprung der dabei thätigen Kraft hätten.

Ueber diese Frage sind die entgegengesetztesten Ansichten ausgesprochen worden. Während Liebig gemeint hatte, dass die Zerlegung einer chemischen Verbindung (die Vergärung des Zuckers) eine grosse Kraftmenge in Anspruch nehme, welche durch die Zersetzung der Albuminate geliefert werde, sprach Hoppe Seyler in neuester Zeit den ganz allgemeinen Satz aus, dass bei der Fermentwirkung, wohin er auch die Gärung zählt, „Körper entstehen von zusammen geringerer Verbrennungswärme als diejenigen Stoffe, aus denen sie gebildet sind“. Nach der ersteren Ansicht wird bei der Gärung Wärme verbraucht, nach der zweiten frei; nach jener stellt der Kraftaufwand bei der Zersetzung einen positiven, nach dieser einen negativen Werth dar.

Die gegentheiligen Aussprüche der beiden Forscher haben einen vorzugsweise doctrinären Ursprung. Zum Voraus aber besteht weder eine Wahrscheinlichkeit für die eine, noch für die andere Annahme, und eben so wenig dürfen wir von einem einzelnen Fall einen Schluss auf alle übrigen ziehen, da es sich ja um sehr verschiedenartige organische Verbindungen und um sehr verschiedenartige Zersetzungen derselben handelt. Es sollte also eigentlich für jeden einzelnen Fall festgestellt werden, ob Wärme frei oder gebunden wird und soweit diess nicht geschehen ist, kann bloss von einem sicheren Fall auf möglichst gleichartige Prozesse geschlossen werden. Leider sind diese thatsächlichen Anhaltspunkte zur Zeit noch aufs äusserste beschränkt.

Was die eigentlichen Fermentwirkungen betrifft, so finden wir bei denselben nur einen einzigen Fall (die Invertirung des Rohrzuckers), bei welchem die Verbrennungswärmen ermittelt sind. Nach Frankland werden bei der Verbrennung von 1 gr. Rohrzucker 3348, bei der Verbrennung von 1 gr. Krümmelzucker (crystall.) 3277 Cal. frei. 1 gr. Rohrzucker entspricht 1,1053 crystall. Krümmelzucker (Traubenzucker); letztere aber liefern beim Verbrennen 3622 Cal. Also nimmt der

Rohrzucker bei der Invertirung durch Fermente, insofern wir den Invertzucker in dieser Beziehung dem Traubenzucker gleich setzen dürfen¹⁾, Wärme auf und zwar im Verhältniss von 3348 zu 3622 oder von 100 zu 108.

Dass der Trauben- oder Krümmelzucker mehr gebundene Wärme enthält als die entsprechende Menge Rohrzucker, ergibt sich auch aus der Vergleichung der spezifischen Gewichte oder der aus denselben berechneten Molecularvolumen. Das Volumen eines Molecüls Rohrzucker ($C_{12} H_{22} O_{11}$) beträgt 213, das Volumen von 3 Molekülen Wasser ($H_2 O$) 54, von 3 Molekülen Eis 58,3, zusammen 267, resp. 271,3. Das Volumen von 2 Molekülen crystallisirten Traubenzuckers ($C_{12} H_{20} O_{10}$) beträgt 283,6. Also steht das Volumen des Rohrzuckers sammt dem aufgenommenen Wasser im Vergleich mit der entsprechenden Menge Traubenzucker im Verhältniss von 267 zu 283,6 oder von 100 zu 106, resp. von 271,3 zu 283,6 oder von 100 zu 104,5. Bei der Mischung zweier Flüssigkeiten wird mit der Verdichtung Wärme frei, mit der Verdünnung oder Volumenzunahme Wärme gebunden. Die nämliche Regel dürfte auch in andern Fällen um so eher Gültigkeit haben, je weniger der chemische Charakter beim Uebergang in den andern Zustand sich verändert. Die nahe chemische Verwandtschaft zwischen Rohrzucker und Invertzucker lässt es daher als sehr plausibel erscheinen, dass die Volumenzunahme bei der Invertirung unter Aufnahme von Wärme von statten gehe.

Die Verbrennungswärme und die Volumenveränderung geben also das übereinstimmende Resultat, dass die Fermentwirkung auf den Zucker mit einer Steigerung der potentiellen Energie verbunden ist. Ausserdem giebt es keinen Fall von Fermentwirkung, wo wir aus Erfahrung etwas über die Veränderung der gebundenen Wärmemengen wissen, weil weder die Verbrennungswärmen noch die spezifischen Gewichte vor und nach dem Process bekannt sind. Die Verbrennungswärme des Holzes und die spezifischen Gewichte des Stärkemehls und Gummis können nicht zur Vergleichung mit Zucker benutzt werden; die erstere ist für Cellulose zu

1) Es ist wohl im höchsten Grade wahrscheinlich, dass der Invertzucker, der ein Gemenge nach gleichen Molekülen von Dextrose (Traubenzucker) und Levulose, also von zwei isomeren Verbindungen ($C_6 H_{12} O_6$) ist, die gleiche oder nahezu die gleiche Verbrennungswärme giebt, wie der eine Gemengtheil desselben, und dass gegenüber dem Rohrzucker ($C_{12} H_{22} O_{11}$) im Wesentlichen die gleiche Verschiedenheit besteht.

gross, weil das Holz ausserdem noch kohlenstoffreichere Verbindungen enthält; die letzteren aber sind wegen der micellaren Structur von Stärke und Gummi zu gering.

Zur Beurtheilung der Fermentwirkung haben wir nur das einzige Beispiel der Umwandlung von Rohrzucker in Invertzucker. Es dürfte einige Wahrscheinlichkeit dafür bestehen, dass diejenigen Fermentwirkungen, wo ebenfalls ein Molecül in zwei ihm ähnlich gebaute Molecüle unter Wasseraufnahme zerfällt, sich übereinstimmend verhalten, dass also, wie bei der Invertirung des Zuckers, auch bei der Umwandlung von Cellulose, Stärke, Pflanzenschleim, Gummi und Dextrin in gährungsfähigen Zucker, ebenso bei der Umwandlung der Albuminate in Peptone Wärme verbraucht wird. Dagegen lässt sich aus der Invertirung des Zuckers kein Schluss auf die Zerlegung der Glucoside herleiten.

Ueber den Ursprung der bei der Fermentwirkung aufgenommenen Spannkraft kann kein Zweifel obwalten. Dieselbe kann, — da die Fermente (Diastase, Pepsin, Emulsin, Invertin etc.), so viel wir wissen, gleich den analog wirkenden unorganischen Contactsubstanzen (Wasser, Säuren, Alkalien), bei ihrer Arbeit keine Zersetzung erfahren, — nur von der umgebenden freien Wärme entnommen werden.

Die Uebertragung ist leicht verständlich, wenn die Contactwirkung in der Art statt findet, wie ich oben wahrscheinlich zu machen suchte. Von dem Ferment gehen gewisse Schwingungszustände auf die zu zerlegende Verbindung über. Dadurch werden diese Schwingungen im Ferment selbst geschwächt; und da ihre Intensität in Folge dessen nicht mehr der umgebenden Temperatur entspricht, so wird freie Wärme von den Fermentmolecülen aufgenommen und damit die frühere Schwingungsintensität wieder hergestellt. Die Contactsubstanz vermittelt also bloss die Uebertragung von Kraft; sie verwandelt die freie Wärme des Medium's, in dem sie sich befindet, in Bewegung ihrer Molecüle und ihrer Theile, und theilt diese Spannkraft wieder den Molecülen der zu zerlegenden Verbindung mit.

Was die Hefenwirkungen betrifft, so können wir die Veränderung in der Menge der gebundenen Wärme bei der geistigen Gärung

ziemlich genau ermitteln und ursächlich nachweisen. Für dieselbe hat Liebig¹⁾ die Behauptung aufgestellt, dass zur Zerlegung des Zuckers Wärme oder Kraft verbraucht werde. Um diess zu beweisen, stützte er sich auf eine Berechnung wonach der aus einer bestimmten Menge von Rohrzucker gebildete Alkohol beim Verbrennen eine grössere Anzahl von Wärmeeinheiten gebe als jene Zuckermenge, wozu noch die bei der Gärung frei werdende Wärme hinzukomme. Der ziemlich beträchtliche Ueberschuss werde durch die Arbeit der Hefe, und zwar durch die Albuminate derselben geliefert.

Wenn diess richtig wäre, so stünde es im Widerspruch mit der ganz sicheren physiologischen Thatsache, dass das Gärgeschäft für die Ernährung und das Wachsthum der Hefe förderlich ist, einer Thatsache, auf die ich nachher noch zurückkommen werde. Müsste die Hefezelle für die Zerlegung des Zuckers Kraft aufwenden, so könnte sie aus derselben keine Kraft entnehmen.

Der Widerspruch klärt sich dadurch auf, dass in die Berechnung Liebig's sich zwei Fehler eingeschlichen haben. Der eine, auf den auch schon von anderer Seite hingewiesen wurde, besteht darin, dass die Verbrennung des festen Zuckers mit derjenigen des flüssigen Alkohols verglichen wurde. Diess ist aber unstatthaft, weil der vergärende Zucker gelöst (also im flüssigen Zustande befindlich) ist, und weil bei der Verbrennung des festen Zuckers eine gewisse Zahl von Wärmeeinheiten aufgebraucht wird, um denselben zu schmelzen, welche (noch unbekante) Zahl zu der Verbrennungswärme hinzuaddirt werden muss.

Der andere Umstand, welcher hätte berücksichtigt werden sollen, ist der, dass in dem Beispiel, welches zu der Berechnung Veranlassung gab, die Verbrennungswärme des Alkohols sehr wahrscheinlich mit derjenigen des Traubenzuckers und nicht mit derjenigen des Rohrzuckers zu vergleichen ist. Indem die Rechnung von der Verbrennungswärme des Rohrzuckers ausging, giebt sie uns nicht das Resultat der Alkoholgärung, sondern das vereinigte Resultat zweier Processe, der Fermentwirkung, welche den Rohrzucker invertirt, und der Hefenwirkung, welche den invertirten Zucker in Alkohol und Kohlensäure spaltet.

1) Sitzungsberichte d. k. b. Akad. d. W. 1869. II. 427.

Die richtige Berechnung müsste also die Spannkraft des gelösten Traubenzuckers (nicht die des festen Rohrzuckers) in Ansatz bringen. In dieser Weise kann sie aber noch nicht ausgeführt werden, weil die Wärmemenge, welche erforderlich ist, um den Zucker aus dem festen in den gelösten (flüssigen) Zustand überzuführen, erst noch ermittelt werden muss.

Es giebt aber eine andere Betrachtung, welche uns ganz unzweifelhaft die Unrichtigkeit der Liebig'schen Annahme beweist, und welche uns zeigt, dass nicht aus der Hefe, sondern aus dem vergärenden Zucker eine bedeutende Menge von Spannkraft frei wird. Dieselbe besteht in dem Zusammenhalte folgender zwei Thatsachen, dass während des Gärgeschäftes die Hefe ihre Substanz und damit die Menge ihrer gebundenen Wärme vermehrt, und dass trotzdem die Temperatur der Gärflüssigkeit bis um 10 und mehr Grade erhöht wird.

Dank den Untersuchungen Pasteur's kennen wir die substanziellen Veränderungen bei der Gärung genau. Wenn man reines Zuckerwasser (ohne Nährstoffe) mit Hefe vergären lässt, so werden 99 Proc. des Zuckers in Gärprodukte zerlegt (100 Rohrzucker werden zu 105,26 Invertzucker und geben 51,11 Alkohol, 49,42 Kohlensäure, 0,67 Bernsteinsäure und 3,16 Glycerin). 1 Proc. des Zuckers wird zur Ernährung der Hefenzellen verwendet. Wir finden in der vergorenen Flüssigkeit die organischen Verbindungen, aus denen die Hefe vor der Gärung bestand, mit geringer Veränderung wieder. Das Trockengewicht derselben hat sich um so viel vermehrt, als Zucker der Gärung entzogen wurde (1 Proc. der ganzen Zuckermenge). Aber die organischen Verbindungen sind nicht mehr vollständig Baumaterial der Hefenzellen; ein Theil befindet sich, von den Zellen ausgeschieden, in der Flüssigkeit gelöst. Bezeichnen wir die organischen Stoffe, welche die Hefe zusammensetzen und die von ihr ausgeschieden wurden, als Hefensubstanz, so hat sich der Stickstoffgehalt der letzteren während der Gärung nicht verändert, und die stickstoffhaltigen Verbindungen selbst haben nur eine geringe Modification erfahren. Sie waren vorher fast ausschliesslich als Albuminate in den Zellen, und sie sind nachher noch zum grössten Theil als Albuminate in denselben, zum kleinern Theil als Peptone und Eiweiss in der Flüssigkeit. Eine geringe Menge (höchstens 1—2 Proc.) hat sich in Leucin und andere Ver-

bindungen, unter denen aber das Ammoniak mangelt, zersetzt.¹⁾ Die stickstofflosen Verbindungen waren vor der Gärung fast ausschliesslich als Cellulose in der Membran, und wir finden sie nachher in der Zunahme, die sie durch den Zucker erfahren haben, als Cellulose in der Membran und als Pflanzenschleim in der Flüssigkeit.

Diese Thatsachen zeigen uns klar, dass die gebundene Wärme der Hefensubstanz während der Gärung eine der Gewichtszunahme entsprechende Vermehrung zeigen muss. Vergleichen wir aber die Hefensubstanz vor der Gärung sammt dem Zucker, welchen sie zur Ernährung aufnimmt, mit der Hefensubstanz nach der Gärung, so kann die gebundene Wärme nur in ganz unbedeutendem Grade sich verändert haben; und es lässt sich nicht einmal angeben, ob diese Veränderung eher eine Abnahme oder eine Zunahme sein möchte. Die stickstoffhaltigen Verbindungen dürften, da sich ein Theil der Albuminate in Peptone umwandelte, eher freie Wärme aufgenommen, die stickstofflosen dagegen, da Traubenzucker in Cellulose und Pflanzenschleim überging, eher Wärme abgegeben haben. Immerhin ist die Wärmeabgabe oder die Wärmeaufnahme, welche die Hefensubstanz sammt ihren Nährstoffen während der Gärung erfährt, so gering, dass sie neben der übrigen Verminderung der gebundenen Wärmemenge ganz verschwindet.

Diese Verminderung wird angezeigt durch die Temperaturerhöhung der gärenden Flüssigkeit und ferner durch die Verdunstung von Wasser und Kohlensäure. Dubrunfaut²⁾ hat die bei der Gärung erzeugte Wärme bei einem Versuche mit 21400 Lit. einer Flüssigkeit, welche in einem Bottich aus Eichenholz sich befand, 2559 kgm. Rohrzucker enthielt und im Verlauf von 4 Tagen vergor, berechnet. Die ursprüngliche Temperatur von 23,7° C stieg während dieser Zeit auf 33,75°; die wirkliche Temperaturerhöhung betrug aber, da die Abkühlung in dem umgebenden Raum, dessen Temperatur zwischen 12 und 16° schwankte, auf 4° geschätzt wird, 14,05°.³⁾ Es wurden 1181 kgm. Alkohol von 15°

1) Ich verweise auf die frühere Mittheilung (Sitzungsberichte vom 4. Mai 1878), und auf die später in dieser Abhandlung folgende, in welchen beiden nachgewiesen wird, dass die Hefezellen Peptone und Eiweiss ausscheiden, sowie auf die Anmerkung (pag. 82), in welcher ich zeigte, dass das von Liebig bei der Selbstgärung von Bierhefe beobachtete Leucin nicht direct aus den Sprosshefezellen, sondern aus den durch dieselben ausgeschiedenen und in Fäulniss übergegangenen Stoffen herstammte.

2) Erdmann Journ. f. pract. Chem. Bd. 69 (1856) S. 444. — Compt. rend. 1856 (Nr. 20) S. 945.

3) „L'élévation de température de toute la masse eût donc été de 14,05° au lieu de 10,05°, si la cuve avait été à l'abri du refroidissement“.

und 1156 kgm. Kohlensäure gebildet. Dubrunfaut gibt folgende Berechnung:

Temperaturerhöhung von 21400 kgm. Flüssigkeit	
um 14,05 ⁰	300670 Cal.
Von dem Holze aufgenommen	7280 „
1156 kgm. CO ₂ , entwickelt bei der mittleren Temp.	
von 24 ⁰	6090 „
19,236 kgm. verdunstetes Wasser (× 565)	10869 „
	<hr/> 324915 Cal. <hr/>

Diese Ansätze werden beinahe gänzlich ohne erklärende Begründung hingestellt. Was den ersten und grössten betrifft, so wurde die Wärmecapazität der gärenden Flüssigkeit gleich der des nämlichen Volumens Wasser angenommen. Diess ist jedenfalls nicht ganz genau. Anfänglich sind in 21400 Lit. Lösung 2559 kgm. Rohrzucker, also in 100 Lit. Lösung 11,96 kgm. Rohrzucker und nach der Invertirung 12,59 kgm. wasserfreier Traubenzucker enthalten. Da die spezifische Wärme von Traubenzuckerlösungen nicht bekannt ist, so müssen wir das Verhalten der Rohrzuckerlösungen unserer Betrachtung zu Grunde legen. Eine Flüssigkeit mit 11,96 kgm. Rohrzucker in 100 Lit. stellt nahezu eine 11,5 proz. Lösung dar mit einem spezif. Gewicht von 1,0467 und einer spez. Wärme von 0,928. Die 21400 Lit. Flüssigkeit enthalten vor der Gärung 19800 kgm. Wasser und 2559 kgm. Rohrzucker mit einem Gesamtgewicht von 22359 kgm. — Nach der Gärung sind noch 19780 kgm. Wasser und 1181 kgm. Alkohol vorhanden; das Gesamtgewicht beträgt 20961 kgm. In 100 Gewichtstheilen Lösung sind 5,6 Gewichtstheile Alkohol enthalten (Dubrunfaut gibt 6,9 Volumprocente an, was das Nämliche ist). Das spezifische Gewicht von 5,6 gewichtsprozentigem Alkohol ist bei 20⁰ C. 0,9885 und bei 30⁰ C. 0,9858 und die spezifische Wärme 1,0175.

Die gärende Flüssigkeit ändert fortwährend ihre chemische Zusammensetzung und ihre Wärmecapazität. In dem vorliegenden Falle hätte es zur Temperaturerhöhung um 1⁰ C.

$$\text{vor der Gärung } 22359 \times 0,928 = 20750 \text{ Cal.}$$

$$\text{nach der Gärung } 20960 \times 1,0175 = 21327 \text{ Cal.}$$

bedurft; und die ganze Erhöhung um 14,05⁰ erforderte für die ursprüngliche Zuckerlösung 291538 Cal., für die schliessliche Alkohollösung 298578 Cal.

Die Berechnung eines mittleren Werthes aus diesen Zahlen würde aber aus zwei Gründen unstatthaft sein. Einmal ist zu berücksichtigen, dass die bekannte spezifische Wärme nur für gleichbleibende Constitution der Lösungen gilt. Wir wissen nicht, wie viel die spezifische Wärme einer Flüssigkeit beträgt, deren Zuckergehalt im Abnehmen, deren Alkoholgehalt im Zunehmen begriffen ist; wir kennen nicht die Differenz in der gebundenen Wärmemenge einer Zuckerlösung und einer Alkohollösung von gleicher Temperatur.

Ferner wurde bei dem vorliegenden Versuch der Rohrzucker invertirt, was mit einer beträchtlichen Wärmeabsorption verbunden ist. Wenn wir uns auf die Verbrennungswärme des Krümmelzuckers von Frankland verlassen dürfen, so werden bei dem Uebergang von 1 kgm. Rohrzucker in Invertzucker 101 Cal. aufgenommen; diess gäbe für 2559 kgm. Rohrzucker 258459 Cal. — Die Invertirung fällt im Allgemeinen mit der Gärung zusammen, und es wird die für die erstere erforderliche Wärmemenge von der letzteren geliefert. In dem fraglichen Versuche aber musste sie zum Theil der Gärung vorausgehen, denn, da die vollständige Vergärung schon in 4 Tagen erfolgte, so müssen wir annehmen, dass eine ziemlich grosse Menge von Hefe zugesetzt wurde. Es ist also wahrscheinlich, dass die Flüssigkeit im Anfange keine Wärme nach aussen abgegeben, sondern eher solche aufgenommen hat, und dass die auf 4° geschätzte Abkühlung eine zu grosse Ziffer darstellt und dass damit auch die mit $14,05^{\circ}$ in Rechnung gebrachte Temperaturerhöhung zu hoch gegriffen ist.

Während mir der aus der Wärmecapacität berechnete Ansatz zu gross erscheint, möchte ich den für die Verdunstung der Kohlensäure eingesetzten für zu gering halten, obgleich als Verdunstungstemperatur, statt der Anfangstemperatur von 24° , wohl richtiger die bis auf $33,75^{\circ}$ steigenden Temperaturen zur Berechnung benützt werden, da ja die Erwärmung auf diese Temperaturen schon bei dem Ansatz für die Wärmecapacität zur Geltung kam. Nach Thomsen¹⁾ beträgt der Coefficient der Wärmeeinheiten, welche frei werden, wenn 1 Molecül CO_2 bei 18°C . von Wasser absorbirt wird, 5880, was für die Gewichtseinheit 133,64 W. E. giebt. Die Verdunstung von 1 kgm. Kohlensäure verlangt also 133,64 Cal.

1) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1873. S. 713 u. 1536.

und die Verdunstung von 1156 kgm. Kohlensäure verlangt 154168 Cal. bei einer Temperatur von 18° C. Diese Summe wird zwar in dem fraglichen Gärungsversuch, wo die Entwicklung der Kohlensäure bei einer von 24° bis zu $33,75^{\circ}$ steigenden Temperatur vor sich ging, etwas geringer, allein sie muss immerhin den Ansatz von 6096 Cal. um ein Vielfaches überschreiten.

Wenn auch die Ansätze von Dubrunfaut im Einzelnen angefochten werden können, so lassen sich doch, aus Mangel an experimenteller Erfahrung, statt derselben keine bestimmten Summen anschreiben, und da die einen Ansätze zu hoch, die anderen zu niedrig gegriffen sind, so mag die Gesamtsumme doch nicht allzuweit von der Wirklichkeit entfernt sein.

Da die Gärung nicht im luftleeren Raum, sondern unter dem Drucke einer Atmosphäre geschah, so wurde eine gewisse Menge von Wärme dazu verwendet, um den mechanischen Widerstand, der sich der Entwicklung des Kohlensäuregases und des Wasserdampfes entgegensetzte, zu überwinden. Dubrunfaut hat diese mechanische Arbeit für die Kohlensäure auf 14535 Cal. angeschlagen, wodurch die Gesamtsumme der bei dem fraglichen Gärungsversuch erzeugten Wärme auf 339450 Cal. steigt.

Hieraus berechnet sich, dass bei der Vergärung von 1 kgm. Rohrzucker oder von 1,0526 kgm. Traubenzucker, wobei 0,51 kgm. Alkohol entstehen, 146,6 Cal. erzeugt werden.

Kehren wir nun zu unserer eigentlichen Frage zurück, so ist ohne Weiteres klar, dass die beträchtliche Wärmeerzeugung bei der Alkoholgärung nicht von der Hefe hergeleitet werden kann. 100 gr. Zucker lassen sich durch 1 gr. Hefe während längerer Zeit vergären. Wendet man 2 gr. Hefe an, so wird dazu weniger Zeit erfordert. Pasteur hat für diese Menge die Hefenprodukte und die Gewichtszunahme der Hefesubstanz festgestellt; in der letzteren ist, wie ich bereits angeführt habe, die Menge der gebundenen Wärme während der Gärung ziemlich unverändert geblieben. Würde aber die Hefe vollständig verbrennen, so dass sie ohne Rest in Kohlensäure, Wasser, Stickstoff und Aschenbestandtheile sich auflöste, würde also ihre ganze Spannkraft frei, so wäre damit nur

etwas mehr als die Hälfte der bei der Gärung erzeugten Wärme und wenig mehr als $\frac{1}{5}$ des Kraftaufwandes gedeckt, welchen Liebig ihren Albuminaten zuschrieb¹⁾.

Ich muss zwar beifügen, dass Liebig sich dieser Folgerung bewusst war und dass er ihr durch die Theorie ausweichen wollte, in den Albuminaten sei eine viel grössere Menge von Spannkraft enthalten, als durch die Verbrennungswärme angezeigt werde²⁾. Es ist überflüssig, auf diese mit der Erhaltung der Kraft im Widerspruche stehende Annahme einzutreten. Wenn die Spannkraft des Eiweisses sammt der Spannkraft des zur Verbrennung nothwendigen Sauerstoffes nicht in der Summe der Spannkraften der Verbrennungsprodukte (Kohlensäure, Wasser, Stickstoff) sammt der freigewordenen Wärme enthalten wäre, so müsste der Ueberschuss zu Nichts geworden sein.

Es ist also unbestreitbar, dass die bei der geistigen Gärung frei werdende potentielle Energie entweder gänzlich oder bis auf eine verschwindend kleine Menge aus dem sich zersetzenden Gärungsmaterial stammt, nach der Gleichung: Die erzeugte Wärme ist gleich der Spannkraft des vergorenen Zuckers weniger der Spannkraft des gebildeten Alkohols (und derjenigen der Nebenprodukte). Wäre die Berechnung der erzeugten Wärme von Dubrunfaut in ihren numerischen Ansätzen

1) 1 kgm. Rohrzucker vergärt durch 0,02 kgm. Hefe. Dabei werden 146,6 Cal. erzeugt, während die Verbrennung der Hefe, wenn dafür die höchsten Ansätze gemacht, nämlich Cellulose und Pflanzenschleim höher als Zucker und alle stickstoffhaltigen Verbindungen sammt den nicht bestimmaren Extractivstoffen als Albuminate gerechnet werden, bloss 85,38 Cal. giebt.

Cellulose und Pflanzenschleim	$0,0074 \times 3500 = 25,90$	Cal.
Fett	$0,0010 \times 9500 = 9,50$	„
Albuminate	$0,0102 \times 4900 = 49,98$	„
Asche	$0,0014$	—
	$0,0200$	$\frac{85,38}{}$ „

2) Diese Theorie (Sitzungsberichte 1869, II. 430) wird durch die nämliche fehlerhafte Beweisführung begründet, wie oben diejenige über die Arbeitsleistung der Hefe, indem die Verbrennungswärmen zweier Körper in verschiedenen Aggregatzuständen ohne Correctur verglichen werden. Aus der Thatsache, „dass 1 gr. Kohle im Cyan 43 Proz. mehr Wärme entwickelt als 1 gr. Kohlenstoff,“ folgt nicht, dass man „den Wirkungswerth stickstoffhaltiger Körper, als Kraftquellen, nicht nach der Anzahl der Wärmeeinheiten beurtheilen dürfe, die sie bei direkter Verbrennung entwickeln,“ sondern nur, dass es einer bedeutenden Wärmemenge bedarf, um den festen Kohlenstoff in den gasförmigen Zustand überzuführen, wobei übrigens auch noch die Wärmetönung bei der Dissociation des Cyans in Anschlag zu bringen ist.

unanfechtbar, so liesse sich mit Hülfe der Gleichung die Schmelzwärme des Zuckers bestimmen. Immerhin kann jetzt schon mit Sicherheit angenommen werden, dass diese Schmelzwärme im Vergleich mit Mineralsalzen einen sehr beträchtlichen Werth erreicht¹⁾. Die experimentelle thermochemische Feststellung der Wärmetönungen bei den verschiedenen die Gärung betreffenden Vorgängen wäre in hohem Grade wünschenswerth.

Von den übrigen Gärungen giebt uns nur die Buttersäuregärung des Traubenzuckers einigen Anhalt für die Veränderung der gebundenen Wärmemenge, weil die Verbrennungswärmen der beiden Verbindungen bekannt sind. Allerdings wissen wir nicht ganz sicher, wie die Spaltung der Zuckermolecüle erfolgt. Ohne Zweifel ist die Annahme der Gärungschemiker, dass 1 Mol. Traubenzucker sich in 1 Buttersäure, 2 Kohlensäure und 4 Wasserstoff spalte, für gewisse Verhältnisse richtig. In andern Fällen findet, wie ich glaube, eine Zerlegung in Buttersäure, Kohlensäure und Wasser statt, wobei auf 1 Mol. Buttersäure 1 Mol. CO₂ entsteht, denn die Gasentwicklung ist viel weniger beträchtlich als sie es nach der ersten Zersetzungsformel sein müsste und das entweichende Gas besteht bloss aus Kohlensäure. Für diese Fälle nun ist es sicher, dass mit der Gärung eine bedeutende Erzeugung von Wärme verbunden sein muss, weil die Verbrennungswärme sammt der Schmelzwärme des Zuckers die Verbrennungswärme der Buttersäure übersteigt.

Der Traubenzucker kann auch zuerst in Milchsäure sich spalten und dann die Milchsäure zu Buttersäure vergären. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die gebundene Wärme der Milchsäure einen Zwischenwerth zwischen Zucker und Buttersäure darstellt und dass, wenn auf die Milchsäuregärung des Zuckers die Buttersäuregärung der Milchsäure folgt, in zwei Malen die Wärmemenge frei wird, die bei der Buttersäuregärung des Zuckers auf einmal sich entwickelt. Uebrigens zerfällt der Invertzucker nicht glattweg in 2 Milchsäuremolecüle; es findet daneben noch eine andere Zersetzung des Zuckers statt, wie die stets vorhandene Entwicklung von

1) Aus der Vergleichung der bei der Gärung erzeugten Wärme nach Dubrunfaut und der Verbrennungswärme des Zuckers nach Frankland berechnet sich die Schmelzwärme des Traubenzuckers zu 200 Cal. oder mehr (je nach dem Betrag der Verbrennungswärme des Alkohols), die Schmelzwärme des Rohrzuckers sammt der Invertirungswärme zu 300 Cal. oder mehr.

Kohlensäure beweist. Dadurch kann die Menge der bei der Milchsäurebildung erzeugten Wärme nur vermehrt werden.

Bei der Beurtheilung der Fermentwirkung habe ich aus dem Umstande, dass eine Volumenzunahme eintritt, auf die Wahrscheinlichkeit einer Wärmeaufnahme geschlossen, weil die in einander übergehenden Verbindungen den nämlichen Charakter und die nächste chemische Verwandtschaft besitzen. Bei den Gärungsprocessen ist eine solche Folgerung nicht mehr am Platze, da die entstehenden Verbindungen stets eine wesentlich geänderte Constitution zeigen. Es scheint selbst hier in der Regel das Gegentheil von dem, was man vielleicht erwarten möchte, einzutreten, nämlich zugleich Volumenzunahme und Wärmeabgabe. Alkohol und Kohlensäure nehmen ein grösseres Volumen ein als Zucker, wenn alle drei Verbindungen auf den flüssigen Zustand reduziert werden. Vergleicht man Zucker, ferner Milchsäure, endlich Buttersäure, Kohlensäure und Wasser, also drei auf einander folgende Stufen der Gärung mit einander, so entspricht jede folgende Stufe bei geringerer latenter Wärme einem grösseren Volumen.

Es ist diess vielleicht eine Erscheinung, die allen oder wenigstens den meisten Gärvorgängen zukommt. Bei denselben werden einfachere Verbindungen gebildet, unter denen sich sehr häufig Säuren befinden. Den Säuren aber scheint die Eigenthümlichkeit zuzukommen, dass sie mit indifferenten Verbindungen verglichen, bei grösserem Volumen eine geringere Menge von gebundener Wärme enthalten. Am ausgezeichnetsten ist diess Merkmal bei der Kohlensäure ausgeprägt; selbstverständlich sind gleiche Aggregatzustände bei gleicher Temperatur zu vergleichen.

Es ist wahrscheinlich, dass mit der Bildung von CO_2 immer eine bedeutende Volumenzunahme der Zersetzungsprodukte, aber auch eine bedeutende Abgabe von Wärme verbunden ist, wie diess ganz auffallend bei der Alkoholgärung hervortritt, wo trotz der hohen Verbrennungswärme des Alkohols die Kohlensäurebildung doch eine Verminderung der gebundenen Wärme in den gesammten Gärprodukten bedingt. Da nun wohl bei allen Gärprocessen sich Kohlensäure entwickelt, so dürften auch alle diese Prozesse mit der Alkoholgärung und Buttersäuregärung darin übereinstimmen, dass sie Wärme entbinden.

Wenn diese meine Vermuthung begründet ist, so bekämen wir zu

den früher festgestellten physiologischen und chemischen Verschiedenheiten zwischen Fermentwirkung und Hefenwirkung (Gärung) noch den neuen Unterschied, dass bei der ersteren Wärme gebunden, bei der letzteren Wärme entbunden wird, dass bei der ersteren Verbindungen mit vermehrter, bei der letzteren solche mit verminderter Spannkraft entstehen. — Dass die Bildung von Spaltungsprodukten mit geringerer Verbrennungswärme in der That ein der Gärthätigkeit allgemein zukommender Charakter ist, geht auch aus dem Umstande hervor, dass dabei immer chemisch wenig resistente Verbindungen in solche mit grösserer Widerstandsfähigkeit zerlegt werden. Die gärungsfähigen Säuren werden durch Hitze, durch Alkalien oder durch Säuren leichter angegriffen, während die nicht mehr gärenden Endprodukte (Essigsäure etc.) eine grosse Festigkeit besitzen.

Man könnte geneigt sein, aus der Thatsache, dass bei der Gärung aus dem Gärmaterial Spannkraft frei wird, den Schluss zu ziehen, dass eine gärende Verbindung gleichsam von selbst zerfalle und dass die Hefe dabei überflüssig sei. Diess wäre unrichtig; die lebenden Zellen müssen bei dem Zersetzungsgeschäft eine gewisse Kraft, mag dieselbe auch noch so gering sein, aufwenden, wie sich aus dem Umstande ergibt, dass ohne lebende Hefenzellen die Gärung nicht beginnt, und dass sie in jedem Augenblick durch Tödtung der Zellen unterbrochen werden kann.

Den Vorgang können wir uns etwa durch folgendes Beispiel deutlich machen. Der Stein, welcher auf einem Berge liegt, stellt eine beträchtliche Summe von potentieller Energie dar, — eine Summe, die gleich ist der Kraft, welche erfordert wird, um ihn auf den Berg zu heben. Rollt er hinunter, so leistet er durch seinen Fall eine jener Kraftsumme entsprechende Arbeit. Er kommt aber nicht von selbst ins Rollen; es bedarf dazu eines geringen Anstosses; vielleicht genügt die Hand eines Kindes. Ein Quantum Zucker ist einer Menge solcher Steine zu vergleichen. Die Hefe muss fortwährend die Anstösse geben, um die in einer grösseren oder kleineren Gruppe von Zuckermoleculen angehäuften Spannkraft auszulösen.

Diese Anstösse brauchen nur schwach zu sein. Man hat zwar gesagt, um den Zucker als eine relativ widerstandsfähige chemische Verbindung in

Alkohol und Kohlensäure zu zerlegen, bedürfe es einer sehr bedeutenden Kraft. Es ist allerdings wahr, dass diese Zersetzung durch die eingreifendsten chemischen Mittel (Säuren, Alkalien u. s. w.) durch Hitze, Licht, Elektrizität, auch durch mechanische Gewalt (Erschütterung) nicht möglich ist. Damit wird aber nicht ausgeschlossen, dass nicht ein spezifisches Mittel sie mit Leichtigkeit vollbringe. Ich möchte, um mich noch einmal eines Beispiels zu bedienen, ein Zuckermolecül (und überhaupt das Molecül einer complicirten chemischen Verbindung) einer Nuss vergleichen. Dieselbe widersteht einem grossen Druck, wird aber durch ein in die Nath eingeführtes Messer ohne Mühe geöffnet. Das Zuckermolecül hat gleichsam verschiedene solcher Näthe, wo es mit dem allergeringsten Kraftaufwand gespalten werden kann, bei der einen in Alkohol und Kohlensäure, bei der anderen in zwei Milchsäuremolecüle, bei noch einer anderen in Mannit und Kohlensäure.

Bei den Gärungen handelt es sich um ganz bestimmte, um specifisch verschiedene Eingriffe. Nehmen wir beispielsweise an, dieselben bestehen bloss in bestimmten Schwingungszuständen der gärungserregenden Molecüle und ihrer Componenten, so wäre nach der verschiedenen Schwingungsdauer dieser Elemente die Zersetzung eine andere oder sie würde ganz unterbleiben. Wir wissen, dass durch gewisse Tonschwingungen fremde Körper in gleiche Schwingungen gerathen, und dass durch dieselben das Gleichgewicht sogar so sehr gestört werden kann, dass ein Zerspringen spröder Gegenstände die Folge ist. So könnten wir uns etwa denken, dass Schwingungen des Gärungserregers in der Prim, Sekund, Terz andere Atome oder Atomcomplexe im Zuckermolecül in heftigste Bewegung versetzten, somit ungleiche Störungen des Gleichgewichts veranlassten und beziehungsweise Alkoholgärung, Milchsäuregärung, Mannitgärung bewirkten.

Ich will hiemit nicht etwa eine bestimmte Theorie aussprechen, sondern bloss die einfachste unter den Möglichkeiten anführen. Wenn wir bedenken, dass die verschiedenen Gärungen durch verschiedene Pilze verursacht werden, und dass das Plasma ihrer Zellen nothwendig eine ungleiche Zusammensetzung zeigt, indem die nämlichen Verbindungen in ungleichen Mengenverhältnissen beisammen sind, ferner dass bei der Uebertragung der Bewegung die Anziehung und Abstossung zwischen allen vor-

handenen Theilchen eine entscheidende Rolle spielt, — so begreifen wir leicht, dass in den verschiedenen Fällen das Gleichgewicht innerhalb der Zuckermolecüle in ungleicher Weise gestört wird, indem das eine Mal diese, das andere Mal jene Atome und Atomgruppen in lebhaftere Bewegung gerathen.

Nur wenn die bestimmten Schwingungszustände des Gärungserregers auf das Gärmaterial einwirken, wird Kraft in der entsprechenden Weise übertragen und die entsprechende Zersetzung veranlasst. Eine andere noch so grosse Kraft, die zur Verfügung steht, kann nicht die gleiche Arbeit leisten. Die grosse Menge von Spannkraft, welche bei der geistigen Gärung frei wird, besteht in andersartigen Schwingungszuständen und kann keine Zuckermolecüle zum Vergären bringen. Der Anstoss zum Zerfallen in Alkohol und Kohlensäure muss immer wieder von der Hefe ausgehen, eben weil er ein eigenartiger ist.

Der Process der Spaltung eines Molecüls durch die Gärung besteht aus zwei Stadien, die namentlich auch bezüglich der Wärmetönung von einander verschieden sind. Zuerst wird das Gleichgewicht gestört, wofür eine gewisse, vorerst nicht zu ermittelnde, aber wahrscheinlich geringe Kraftmenge von der Hefenzelle auf das Molecül des Gärungsmaterials übergeht. Dann wird durch die neuen Anziehungen und Abstossungen, die bei der Gleichgewichtsstörung zur Geltung kommen, ein neues Gleichgewicht zwischen den Theilen des Molecüls hergestellt, wobei eine beträchtliche Wärmeentbindung statt hat. Die Beobachtung giebt uns nur das Gesamtergebniss der beiden Stadien und zeigt uns, dass das zweite quantitativ weit überwiegt. Insofern können wir auch, etwas weniger genau, das zweite Stadium als die Ursache, das erste als die Veranlassung der Wärmeentbindung bezeichnen.

Die Wärmemenge, welche das Molecül des Gärungsmaterials im ersten Stadium aufnimmt, ist jedenfalls gering im Verhältniss zu derjenigen, welche es im zweiten abgiebt. Und wenn wir berücksichtigen, dass die Hefensubstanz während der Gärung ihre Spannkraft ziemlich unverändert behält, so möchten wir vermuthen, dass jene Wärmemenge auch absolut sehr gering sei. Indessen giebt uns diese Betrachtung keine Gewissheit. Es ist nämlich, wie ich in der Folge noch zeigen werde, Thatsache, dass bei dem Gärprocess Spannkraft auf die Hefenzellen über-

tragen wird, — und so wird es möglich, dass diese für ihre Arbeit mehr Kraft aufwenden, als es den Anschein hat, dass sie aber aus der geleisteten Arbeit die aufgewendete Kraft wieder gewinnen und dadurch immer zu neuer Arbeit befähigt werden.

Nachdem ich versucht habe, das Wesen der Gärung klar zu legen, will ich noch zeigen, wie befriedigend sich nach der molecularphysikalischen Theorie die besonderen Beziehungen, welche zwischen der Ernährung der Hefenzelle und der Funktion der Gärung bestehen, erklären lassen, während die bisherigen Gärungstheorien den Thatsachen nicht gerecht zu werden vermögen, und theilweise selbst mit denselben im Widerspruche stehen. Diese Beziehungen, welche durch meine langjährigen Versuche festgestellt wurden, lassen sich in folgenden Sätzen zusammenfassen.

I. Der freie Sauerstoff, den sonst alle Pilze zu ihrem Leben bedürfen, kann bei vorhandener hinreichender Gärthätigkeit entbehrt werden.

II. Die Oxydation durch freien Sauerstoff begünstigt aber ihrerseits die Gärthätigkeit.

III. Die Gärthätigkeit einer Zelle befördert unter allen Umständen ihr eigenes Wachstum.

IV. Die Gärthätigkeit eines Pilzes benachtheiligt die Ernährung und das Wachstum der übrigen Pilze, welche nicht für diese, sondern für andere Gärungen organisirt sind.

Es würde weit über den Rahmen dieser Mittheilung hinausgehen, wenn ich im Einzelnen auf die Versuche eintreten wollte, welche diese Sätze beweisen. Uebrigens wird eine allgemeine Zusammenfassung der Resultate vorläufig um so eher genügen, als sie in Folge der zahlreichen Wiederholungen und Variationen der experimentellen Beobachtungen ziemlich genau formulirt werden kann, so dass es Jedermann leicht sein wird, durch richtig angestellte Versuche sich zu orientiren und von der Richtigkeit zu überzeugen.

I. Durch den ersten Satz wird der bisherige Streit, ob die niederen Pilze ohne Sauerstoff leben können oder nicht, in der Weise entschieden, dass sie es nur können, wenn sie Gärung von einer gewissen Intensität veranlassen. Zur Begründung führe ich folgende allgemeine Thatsachen an.

Die Schimmelpilze vermögen nicht, irgend welche Gärung zu erregen, und sie vermögen ebenfalls nicht, ohne freien Sauerstoff in irgend einer Nährlösung zu leben, mag dieselbe jede beliebige Zusammensetzung haben. Wie die Schimmelpilze verhalten sich diejenigen Sprosspilze, denen die Fähigkeit, Gärung zu verursachen, mangelt, mögen sie Sprosspilzformen irgend welcher Schimmelpilze sein oder zur Gattung *Saccharomyces* gehören (z. B. *S. mesentericus*, der Kahmpilz).

Die übrigen Sprosspilze (*Saccharomyces* und Sprosspilzformen von *Mucor*-Arten) besitzen nur das Eine Gärvermögen, Zucker in Alkohol und Kohlensäure zu zerlegen. Uebereinstimmend damit können sie auch in den besten Nährlösungen, denen Zucker mangelt, nicht ohne freien Sauerstoff leben¹⁾. Dagegen wachsen sie in allen sauerstofflosen Nährflüssigkeiten, insofern dieselben Zucker enthalten. Und zwar ist die Vermehrung eine ungeschwächte und somit eine unbegrenzte²⁾, wenn Peptone in ausreichender Menge die stickstoffhaltige Nahrung liefern; — sie hört bei schlechterer Stickstoffnahrung früher oder später auf (die Zunahme ist noch ziemlich reichlich in zuckerhaltiger, 0,5 - bis 0,75 proc. Lösung von Liebig'schem Fleischextract, wenig reichlich in zuckerhaltigem Harn und in zuckerhaltigen Lösungen von Ammoniaksalzen).

Ob es unter den Spaltpilzen ebenfalls (wie unter den Sprosspilzen) Formen giebt (besondere Species oder bloss Anpassungszustände), welche nicht gärtüchtig sind und ohne freien Sauerstoff nicht leben können, konnte durch Versuche, die hier besonders schwierig sind, noch nicht sicher festgestellt werden; — es ist aber wahrscheinlich³⁾. Dagegen unterliegt keinem Zweifel, dass in allen den zahlreichen Fällen, in welchen Spaltpilze bei Abschluss von Luft sich ernähren und wachsen, auch immer irgend eine Gärung stattfindet.

1) Das äusserst spärliche Wachsthum, welches man zuweilen in sauerstofflosen Nährlösungen beobachtet, denen man Mannit zugesetzt hat, dürfte auf Rechnung einer Verunreinigung dieses Stoffes mit Zucker zu setzen sein.

2) „Unbegrenzt“ für den vorausgesetzten Fall, dass die schädlichen Gärprodukte entfernt würden.

3) Die Darstellung Pasteur's, dass es Spaltpilze gebe, welche nur leben und Gärwirkung ausüben, wenn sie freien Sauerstoff finden (Aërobien), und solche, denen für beides Sauerstoffmangel Bedingung sei, so dass sie selbst durch Zutritt von Luft getödtet werden (Anaërobien), beruht nach meinen Erfahrungen auf unrichtiger Beurtheilung mangelhafter Beobachtungen.

Begreiflicher Weise ist auch der Grad der Vermehrung der Spaltpilze, also der Grad der Ernährungsfähigkeit verschiedener sauerstofffreier Lösungen, namentlich wegen der Kleinheit der Zellen, viel schwieriger zu ermitteln als bei den Sprosspilzen. Dieser Grad hängt aber offenbar von zwei Umständen ab, von der Beschaffenheit der wirklichen Nährstoffe, die den Pilzen geboten werden, und von der Art der Gärung, die diese bewirken. Unter den Nährstoffen wirken am günstigsten die Peptone¹⁾, unter den Gärungen die Zerlegung des Zuckers.

Man beobachtet also, bei Ausschluss von Sauerstoff, die reichlichste Vermehrung der Spaltpilze, wenn zugleich Zucker und Peptone in der Nährflüssigkeit enthalten sind, während Zucker mit Asparagin, Harnstoff oder Ammoniaksalzen weniger günstig wirkt. Wird der Zucker durch Glycerin oder Mannit ersetzt, so findet eine weniger reichliche Vermehrung statt.

Sind weder Zucker noch zuckerähnliche Stoffe vorhanden, so findet, bei Abschluss von Luft, nur dann ein ziemliches Wachsthum der Spaltpilze statt, wenn die Flüssigkeit Peptone enthält; diese bieten einerseits die günstigsten Nährstoffe, andererseits aber ein Gärmaterial, das dem Zucker und den zuckerähnlichen Stoffen nachsteht. Die Ernährung der Spaltpilze hört gänzlich auf, wenn bei Sauerstoffmangel, sowohl zur Nahrung als zur Vergärung bloss Asparagin oder Harnstoff oder Ammoniaksalze von organischen Säuren zur Verfügung stehen.

Diese Thatsachen dürften genügen um ein anschauliches Bild von den Umständen zu geben, unter denen der Genuss des Sauerstoffs für die niederen Pilze entbehrlich wird. Um nun die Frage zu entscheiden, durch welche Mittel dies geschieht, muss zunächst festgestellt werden, dass der Sauerstoff nicht etwa als Nährstoff für die Zellen nothwendig ist; — denn während die Spaltpilze in einer Peptonlösung, bei Abschluss von Luft wachsen, bedürfen sie in einer Lösung von weinsaurem Ammoniak des Zutrittes von Luft, obgleich die erstere verhältnissmässig arm, die letztere reich an Sauerstoff ist. Auch die Vergleichung aller anderen Fälle zeigt

1) Die Peptone können durch Albuminate ersetzt werden; dann ist aber zu berücksichtigen, dass die Umwandlung in Peptone durch die ausgeschiedenen Fermente mehr oder weniger Zeit erfordert und oft sehr langsam von statten geht.

uns deutlich, dass das Wachstum der Pilze mit oder ohne Luft ganz unabhängig ist von dem grösseren oder geringeren Sauerstoffgehalt der Nährstoffe.

Der Sauerstoff kann also nur dazu dienen, durch die bei der Oxydation (bei der Bildung von Wasser und Kohlensäure oder auch von complicirteren Oxydationsstufen) frei werdende Kraft die verschiedenen Lebensbewegungen in der Zelle zu unterhalten: nämlich die molecularen Schwingungsbewegungen (wohin auch die elektrischen Strömungen zu rechnen sind), ferner die Ortsveränderungen der Molecüle und endlich die Massenbewegungen. Wenn einer pflanzlichen oder thierischen Zelle der Sauerstoff entzogen wird, so hören, wie experimentell nachgewiesen ist, alle sichtbaren selbständigen Bewegungen, die sie früher zeigte, auf.

Die Gärprocesses gleichen, wie wir gesehen haben, darin den Verbrennungsprocessen, dass sie Wärme oder Spannkraft entbinden. Wir begreifen daher, dass unter allen Zellen nur die Hefenzellen ohne freien Sauerstoff leben können, weil sie die Wirkung des Sauerstoffs durch die Gärthätigkeit ersetzen. Aber sie vermögen diess nur, wenn aus der gärenden Substanz eine hinreichend grosse Menge von Spannkraft frei wird, wie diess bei der Gärung der Zuckerarten, des Glycerins, des Mannits, der Peptone der Fall ist, während der Zerfall der gärfähigen Säuren (Aepfelsäure, Citronensäure, Weinsäure, Milchsäure etc.), ferner des Harnstoffs, des Asparagins und anderer einfacher Stickstoffverbindungen zu wenig Kraft entwickelt, um die Lebensbewegungen im Gange zu erhalten.

In einer sauerstofffreien Nährlösung dient die bei der Gärung entbundene Kraft dazu, die molecularen Bewegungen im Plasma zu unterhalten, und diese molecularen Bewegungen dienen ihrerseits dazu, neue Mengen von Gärmaterial zu zerlegen. Es ist diess eine Wechselwirkung, wie sie häufig auf natürlichem oder künstlichem Wege zu Stande kommt. Das brennende Gas einer Kerze erzeugt eine hohe Temperatur, welche neue Gasbildung und Verbrennung bewirkt.

II. Die Gärthätigkeit einer Zelle wird befördert, wenn diese Zelle sich im Genuss des freien Sauerstoffs befindet. Ich habe diese Thatsache oben durch Darlegung der betreffenden Versuche bewiesen. Der Grund davon ist unschwer einzusehen. Die molecularen Bewegungen im Plasma der Hefenzellen vermitteln einerseits die

Assimilation und Ernährung, anderseits die Gärthätigkeit. Die Kraft, welche diesen molecularen Bewegungen durch die Oxydation zugeführt wird, muss daher Wachstum und Gärung gleichzeitig begünstigen. Je kräftiger eine Zelle vegetirt, um so gärtüchtiger ist sie, — ganz im Gegensatz zu den Theorien von Pasteur und andern neuren Forschern, dass die Hefenzellen nur im krankhaften Zustande, wenn sie Mangel litten, Gärung bewirkten.

Damit soll natürlich nicht gesagt werden, dass die nämlichen molecularen Bewegungen sowohl die Ernährungsfunktionen als die Gärung bewirken. Aber die verschiedenen, in den Moleculen des Plasmas thätigen Bewegungen werden durch die nämliche Ursache unterhalten und gesteigert, und sie bedingen einander auch gegenseitig.

III. Die Gärthätigkeit einer Zelle befördert unter allen Umständen ihr eigenes Wachstum. Dass diess für alle Fälle gilt, in welchen der Luftzutritt gehemmt ist, habe ich bereits bei I. gezeigt, wo die Ernährung überhaupt nur durch die Gärthätigkeit möglich gemacht wird. Schwieriger wird die Beurtheilung für die Fälle, in welchen die Hefenzellen sich im Genusse des Sauerstoffs befinden. Wir beobachten zwar ohne Ausnahme, dass mit der Gärung auch die Intensität des Wachstums zunimmt, aber wir sind in der Regel nicht sicher, was wir als Ursache und was als Wirkung in Anspruch nehmen dürfen; es wäre ja ebensogut möglich, dass die lebhaftere Gärung durch das lebhaftere Wachstum bewirkt würde, als umgekehrt.

Diese Unsicherheit des Urtheils lässt sich nie ganz beseitigen, wenn wir einen Hefenpils nur mit sich selbst vergleichen. Wir beobachten, dass Bier- oder Weinhefe in einer Lösung von Zucker und weinsaurem Ammoniak sich viel stärker vermehrt als in einer Lösung von Glycerin und Pepton, und wir sind geneigt die erstere an und für sich als die schlechtere Nährflüssigkeit zu betrachten und den günstigen Erfolg der Gärthätigkeit zuzuschreiben, welche in der Glycerinlösung mangelt. Wenn aber Jemand behaupten wollte, dass der Zucker eine ungleich viel bessere Nahrung sei für die Alkoholhefe als das Glycerin und dass dieser Umstand allein die Ungleichheit im Wachstum erkläre, so würden wir diese Behauptung zwar sehr unwahrscheinlich finden, aber wir könnten sie durch Versuche mit Alkoholhefe selbst nicht widerlegen.

Dagegen bleibt kaum ein Zweifel übrig, wenn wir mit der Alkoholhefe andere nächst verwandte Pilze vergleichen. Wir sehen dann, dass Glycerin für alle nicht gärtüchtigen Pilze fast ein ebenso guter Nährstoff ist als Zucker, dass Sprosspilze, denen die Gärthätigkeit mangelt, durch Glycerin und Pepton besser ernährt werden als durch Zucker und weinsaures Ammoniak. Wir dürfen aber die Alkoholhefenpilze mit den nicht gärtüchtigen Sprosspilzen um so eher vergleichen, als sonst beide in den verschiedenen Nährflüssigkeiten, denen der Zucker mangelt, vollkommen gleich gut gedeihen, woraus wir schliessen können, dass die Ernährung in beiden sich gleich verhalte. Wenn wir nun finden, dass mit dem Zusatz von Zucker die Alkoholhefenpilze immer sich ungemein viel rascher vermehren, so sind wir wohl berechtigt, die lebhaftere Ernährung von der eingetretenen Gärthätigkeit herzuleiten.

Ist die Thatsache richtig, so wird auch die Erklärung derselben nach den vorausgehenden Erörterungen leichtverständlich. Allerdings wendet das Plasma der Hefenzelle eine geringe Kraft auf, um das Gärmaterial zu zerlegen. Allein die aus dem letzteren ausgelöste Spannkraft, welche den molecularen Bewegungen im Plasma theilweise zu gute kommt, ist viel mal beträchtlicher, und die Summe der Lebenskräfte einer Zelle wird bedeutend erhöht, wenn dieselbe Gärthätigkeit ausübt.

Man könnte nun vielleicht die Meinung hegen, dass die Gärung auch stofflich zum Wohlbefinden der Hefenzellen beitrage. Da das Gärmaterial nicht vollkommen in den normalen Spaltungsprodukten aufgeht (z. B. Traubenzucker in Alkohol und Kohlensäure), sondern zum geringen Theil in Nebenprodukte zerfällt (bei der geistigen Gärung in Glycerin Bernsteinsäure und vielleicht andere noch unbekannte Verbindungen), so wäre es möglich, dass unter den letzteren sich ein die Ernährung in besonderem Masse begünstigender Stoff befände. Diess ist aber durchaus unwahrscheinlich. Wäre es der Fall, so müsste man durch Zusatz des fraglichen Stoffes zu einer nicht gärenden (z. B. glycerinhaltigen) Nährflüssigkeit die nämlichen günstigen Resultate erlangen. Von einem solchen Stoff ist nach den zahlreichen Versuchen mit Lösungen von verschiedener Zusammensetzung nichts bekannt.

Die physiologischen Beziehungen zwischen Gärung und Ernährung, die ich bis jetzt erörtert habe, betreffen den einzelnen Pilz im Verhältniss zu den umgebenden Medien. Es giebt noch eine Beziehung, welche in sein Verhältniss zu anderen Hefenpilzen eingreift, welche also für ihn im Kampfe ums Dasein Bedeutung hat.

IV. Die Gärthätigkeit eines Pilzes benachtheiligt die Ernährung und das Wachsthum der übrigen Pilze, welche nicht für diese, sondern für andere Gärungen organisirt sind. — Es ist gewiss die merkwürdigste unter den Beziehungen zwischen Gärung und physiologischer Funktion, dass die Thätigkeit einer Zelle nicht bloss förderlich für sie selber und ihresgleichen, sondern hemmend für andersartige Zellen sich erweist und dass dieser schädliche Einfluss nicht etwa durch Entziehung von Nährstoffen oder durch Ausscheidung von schädlichen Verbindungen, sondern lediglich durch das Vorhandensein der besonderen Gärthätigkeit bewirkt wird. Diese Beziehung war aber, wegen der manigfaltigen Complicationen, welche die Erscheinungen darbieten, und wegen des Widerspruchs, in welchem sie mit den allgemeinen Gesetzen der Concurrrenz steht, am schwierigsten zu ermitteln.

Bei den zahlreichen Versuchen mit Aussaat von verschiedenen Hefepilzen in das nämliche Glas bekam ich in der Regel Resultate, die den Erwartungen nicht entsprachen. Anfänglich zwar vermehren sich die verschiedenen Keime, jeder nach Massgabe seiner Eigenthümlichkeit und der ihm mehr oder weniger zusagenden äusseren Umstände. Dies geschieht so lange als die Pilze noch wenig zahlreich und daher in der Flüssigkeit derartig vertheilt sind, dass sie einander nicht beeinträchtigen können. Sowie sie aber so zahlreich geworden, dass sie durch Concurrrenz auf einander wirken, so beobachtet man gewöhnlich, dass einer derselben sich stark vermehrt und dass das Wachsthum der übrigen gänzlich stille steht. Dies tritt um so sicherer ein, je gleichartiger die Nährflüssigkeit in allen ihren Theilen beschaffen ist. Sind locale Ungleichheiten vorhanden, — z. B. durch Beimengung von festen Stoffen und gehemmte Circulation, oder durch ungehinderten Luftzutritt zu der Oberfläche, während die tieferen Flüssigkeitsschichten wenig oder keinen Sauerstoff erhalten, — so können zwei verschiedene Pilzvegetationen jede an ihrem Orte die Oberhand gewinnen und alle anderen Pilze verdrängen.

Diese Erscheinung könnte nach den Gesetzen der Concurrenz nur dann erklärt werden, wenn der überhandnehmende Pilz durch Ausscheidung eines schädlichen Stoffes die Ernährung der übrigen verhindern würde. Da diese Annahme, wie ich nachher zeigen werde, unmöglich war, so blieb mir die Lösung des Räthsels lange Zeit zweifelhaft. Sie wurde erst gefunden, als besondere Versuche angestellt wurden, um eine praktische Erfahrung der Bierbrauerei wissenschaftlich zu begründen.

Die Hefe der Bierbrauer ist fast rein von Spaltpilzen; sie kann bei jarelänglichem Betrieb, während welchem eine grosse Menge von neuen Zellengenerationen gebildet werden, diese Reinheit behalten. Dies ist eine sehr merkwürdige Erfahrung, da die Vermehrung in einer neutralen Nährlösung erfolgt. Wenn man nämlich in eine neutrale zuckerhaltige Lösung (auch in Bierwürze) eine Spur von Bierhefe aussäet und die Spaltpilze, welche in dem Wasser oder in der Hefe enthalten sind oder aus der Luft hereinfallen, nicht vollständig ausschliesst, so erhält man zuletzt meistens eine überwuchernde Spaltpilzvegetation. Dies tritt noch viel sicherer ein, wenn man von Anfang an nicht nur Bierhefenpilze, sondern auch Milchsäurepilze zur Aussaat benützt. Dadurch wird bewiesen, dass die Spaltpilze in neutralen Flüssigkeiten besser gedeihen als die Sprosspilze, wobei ich bemerke, dass das entgegengesetzte Resultat erfolgt, wenn die zuckerhaltige Flüssigkeit eine gewisse Menge von organischen oder unorganischen Säuren enthält, indem dann immer die Spaltpilze durch die Sprosspilze verdrängt werden.

Da die chemische Beschaffenheit der Bierwürze nicht die Ursache sein kann, warum die Spaltpilze beim Brauereibetrieb sich nicht vermehren, so lag die Vermuthung nahe, dass einer der begleitenden Umstände entscheidend sei, vor allem die niedere Temperatur, bei welcher man die Bierwürze gären lässt, oder ein gewisser Gehalt von Alkohol, welcher bald erreicht wird, da man die Gärung mit einer gewissen Menge von Hefe ansetzt, oder die Sättigung mit Kohlensäure, welche aus dem gleichen Grunde bald eintritt, oder die Zugabe von Hopfenbitter, oder eine Combination der genannten Factoren.

Diese Vermuthung bestätigte sich in keiner Weise. Wurden Spross- und Spaltpilze, beide in Spuren, zugleich in neutrale zuckerhaltige Flüssigkeiten (auch in Bierwürze) ausgesäet, so gewannen die Spaltpilze nach

einiger Zeit vollständig die Oberhand, mochten die Umstände so oder anders beschaffen sein, — bei jeder beliebigen niederen Temperatur, auch bei 0° , bei jedem beliebigen die Vegetation nicht unterdrückenden Zusatz von Alkohol oder Hopfenbitter, bei vollständiger Sättigung mit Kohlensäure, auch bei Vereinigung mehrerer oder aller dieser Umstände.

Da sich aber bei anderweitigen Versuchen gezeigt hatte, dass, wenn einmal die geistige Gärung ordentlich in Gang gekommen ist, dieselbe andauert und die sie bewirkende Sprosshefe allein sich vermehrt, so wurden Versuche in der Art angestellt, dass zur Aussaat eine grössere Menge von Bierhefe und nur Spuren von Spaltpilzen dienten. Der Erfolg war ganz überraschend. Mag die zuckerhaltige Nährflüssigkeit und die Temperatur wie immer beschaffen sein, so kann man durch Aussaat einer hinreichenden Quantität von Sprosshefe den gewünschten Zweck erreichen, dass nur diese sich vermehrt und die in geringer Menge vorhandenen Spaltpilze gar nicht wachsen.

Bei der Concurrenz der Hefenpilze ist also die verhältnissmässige Zahl der Concurrenten von Bedeutung, und es muss die gegenseitige Verdrängung durch andere Mittel erfolgen als bei allen übrigen Gewächsen. Bei den letzteren ist die Zahl, mit der jede Art in den Kampf ums Dasein eintritt, gleichgültig für das endliche Resultat, mag dasselbe in einer partiellen gegenseitigen Verdrängung und Herbeiführung eines Beharrungszustandes, in welchem jede Art mit einem bestimmten durchschnittlichen Prozentsatz vertreten ist, oder in der totalen Verdrängung einzelner Arten bestehen. Ist eine Art einmal in allzugrosser, eine andere in allzugeringer Menge vorhanden, so ist die Folge davon keine andere, als dass in der nächsten Zeit die erstere eine Abnahme, die letztere eine Zunahme erfährt.

Suchen wir nun nach einer Erklärung für den regelwidrigen Verlauf der Concurrenz bei den Hefenpilzen, so bietet sich zunächst die Annahme dar, dass die Ausscheidungs- und Gärungsprodukte der einen dem Leben der anderen hinderlich seien. Wir würden dann sogleich begreifen, dass eine grosse Zahl von Sprosspilzen, weil sie die Nährflüssigkeit mit einer verhältnissmässig grossen Menge von solchen Produkten verunreinigt, die Spaltpilzvegetation ganz unmöglich macht. Eine solche Annahme ist aber unstatthaft. Die Sprosspilze scheiden keine Stoffe aus, die anderen Pilzen

schädlich sind, sondern nur Stoffe, die eine vortreffliche Nahrung für dieselben bilden. Das Hefenwasser, wenn dasselbe die Ausscheidungsprodukte der Bierhefe in hinreichender Menge enthält, gehört selbst zu den besten Nährflüssigkeiten für Spaltpilzvegetationen. Auch die Produkte der geistigen Gärung verhindern die Spaltpilze nicht zu wachsen. Wenn man die Sprosshefe einer gärenden Flüssigkeit in irgend einem Stadium durch Erhitzen tödtet und dann Spuren von Spross- und Spaltpilzen darin aussäet, so sind die letzteren immer die stärkeren.

Der Grund, warum die Aussaat einer grösseren Menge von Sprosshefe für sie selber von Nutzen ist bei der Concurrenz mit den Spaltpilzen, liegt also nicht in irgend einer substantziellen Veränderung der Nährflüssigkeit. Er besteht nur in dem Vorhandensein einer bestimmten Gärungsbewegung. Dies ist auch deutlich aus den beobachteten Thatsachen nachzuweisen. Wird in eine zuckerfreie neutrale Nährlösung eine grosse Menge Bierhefenzellen und nur eine Spur von Spaltpilzen gegeben, so vermehren sich die ersteren, welche keine Gärung erregen können, langsam, die letzteren dagegen sehr rasch, so dass sie die ersteren bald überwuchern. Das Nämliche ist ferner der Fall, wenn in einer zuckerhaltigen neutralen Nährlösung sich zahlreiche Sprosshefenzellen, die aber ihrer Natur nach nicht Gärung zu bewirken vermögen, mit sehr wenig Spaltpilzen befinden. Bringt man endlich zahlreiche Bierhefenzellen mit einer Spur von Spaltpilzen in eine neutrale Flüssigkeit, welche mehr oder weniger Zucker enthält, so vermehren sich die ersteren allein, so lange die Gärung dauert; sowie dieselbe aber in Folge von Zuckermangel träge wird und aufhört, fangen die Spaltpilze an sich stark zu vermehren, indess das Wachsthum der Sprosspilze stille steht.

Die grössere Zahl ist also für die gärtüchtigen Sprosspilze bei der Concurrenz mit den Spaltpilzen nicht an und für sich vortheilhaft, sondern nur wenn zugleich ein dieser Zahl entsprechender Grad von Gärungsintensität eintritt. Desswegen kommt es, wenn in einer zuckerhaltigen neutralen Nährlösung die Sprosspilze allein sich vermehren sollen, nicht auf das numerische Verhältniss der die Bierhefe verunreinigenden Spaltpilze an, sondern auf die Quantität der im Verhältniss zur Flüssigkeitsmenge zugesetzten Bierhefe. Um den angegebenen Zweck zu er-

reichen, muss die Gärflüssigkeit mit soviel Hefe angesetzt werden, dass sie möglichst bald in ordentliche Gärung geräth¹⁾.

Nach Feststellung der Thatsache ist nun die Frage, wie dieselbe erklärt werden könne. Wie ist es denkbar, dass eine Zelle lediglich dadurch, dass sie moleculare (physikalische und chemische) Bewegungen verursacht, die Ernährung einer andern Zelle beeinträchtigt? Eine befriedigende Antwort lässt sich, wie ich glaube, nur mit Hülfe der Annahme erlangen, welche ich früher wahrscheinlich zu machen suchte, dass die Gärungsbewegung nicht bloss innerhalb der Zelle, sondern auch in einer dieselbe umgebenden Flüssigkeitssphäre stattfindet.

Die molecularen Schwingungen im Plasma der Sprosshefezellen werden auf die Zellflüssigkeit und von dieser durch Fortpflanzung der Bewegung auf die ausserhalb der Zellen befindliche Lösung übertragen. Liegt eine Hefezelle isolirt in der Flüssigkeit, so werden die Gärungsschwingungen in einer bestimmten Entfernung unmerkbar gering. Wenn aber zahlreiche Hefezellen durch eine Zuckermoleculenlösung vertheilt sind, so gerathen bald alle Zuckermoleculen in analoge Schwingungszustände, die jedoch nur in der nächsten Umgebung jeder Zelle stark genug sind, um eine Spaltung zu bewirken.

Die ungleichen molecularen Schwingungen im Plasma der verschiedenen Hefenarten bedingen, wie ich früher erörtert habe, ungleiche Schwingungszustände in den Zuckermoleculen, welche in eigenartigen Störungen des Gleichgewichtes bestehen und daher zu eigenartigen Spaltungen (Alkoholgärung, Milchsäuregärung, Mannitgärung) führen. Wenn nun in

1) Daraus leitet sich die praktische Regel ab, um aus einer mit Spaltpilzen verunreinigten Bierhefe eine reine Hefe zu erziehen. Man bringt in eine gekochte zuckerhaltige Nährlösung gerade so viel Bierhefe, dass die Gärung sofort beginnt. Ehe diese beendigt ist, wird ein Theil der erzeugten Hefe in neue Nährlösung gebracht unter Beobachtung der gleichen Vorsichtsmassregeln, und das Verfahren je nach dem Erfolg noch ein oder mehrere Male wiederholt. Da die Sprosspilze allein sich vermehren, so nimmt die verhältnissmässige Zahl der Spaltpilze mit jeder Kultur ab, und man erhält zuletzt eine beinahe ganz reine Sprosshefe. Es ist sicherer und förderlicher, wenn man die Nährlösungen etwas sauer macht.

Von dem Masse, in welchem die Reinheit der Sprosshefe zunimmt, kann man sich aus dem Umstande eine Vorstellung bilden, dass das Verfahren eine 5 bis 8fache Vermehrung in jeder Nährlösung gestattet. Bei gelungener Kultur nimmt die Prozentzahl der Spaltpilze nahezu in dem nämlichen Verhältniss ab.

einem gegebenen Moment zahlreiche Sprosspilze und wenig zahlreiche Spaltpilze in einer Zuckerlösung vertheilt sind, so wird diese in die eigenartigen Schwingungszustände der Alkoholgärung versetzt. Die wenig zahlreichen und isolirten Spaltpilze vermögen dagegen nicht aufzukommen, sie vermögen auch den nächst liegenden Zuckermoleculen nicht die der Milchsäuregärung oder Mannitgärung entsprechenden Schwingungszustände mitzutheilen. Es müssen im Gegentheil die durch die ganze Flüssigkeit verbreiteten, der Alkoholgärung zukommenden Bewegungen bis in die Spaltpilzzellen hinein ihre Wirkung äussern und hier die normalen Bewegungszustände im Plasma beeinträchtigen. Denn da die Schwingungen im Plasma solche in der Flüssigkeit hervorgerufen, so müssen auch Schwingungen in der Flüssigkeit, die durch fremde Ursachen bedingt sind, diejenigen im Plasma verändern, — und da jede Hefenart eigenenthümliche Bewegungszustände auf die Flüssigkeit überträgt, so muss sie durch andersartige Bewegungszustände der Flüssigkeit abnormal, also krankhaft berührt werden. Wir begreifen daher, dass eine reiche Aussaat und Vegetation von Sprosshefe die spärlich vorhandenen Spaltpilze am Wachsthum und an der Vermehrung hindert und somit unterdrückt.

Es würde nun ein sehr grosses Interesse gewähren, wenn wir wüssten, wie gross die Wirkungssphäre einer Sprosshefenzelle angenommen werden kann. Die einzige Thatsache, die einigen und zwar nur dürftigen Aufschluss darüber giebt, ist die Hefenmenge, welche man anwenden muss, um das Wachsthum der Spaltpilze unmöglich zu machen. Dieselbe beträgt für 1 Lit. Nährlösung etwa 1,7 gr. Trockensubstanz oder 10 ccm. dicke und feste Hefenmasse, die bloss aus Zellen ohne anhängendes Wasser besteht. Wenn sich diese Hefe gleichmässig in der Nährflüssigkeit vertheilte, so käme auf eine Zelle das Hundertfache ihres Volumens Wasser und der Radius der Wirkungssphäre¹⁾ würde nicht mehr als das 2,3 fache des Zellendurchmessers (das 4,6 fache des Zellenradius) betragen. Nun ist aber die Hefe weit davon entfernt, sich gleichmässig in der Flüssigkeit zu vertheilen. Ein ziemlicher Theil derselben befindet sich jeweilen auf dem Grunde, unter Umständen auch an der Oberfläche; die

1) Radius der Wirkungssphäre gleich dem Abstand von dem Mittelpunkt der Zelle bis zum Umfang der Wirkungssphäre.

übrige Hefe ist in auf und absteigender Bewegung begriffen. Wir können somit annehmen, dass auf eine Zelle das Zwei- bis Fünfhundertfache ihres Volumens Wasser treffe, sodass dieselbe auf eine Entfernung wirken muss, die das Drei- und Vierfache ihres Durchmessers beträgt. Der Radius der Wirkungssphäre bei der Verdrängung der Spaltpilze wäre somit wenigstens auf 0,03 bis 0,04 mm. (Zellendurchmesser = 0,01 mm.), somit die Distanz von der Zellenoberfläche, wo die Wirkung noch bemerkbar ist, auf 0,025 bis 0,035 mm. zu veranschlagen.

Ich habe oben (S. 112) aus anderen Thatsachen geschlossen, dass die Sprosshefenzelle auf eine Entfernung von 0,02 bis 0,05 mm. Zucker vergären könne. Die Bestimmung der beiden Wirkungssphären (Gärungs- und Verdrängungssphäre) führt daher ziemlich genau zu dem nämlichen Ergebniss.

Da die Gärthätigkeit einer Zelle, wie ich gezeigt habe, auf fremde Zellen gleichsam giftig wirkt, so ist es nicht ohne Interesse, die Wirkung der Gifte auf lebende Zellen damit zu vergleichen. Ich will vorzugsweise nur von dem Einfluss derselben auf die Gärungspilze sprechen, um nicht möglicher Weise Fremdartiges in die Vergleichung aufzunehmen.

Die Gifte wirken ungleich, viele dadurch, dass sie eine chemische Veränderung in dem lebenden Plasma verursachen, wie dies beispielsweise mit dem Chlor und dem Cyan der Fall ist, oder dass sie die löslichen Albuminate fällen, wie dies die Salze von Kupfer, Blei, Silber, Quecksilber und einige Säuren thun.

Die übrigen Gifte, welche keine chemische Umsetzung zur Folge haben, können bloss als Contactsubstanzen Einfluss ausüben. Ihre Wirkungsweise kann wieder verschieden sein, je nachdem mehr die Anziehung, welche von dem Giftmolecül und dessen Atomgruppen auf die Verbindungen des lebenden Plasma geltend gemacht wird, oder die Bewegungszustände, welche übertragen werden, entscheidend sind.

Beispiele für das Vorwiegen der Anziehung bei der Contactwirkung finden wir in den Säuren. Alle Säuren verlangsamten schon in verhältnissmässig geringen Mengen die Ernährung und die Gärthätigkeit; es

thun dies auch diejenigen Säuren, welche selber zur Ernährung dienen, wie die organischen, die Phosphor- und Schwefelsäure. Dass dieselben chemische Verbindungen eingehen, ist nicht wohl denkbar, weil mit der Abstufung der Concentration die Verzögerung des Lebensprocesses in allen Verhältnissen abgestuft werden kann. Da ferner die verschiedenen Säuren bei ganz ungleicher Zusammensetzung (man vergleiche Salzsäure, Schwefelsäure, Citronensäure) die nämliche Wirkung äussern, so können wir das Uebereinstimmende nicht in den Schwingungszuständen einer bestimmten Atomgruppe, sondern nur in dem chemischen Charakter der Säure finden. Die Annahme liegt nahe, dass das Säureradikal eine vorwiegende Anziehung auf die Amidgruppen in den Albuminaten und Peptonen ausübe und dadurch das lebende Plasma in seiner normalen Bewegung störe. Diess ist um so wahrscheinlicher, als im Allgemeinen der schädliche Einfluss mit der Stärke der Säure zunimmt.

Beispiele für giftige Contactwirkung, ohne dass eine vorwiegende chemische Anziehung im Spiele ist, bieten uns der Schwefelkohlenstoff, das Chloroform, die ätherischen Oele, einige Alkohole. Hier können es nur Bewegungszustände der Atome und Atomgruppen sein, welche einen nachtheiligen Einfluss auf die Plasmamolecüle haben.

Es gibt auch giftige Substanzen, in denen die beiden Wirkungsarten des Contactes vereinigt sind. So verdankt die Ameisensäure ihre giftigen Eigenschaften nicht bloss der Anziehung, welche das Säureradikal ausübt, sondern zugleich noch besonderen Bewegungszuständen; denn geringe Mengen derselben vollbringen die nämlichen Störungen wie viel grössere Mengen anderer starker Säuren. — Ferner wirken wahrscheinlich verschiedene Verbindungen, die bei stärkerer Concentration eine chemische Veränderung im Plasma verursachen, in schwacher Lösung bloss durch Contact, so die Karbolsäure, die schweflige Säure, die Gerbstoffe, die giftigen Salze;¹⁾ — und zwar wäre bei den einen die molecularphysikali-

1) Der Chemiker wird geneigt sein, die Wirkung dieser Gifte immer durch das Zustandekommen eines chemischen Processes zu erklären. Es ist aber zu berücksichtigen, dass in manchen Fällen das Wasser eine gewisse, wenn auch geringe Menge löst, ehe die chemische Wirkung eintritt. So werden Stärkekörner durch Jod erst blau gefärbt, wenn ein bestimmter Grad der Lösung überschritten wird. In gleicher Weise verhalten sich wohl auch viele Gifte zu den lebenden Zellen; die ersten Mengen verursachen noch nicht eine chemische Veränderung, aber sie stören die normalen Bewegungen. Diess

sche Bewegung, bei den andern die chemische Anziehung entscheidend. Während Carbolsäure, Salicylsäure, die Gerbstoffe durch die Bewegungszustände besonderer Atomgruppen, die giftigen Salze durch die Bewegungszustände des Kupferoxyds, des Bleioxyds u. s. w. wirksam sein mögen, müssen wir bei der schwefligen Säure wohl vorzüglich an die Anziehung denken, welche die freien Werthigkeiten derselben auf den Sauerstoff der organischen Verbindungen ausüben, ohne denselben wirklich frei machen und sich aneignen zu können.

Ueber die Wirksamkeit einzelner Gifte sind verschiedene Theorien aufgestellt worden, wobei man, wie ich glaube, den Fehler gemacht hat, Erscheinungen, die erst nachträglich eintreten, als die unmittelbaren Folgen der giftigen Einwirkung zu betrachten. So hat man von der Schwefelsäure, dem Alkohol und anderen Substanzen behauptet, dass sie durch Wasserentziehung wirken. Auch die schweflige Säure soll diess thun, weil Pflanzenblätter in einer Atmosphäre mit geringen Mengen von schwefliger Säure vertrocknen. Es ist nun sicher, dass das Schwefligsäureanhydrid der Pflanzensubstanz nicht bloss Sauerstoff sondern auch Wasser entzieht. Allein dieses Gift verursacht in so geringen Mengen das Verderben der Pflanzen, dass die entsprechende minimale Wassermenge keine Schuld an dem Vertrocknen der Blätter haben kann, welche in warmer trockner Luft viel mehr Wasser durch Verdunsten ohne Nachtheil verlieren. Uebrigens übt die schweflige Säure in den nämlichen geringen Quantitäten auf die im Wasser lebenden Pflanzen, wo die Wasserentziehung ohne Bedeutung ist, einen eben so schädlichen Einfluss aus.

Dass dieses Gift durch Contact wirkt, geht, wie ich glaube, mit grosser Wahrscheinlichkeit aus dem Verhalten der damit behandelten Hefenzellen hervor. Schweflige Säure in solcher Menge dem rothen Weinmost zugesetzt, dass sie denselben eben zu entfärben vermag, verhindert die Entwicklung der Hefenkeime, tödtet dieselben aber nicht. Man kann somit nicht wohl annehmen, dass sie eine Zersetzung verursache, sondern bloss, dass sie durch ihre Anwesenheit einen schädlichen

ist um so wahrscheinlicher, als geringe Mengen der Gifte den Lebensprocess nur verlangsamten oder in zeitweisen Stillstand versetzen, ohne ihn zu vernichten oder auch nur auf die Dauer zu beeinträchtigen.

Einfluss auf das lebende Plasma und dessen normale Bewegungen ausübe. Sowie man nach kürzerer oder längerer Zeit Sauerstoff zu dem geschwefelten Weinmost zutreten lässt, so geht die schweflige Säure in Schwefelsäure über, der rothe Farbstoff wird wieder hergestellt, und bald beginnt auch, indem die Hefenkeime sich entwickeln und vermehren, Alkoholgärung. In gleicher Weise muss die schweflige Säure, die in der Nähe von Fabrikgebäuden in der Atmosphäre enthalten ist, auf die Blätter der höheren Pflanzen einwirken. Sie unterdrückt die Lebensthätigkeit des Plasmas und das Vertrocknen ist eine secundäre Erscheinung, welche immer eintritt, wenn in dem Gewebe der Blätter durch irgend eine schädliche Ursache die normalen Prozesse gestört werden.

Da ein gärthätiger Pilz lediglich durch die molecularen Schwingungen, welche er in der Nährflüssigkeit veranlasst, das Leben anderer Pilze verhindert und da offenbar manche Gifte dasselbe thun, so lag der Gedanke nahe, man könnte vielleicht durch mechanische Erschütterung auf die Lebensthätigkeit der niederen Pilze einwirken, wie ja auch Erschütterungen sehr auffällige Reactionen an reizbaren höheren Pflanzen hervorbringen. Diese Einwirkung wäre dann, nach Analogie der im Vorhergehenden besprochenen Thatsachen, im Allgemeinen eine nachtheilige, im besonderen Falle eine günstige. Ich habe aber früher diesen Gedanken wieder aufgegeben, weil es mir schien, dass die Bewegungen, die bei Versuchen auf mechanischem Wege in einer Flüssigkeit sich erzeugen lassen, im Verhältniss zu den molecularen Bewegungen allzu langsam seien, um eine bemerkbare Störung zu veranlassen. Ich ging dabei von der Thatsache aus, dass in reissenden Gebirgsbächen und namentlich unter Wasserfällen eine Algenvegetation gedeiht.

Nun ist aber in neuester Zeit die schädliche Wirkung der Erschütterung von Nährflüssigkeiten behauptet und als experimentell erweisbar dargestellt worden. Es besteht selbst schon ein Prioritätsstreit über das Verdienst der Entdeckung zwischen Alexis Horvath und Paul Bert. Ersterer berichtet über seine Versuche in Pflüger's Archiv (Bd. 17. S. 125. 1878) und geht dabei von den vermeintlichen Thatsachen aus, dass die Spaltpilze in den grösseren Arterien der Thiere sich nicht vermehren und dass einmal in einem strömenden Bache weder Thiere noch Pflanzen bemerkt wurden. Was die erstere Behauptung betrifft, so

habe ich sie schon früher auf ihre wirkliche Bedeutung zurückgeführt.¹⁾ Was aber den strömenden Bach betrifft, so wurde vielleicht die Vegetation der mikroskopischen Gewächse darin übersehen. Wenigstens ist es Thatsache, dass in den reissenden Bächen der Alpen, in denen der Laie keine Pflanzen und Thiere sieht, von dem Botaniker auf den Steinen ein äusserst dünner Ueberzug von Algen vorzüglich aus der Gruppe der Nostochinen (Chroococcaceen etc.) gefunden wird. Der Mangel an grösseren, dem blossen Auge sichtbaren, fadenförmigen Algen erklärt sich einfach aus dem Umstande, dass dieselben gegenüber der mechanischen Gewalt des strömenden Wassers sich nicht festzuhalten vermögen.

Zu den Versuchen, welche Horvath im Laboratorium des Herrn Claude Bernard in Paris auszuführen Gelegenheit fand, dienten 20 cm. lange, bis 2 cm. weite, an beiden Enden abgerundet-zugeschmolzene Glasröhren, die zur Hälfte mit der Nährflüssigkeit, zur Hälfte mit Luft gefüllt waren. „Die Röhren wurden durch einen Wassermotor geschüttelt, der ein Brett, auf welchem die Röhren horizontal befestigt waren, in horizontaler Richtung in eine 25 cm. umfassende Bewegung (100 bis 110 Mal in der Minute) versetzte. Nach jeder Bewegung empfing das Brett durch eine besondere Einrichtung noch einen Extrastoss, was die Flüssigkeit noch heftiger schüttelte.“

Als Resultat wird angegeben, dass zwei geschüttelte Röhren nach 24 Stunden noch klar geblieben waren und keine Vermehrung der Spaltpilze zeigten, während zwei andere unter den gleichen Bedingungen, aber in der Ruhe gehaltene Röhren sich trübten. Auch die ersteren zwei Röhren zeigten, nachdem sie während weiteren 28 Stunden ruhig gehalten wurden, Trübung und Vermehrung der Spaltpilze. Andere Röhren dagegen, die sich 48 Stunden lang auf dem Schüttelapparat befanden, blieben nachher auch in der Ruhe klar und ohne Zunahme der Spaltpilze. Daraus wird geschlossen, dass durch eine continuirliche Bewegung von 24 Stunden die Vermehrung dieser Pilze verhindert und durch eine Bewegung von 48 Stunden ihre Fähigkeit der Vermehrung aufgehoben werde.

1) Die niederen Pilze in ihren Beziehungen zu den Infectiouskrankheiten und der Gesundheitspflege S. 124 (1877).

Diese Versuche sind geeignet, das Interesse der Physiologen in hohem Grade in Anspruch zu nehmen, und ich würde sie namentlich auch als Bestätigung für die molecularphysikalische Gärungstheorie und für die oben ausgesprochene Meinung betreffend die Wirkungsweise mancher Gifte begrüßen, wenn nicht einige kritische Bedenken gegen die Richtigkeit der Schlussfolgerungen sich mir aufdrängten.

Das eine Bedenken betrifft die Wirksamkeit der angewendeten Schüttelbewegung. Es ist klar, dass dieselbe von dem Grade der Erschütterung abhängt, welcher seinerseits bedingt wird durch die Geschwindigkeit, mit welcher man die Flüssigkeit gegen die Glaswand schleudert. Wir vermissen darüber eine bestimmte Angabe, da aus den wenigen oben wörtlich angeführten Sätzen nur mittelst willkürlicher Annahme eine Schätzung möglich ist. Befand sich das Brett in einer continuirlichen und gleichmässigen hin- und hergehenden Bewegung, machte es in dieser Art 100 bis 110 Excursionen von 25 cm. in die Minute, waren die Röhren überdem in der günstigsten Stellung (die Längendimension parallel der Bewegungsrichtung), so legte die Flüssigkeit in 0,6 bis 0,55 Secunden einen Weg von 30 cm. (25 cm. Excursion des Brettes und 5 cm. halbe Länge der halbgefüllten Röhre) zurück, was in der Secunde eine Geschwindigkeit von 50 bis 54 cm. ergibt. Die Bewegung war aber wahrscheinlich keine gleichmässige, sondern eine stossweise mit zwischenliegenden Pausen, so dass die Geschwindigkeit wohl das Doppelte (100 cm.) betrug. Wäre aber die Stellung der Röhren eine andere als die vorhin angenommene, so würde die Bewegung der Flüssigkeit erheblich langsamer. Der seitliche Extrastoss kann die Geschwindigkeit nur in unbedeutendem Masse durch Vergrößerung der Weglänge vermehrt haben, wenn er überhaupt eine Wirkung hatte. Schwerlich hat also die Geschwindigkeit, mit der die Flüssigkeit in den Röhren hin und her geschleudert wurde, viel mehr als 1 Meter in der Secunde betragen; ich will sie aber, um keinen Fehler zu begehen, zu 2 m. annehmen.

Vergleichen wir nun damit die Erschütterungen unter Wasserfällen, so müssen dieselben eben so gross sein, wo die Wassermasse bloss $\frac{1}{4}$ m. hoch fällt, weil sie mit der nämlichen Geschwindigkeit auf die Steine stösst, wie die Nährflüssigkeit auf dem Schüttelapparate von Horvath an

die Glaswandung. Wasserfälle von 5 bis 20 m. Höhe, die in den Alpen so häufig sind, prallen mit einer 5 bis 10 mal grösseren Geschwindigkeit auf, von den höheren Fällen gar nicht zu sprechen, wo die Geschwindigkeit den 20 bis 40 fachen Werth erreichen kann. Die Erschütterung verursacht die Töne, welche man bei grösseren Wasserfällen neben dem Geräusch wahrnimmt und welche, wie Heim gezeigt hat, bestimmte Accorde bilden. Ich halte es überhaupt für unmöglich, auf künstlichem Wege Wasserpflanzen in so heftige Erschütterung zu versetzen, wie sie die unter den Wasserfällen vegetirenden Algen zeitlebens erfahren.

Es ist also sicher, dass es Algen giebt, welche im natürlichen Zustande ohne Nachtheil für ihre Ernährung und Fortpflanzung viel stärkere Erschütterungen aushalten, als sie bei den Schüttelungsversuchen von Horvath erzeugt wurden. Daraus würde allerdings die Wahrscheinlichkeit sich ergeben, dass die Unterbrechung und Vernichtung der Lebensthätigkeit, welche bei diesen Versuchen beobachtet wurden, nicht auf Rechnung der Bewegung zu setzen wären. Denn es lässt sich nicht wohl annehmen, dass die Spaltpilze, welche in jeder Beziehung als die widerstandsfähigsten Organismen sich erweisen und zugleich auch die kleinsten bekannnten Zellen darstellen, gegen Erschütterung sich so viel empfindlicher verhalten sollten, als die ihnen in manchen Beziehungen nahe verwandten Nostochinen. — Ich könnte, ausser den unter Wasserfällen wachsenden mikroskopischen Algen, als weitere Analogie noch an die grösseren auf Klippen wachsenden Meereralgen erinnern, welche bei anhaltendem Sturm durch die Brandung wohl in nicht geringere Bewegung gerathen als die Pilze in den Schüttelröhren, sowie an die Zweige und Blätter von Bäumen, welche bei dauerndem heftigem Wind gewiss noch heftiger erschüttert werden.

Die Frage wäre somit, ob die Resultate der Horvath'schen Versuche nicht einer andern Ursache zugeschrieben werden können als der mechanischen Erschütterung. Dies ist mir allerdings nach meinen Erfahrungen über Spaltpilzkulturen nicht unwahrscheinlich. In dieser Beziehung sind zwei Momente ins Auge zu fassen, die Temperatur und die Zusammensetzung der Nährlösung.

Was die Temperatur betrifft, so schwankte sie bei dem ersten 24 stündigen Versuch von Horvath zwischen 24° und 36° C., bei dem

zweiten 48 stündigen zwischen 30° und 36° C. Es ist dies im Allgemeinen die günstigste Temperatur für Spaltpilzkulturen. Der Wärmegrad, bei welchem das Wachstum aufhört, liegt übrigens sehr ungleich hoch, je nach der chemischen Zusammensetzung der Nährlösung, meistens nur wenig höher als der günstigste Temperaturgrad. Es giebt manche Nährlösungen, welche nur eine geringe Erhöhung über 36° C. gestatten, ohne dass die Vermehrung der Spaltpilze stille steht, und auch solche, die man nicht einmal auf 36° erwärmen darf, ohne die Vermehrung zu hemmen. Bei den Horvath'schen Versuchen war die Temperatur für die angewendete Nährlösung zwar günstig, wie die Controlversuche mit den in Ruhe gehaltenen Röhren zeigen. Allein in den geschüttelten Röhren muss durch die mechanische Bewegung eine entsprechende Erhöhung der Temperatur eingetreten sein, indem ja schon Mayer 1842 zeigte, dass durch Schütteln das Wasser in einer Flasche von 12 auf 13° stieg.

Es ist nun allerdings unbekannt, um wie viel die Wärme in den genannten Versuchen gestiegen, und fraglich, ob daraus der erhaltene Effect erklärt werden kann. Letzteres dürfte um so eher als möglich erscheinen, da die Ungleichheit im Effect zwischen dem 24 und 48 stündigen Schütteln schwerlich allein die Folge der ungleichen Zeitdauer ist. Anders würde es sich verhalten, wenn die Temperatur schädlich wirkte, weil dieselbe beim 24 stündigen Versuch zwischen 24° und 36° schwankte, also wohl nur selten das Maximum erreichte und damit die zulässige Grenze überschritt, während beim 48 stündigen Versuch, bei welchem die Temperatur zwischen 30° und 36° betrug, diese Grenze während der gleichen Zeit viel häufiger überschritten werden musste. Es hätte somit beim 48 stündigen Versuch die Gesamtdauer der schädlichen Temperaturen nicht das Doppelte, sondern das Mehrfache von derjenigen beim 24 stündigen Versuch betragen, und damit wäre das sonst unbegreifliche Resultat erklärt, dass beim 24 stündigen Versuch bloss eine geringe Schwächung, ein rasch vorübergehender Starrezustand, beim 48 stündigen Versuch dagegen die Tödtung¹⁾ der Spaltpilze oder wenigstens eine sehr intensive und nachhaltige Schwächung derselben beobachtet wurde.

1) Aus dem Umstande, dass die vorher geschüttelten Röhren nach mehr als 48 stündigem Aufenthalt im Brütöfen ungetrübt blieben, schliesst Horvath, dass die Fähigkeit der Pilze, sich zu

Die soeben angestellte Betrachtung über die Temperatur in den geschüttelten Röhren lässt es als sehr wünschbar erscheinen, genau das andere Moment, die chemische Zusammensetzung der Nährflüssigkeit zu kennen. Leider gestatten die Angaben Horvath's auch hierüber kein bestimmtes Urtheil. Er „benützte eine Flüssigkeit von folgender Zusammensetzung: Auf 1 Liter destillirten Wassers wurden genommen: 10 gr. neutrales weinsteinsaures Ammoniak, 5 gr. saures phosphorsaures Kali, 5 gr. schwefelsaure Magnesia, und $\frac{1}{2}$ gr. Chlorcalcium. Diese Lösung, gekocht und filtrirt, war völlig klar und durchsichtig.“ Es ist vorauszu sehen, dass aus einer solchen Mischung ein reichlicher Niederschlag von phosphorsaurer Magnesia beim Filtriren entfernt wurde; es bleibt aber ungewiss, was zurückgeblieben ist und welche Zusammensetzung die klare Nährlösung wirklich hatte. Dies ist aber ein sehr wichtiger Punkt, wenn es sich um Kultur bei höheren Temperaturen handelt. Im Allgemeinen vertragen die Spaltpilze in ungünstigen Nährlösungen weniger hohe Temperaturen; dabei kommt es wesentlich auf die Menge einzelner in Lösung befindlicher Stoffe an. Am wenigsten lassen sich saure Flüssigkeiten ohne Nachtheil erwärmen, und die Horvath'sche Lösung reagirte jedenfalls erheblich sauer, da in derselben sich $\frac{1}{2}$ Proz. eines sauren Salzes befand.

Für solche Versuche dürfte sich $\frac{1}{2}$ bis 1 Proz. neutrales weinsaures Ammoniak mit einigen Proz. Zucker, noch besser aber Fleischextract oder Pepton mit Zucker empfehlen, da bei solcher Nahrung die Spaltpilze den freien Sauerstoff entbehren können, den sie beim Genuss von Ammoniaksalz allein nöthig haben. Vor Allem aber sollten nach meiner Ansicht die Schüttelversuche bei gewöhnlicher oder nur mässig erhöhter Temperatur (jedenfalls nicht bei Brütwärme) angestellt werden, um ganz sicher zu sein, dass die durch den mechanischen Effect erzeugte Wärme niemals schädlich werden kann.

Um schliesslich ein Urtheil über die Wirkung der mechanischen Erschütterung abzugeben, so möchte ich die Horvath'schen Behauptungen

vermehren, aufgehoben worden sei. Es folgt indess daraus bloss eine ziemlich hochgradige Schwächung; die Brütwärme muss oft viel länger einwirken, ehe eine bemerkbare Vermehrung der geschwächten Spaltpilze eintritt.

nicht als unrichtig oder unmöglich erklären. Aber sie scheinen mir, mit Rücksicht auf die gemachten Einwürfe, nicht so sehr über jeden Zweifel erhaben, dass die Physiologie mit ihnen rechnen dürfte, und es wäre im höchsten Grade wünschbar, wenn eine Wiederholung der Versuche mit besseren Nährlösungen und bei niedrigeren Temperaturen stattfände. Die Sache ist nicht bloss für die Theorie der Gärthätigkeit und der Giftwirkung, sondern für alle physiologischen Prozesse von hohem Interesse. Bis neue Erfahrungen uns sicheren Aufschluss geben, müssen wir die Wirkungen mechanischer Erschütterung auf die molecularen Bewegungszustände des lebenden Plasmas für problematisch halten.

Es giebt noch eine sehr bemerkenswerthe Erscheinung der physiologischen Thätigkeit, in welcher die gärenden Zellen sich anders verhalten als die nicht gärenden, nämlich die Ausscheidung von Verbindungen des Zelleninhaltes. In einer früheren Mittheilung¹⁾ wurde gezeigt, dass Bierhefe in Wasser, dem so viel Phosphorsäure zugesetzt ist, um die Spaltpilze abzuhalten, während längerer Versuchsdauer einen ziemlichen Theil ihrer Albuminate als Peptone ausscheidet, und dass das Nämliche beim Kochen der Hefe mit Wasser erfolgt. Ebenso findet man, wenn man Bierhefe nur so lange, dass sich die Spaltpilze nicht vermehren können, mit reinem Wasser stehen lässt, Peptone in der Flüssigkeit. Fügt man dagegen dem Wasser Zucker zu, so dass Gärung eintritt, so kommen nicht bloss Peptone, sondern auch Albumin aus den Zellen heraus. Die bezüglichen Thatsachen sind folgende:

Bei verschiedenen geistigen Gärungen, die im Brütkasten mit einem durchgeleiteten Luftstrom angestellt wurden, entdeckte Hr. O. Loew, Adjunct des pflanzenphysiologischen Instituts, am Rande der Flüssigkeit fibrinartige Massen. Dieselben waren ohne Zweifel unter der Einwirkung des Sauerstoffs aus Eiweiss entstanden. Wie kam aber das Eiweiss in die Nährlösung, welche anfänglich nur Ammoniaksalze enthielt? Es war im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass sich Eiweiss aus Ammoniak und Zucker ausserhalb der Hefenzellen gebildet haben sollte, etwa nach Analogie der extracellularen Gärung. Aber es widersprach auch aller Erfahrung, dass Zellen Eiweiss spontan ausscheiden, oder dass denselben von angesäuertem Wasser (in den fraglichen Fällen reagirte die gärende Flüssigkeit stets sauer) Eiweiss ent-

1) Sitzungsberichte der k. b. Akad. d. W. vom 4. Mai 1878.

zogen werden sollte. Es wurden daher einige Versuche angestellt, um zu ermitteln, unter welchen Umständen Eiweiss und Fibrin in einer Flüssigkeit, welche Bierhefe enthält, auftreten. Dabei waren die Verhältnisse denjenigen, unter denen die Beobachtung gemacht worden, möglichst gleichgehalten.

Zu den Versuchen 1—10 dienten Kolben von ungefähr 1,5 Lit. Inhalt, jeder mit 250 gr. Wasser und 2 gr. Bierhefe (Trockengewicht). Das Wasser enthielt als mineralische Nährsalze 2 Proz. neutrales phosphorsaures Kali, 0,02 Proz. schwefelsaure Magnesia und 0,01 Proz. Chlorcalcium. Die Kolben standen in einem Brütkasten, dessen Temperatur 30—32° C. betrug. Durch die Flüssigkeit wurde ein continuirlicher Luftstrom geleitet.

1) Da die Gärungen, bei denen Fibrinbildung beobachtet worden war, etwas Milchsäure und Essigsäure enthielten (in Folge neben her gehender Spaltpilzvegetation) so wurde zuerst untersucht, ob vielleicht diese Säuren das Austreten von Eiweiss aus den Zellen bewirken. Es wurden 2,5 gr. Milchsäure in den Kolben gegeben, so dass eine 1 Proz. Lösung vorhanden war. Nach 15 Stunden fanden sich nur sehr schwache Spuren von Eiweiss, dagegen merkliche Mengen von Pepton in der Lösung.

2) Essigsäure, in gleicher Menge angewendet, gab ganz das gleiche Resultat wie Nr. 1.

3) Bei Zusatz von 1 Proz. Milchsäure und 10 Proz. Rohrzucker, so dass eine lebhaftige Gärung erfolgte, wurden nach der nämlichen Versuchsdauer ebenfalls nur äusserst geringe Spuren von Eiweiss in der Lösung beobachtet.

4) Die Anwendung von 1 Proz. Essigsäure und 10 Proz. Rohrzucker hatte das gleiche Resultat wie Nr. 3 zur Folge.

5) Die Lösung enthielt 1 Proz. kohlen-saures Ammoniak (keinen Zucker). Nach der Versuchsdauer von 15 Stunden waren erhebliche Mengen von Eiweiss (kein Fibrin) in der Flüssigkeit.

6) Die Lösung enthielt 1 Proz. kohlen-saures Ammoniak und 10 Proz. Zucker. Nach 15 Stunden zeigte sie einen starken Eiweissgehalt und an dem Rande fibrin-artige Fasern.

7) Der Zusatz von 1 Proz. salpetersaurem Ammoniak und 10 Proz. Zucker hatte ein ähnliches Ergebniss wie Nr. 6. Das in Lösung befindliche Eiweiss betrug 7,3 Proz. des Trockengewichts der angewendeten Hefe.

8) Bei Anwendung von 1 Proz. essigsaurem Ammoniak und 10 Proz. Zucker wurden wie bei Nr. 7 Eiweiss in der Flüssigkeit und fibrinartige Ausscheidungen am Rande derselben gefunden. Das Gewicht des Eiweisses betrug nach der gleichen Versuchsdauer von 15 Stunden 7,6 Proz. der Trockensubstanz der Hefe.

Das Eiweiss wurde bei den Versuchen 7 und 8 durch Coagulation in angesäu-erter Lösung und Trocknen bei 100° bestimmt; das Fibrin machte in diesen beiden und auch in den anderen Fällen nur einen geringen Theil der Eiweissmenge aus.

9) Pepton (1 Proz.) mit Zucker (10 Proz.) gab reichliches Eiweiss, aber keine fibrinartigen Ausscheidungen.

10) Leucin (1 Proz.) mit Zucker (10 Proz.) gab ebenfalls viel Eiweiss und daneben äusserst geringe Fibrinbildung.

11) Grössere Mengen von Bierhefe, welche man kürzere oder längere Zeit mit Wasser stehen lässt, scheiden bloss Peptone aus. Man findet in dem Wasser keine Spur von Eiweiss.

Die fibrinartigen Massen, welche in den vorstehenden Versuchen in wechselnden Mengen beobachtet wurden, hatten ganz das Aussehen von Blutfibrin. Es waren elastische Fasern, welche in mässig concentrirter Salzsäure zu einer Gallerte aufquollen und dann sich lösten. Sie machten immer nur einen geringen Theil des ausgeschiedenen Eiweisses aus und waren offenbar aus demselben entstanden. Um übrigens in dieser Beziehung thatsächliche Gewissheit zu erlangen, wurden noch folgende Versuche angestellt.

12) 1 gr. Hühnereiweiss wurde mit 10 gr. neutralem phosphorsaurem Kali in 500 gr. destillirtem Wasser gelöst und unter Durchleitung eines Luftstromes 12 Stunden lang auf einer Temperatur von 30° C. erhalten. Nach dieser Zeit war mehr als die Hälfte des Eiweisses in eine schwammige elastische Masse verwandelt, welche die grösste Aehnlichkeit mit Blutfibrin zeigte.

13) Ganz der nämliche Versuch wie Nr. 12, nur mit Weglassung des phosphorsauren Kalis, gab etwas weniger Fibrin.

14) Ebenfalls der nämliche Versuch wie Nr. 12, aber mit 2,5 gr. Essigsäure statt des phosphorsauren Kalis, gab ungefähr die gleiche Menge Fibrin, also etwas mehr als Nr. 13.

Ob die aus dem Eiweiss der Hefezellen mit der aus dem Hühnereiweiss entstandenen fibrinartigen Substanz wirklich identisch war, wie es den Anschein hatte, und wie sich beide zu dem Blutfibrin verhalten, bleibt dahingestellt. Ebenso muss es unentschieden gelassen werden, welche Umstände neben der Einwirkung des Sauerstoffs der Luft auf die Umwandlung des Eiweisses Einfluss haben. Wie es scheint wird die Fibrinbildung durch die Anwesenheit von Säuren oder Salzen befördert.

Zu den offenen Fragen gehört endlich auch das Verhältniss zwischen den von den Hefezellen herstammenden fibrinartigen Massen und dem von Melsens (Jahresbericht 1857 S. 531) erwähnten, sogenannten „künstlichen Zellgewebe“, welches er mittelst mechanischer Bewegung und mittelst Durchleiten von Luft oder Kohlensäure aus Eiweisslösungen erhielt.

Aus den eben mitgetheilten und den in der früheren Mittheilung¹⁾ enthaltenen Thatsachen müssen folgende Schlüsse gezogen werden:

1) Die Sprosshefe scheidet, wenn sie keine Gärung bewirkt, in neutralen, in schwach und stärker sauren Flüssigkeiten bloss Peptone (kein

1) Sitzungsberichte der k. b. Akad. d. W. vom 4. Mai 1878.

Eiweiss) aus; das Nämliche geschieht unter den gleichen Umständen, wenn die Hefezellen getödtet sind.

2) Dagegen scheidet die Sprosshefe, auch wenn keine Gärung statt hat, in alkalischen Lösungen Eiweiss aus, die Zellen mögen lebend oder todt sein.

3) Die Sprosshefe scheidet, wenn sie Zucker vergärt, in neutralen, schwach alkalischen und schwach sauren Flüssigkeiten Eiweiss aus.

4) Dagegen scheidet sie auch bei lebhafter Gärung in stärker sauren Flüssigkeiten kein Eiweiss, sondern nur Peptone aus.

Mit Hülfe der Gärthätigkeit diosmirt also das Eiweiss durch die Hefezellmembranen unter Umständen, unter denen es ohne dieselbe nicht hindurchgeht. Die Gärthätigkeit übt in dieser Beziehung die gleiche Wirkung aus, wie eine alkalische Lösung, welche die Membranen durchdringt. Dagegen wird diese Wirkung aufgehoben, wenn die Flüssigkeit stark sauer ist.

Die Frage wäre nun, wie verhält sich die Theorie der Gärung zu den angeführten merkwürdigen Erscheinungen? Wie ist der mechanische Effect der Gärthätigkeit auf die Diosmose des Eiweisses zu erklären? Zu diesem Behufe müssen wir eine Vorstellung über die mechanischen Ursachen zu gewinnen suchen, warum Eiweiss unter gewöhnlichen Umständen nicht durch Membranen hindurchgeht. Es ist daher nöthig, etwas näher auf das Verhalten der verschiedenen Lösungen einzugehen.

Gewöhnlich unterscheidet man zwei Gruppen von Stoffen, welche in Lösung ungleiche Eigenschaften zeigen, Krystalloide und Colloide. Die ersteren haben die Fähigkeit, Krystalle zu bilden und durch Membranen zu diosmiren; sie geben spritzende Lösungen. Die letzteren vermögen nicht zu krystallisiren, nicht oder nur in geringem Masse durch Membranen hindurch zu gehen; sie bilden schleimige fadenziehende Lösungen. Dieser Gegensatz war für den Entdecker gerechtfertigt; die jetzigen fortgeschrittenen Kenntnisse haben die Unterscheidung von Krystalloiden und Colloiden in der früheren Form mehr und mehr unhaltbar gemacht. Denn es giebt einzelne Krystalloide, welche diosmiren aber nicht krystallisiren, wie der Fruchtzucker; ferner gibt es Colloide, welche unter gewissen Umständen nicht, unter anderen leicht diosmiren, und ferner kennt man schon mehrere, welche in krystallähnlichen Formen sich ausscheiden, wie Albuminate, Amylodextrin und Inulin. Wir können also nicht zwei Gruppen von Stoffen, sondern nur verschiedene Eigenschaften unterscheiden, die bald so, bald anders zusammentreffen, und bei der nämlichen Verbindung je nach den äusseren Einflüssen sich ungleich verhalten.

Die wichtigste Eigenschaft, in der die Lösungen sich verschieden zeigen, besteht in der molecularen Constitution. In dieser Beziehung gibt es zwei Klassen, einerseits die Lösungen von Salzen, Zucker u. s. w.; andererseits diejenigen der organisirten Stoffe (Eiweiss, Stärke, Cellulose). In den ersteren sind zwischen den Wassertheilchen die vereinzeltten Molecüle, in den letzteren die vereinzeltten Micelle (krystallinische Molecülgruppen) vertheilt.

Wenn man einen Krystall von Salz oder von Zucker in Wasser legt, so lösen sich von demselben Molecüle ab, welche sich in der ganzen Flüssigkeitsmasse verbreiten. Dieser Vorgang kommt zu Stande 1) durch das Verhältniss der Anziehung der Salzmolecüle unter sich, der Wassermolecüle unter sich und der Salzmolecüle zu den Wassermolecülen, und 2) durch die Bewegungszustände, in denen sich die kleinsten Theilchen befinden, durch die schwingende Bewegung der Krystallmolecüle und die fortschreitende Bewegung der Wassermolecüle. Ist die lebendige Kraft, mit der ein oberflächliches Krystallmolecül in Folge seiner eigenen Schwingung und des Stosses der anprallenden Wassermolecüle sich in der Richtung gegen das Wasser bewegt, vermehrt durch die Gesamtanziehung, welche das Wasser auf dasselbe ausübt, grösser als die Summe der Cohäsion, durch welche es an den Krystall gebunden ist, und der Cohäsion des Wassers, welche es zu überwinden hat, so geht es in die Lösung über. Unter anderen, leicht zu beurtheilenden Umständen kehrt ein Molecül aus der Lösung zum Krystall zurück, um denselben zu vergrössern, oder auch um mit anderen Molecülen den Anfang zu einem neuen Krystall zu bilden. In der gesättigten Lösung halten sich beide Bewegungen das Gleichgewicht.

Während der Zucker sich in Wasser löst, ist die damit verwandte Stärke und Cellulose unlöslich; es gehen keine Stärkemolecüle von dem Stärkekorn in das Wasser über. An diesem ungleichen Verhalten können verschiedene Ursachen theilhaftig sein die geringere Verwandtschaft von Stärke und Wasser, die grössere Cohäsion der Substanz des Stärkekorns, das grössere Gewicht und die schwächeren Bewegungszustände der Stärkemolecüle. Welcher Antheil an der Wirkung jeder der genannten Ursachen zukomme, ist für die vorliegende Betrachtung ohne Belang.

Die Stärkekörner, die Cellulosemembranen, sowie alle andern organisirten Gebilde, sie mögen aus eiweissartigen, leimgebenden, elastischen, hornartigen oder anderen Substanzen bestehen, sind nicht unmittelbar aus den Molecülen aufgebaut, so dass diese eine continuirliche Zusammenordnung bilden würden, — sondern die nächsten Bestandtheile sind krystallinische Molecülgruppen (Micelle), welche im imbibirten Zustande je durch eine Wasserschicht von einander getrennt sind. Die Krystallnatur der Micelle ergibt sich vorzüglich aus dem optischen Verhalten gegen das polarisirte Licht, ihre Benetzung mit Wasserhüllen aus den Erscheinungen beim Aufquellen und Eintrocknen der organisirten Substanzen. Ich setze diese Kenntniss des organisirten

Baues, welcher schon vor 20 Jahren nachgewiesen wurde, voraus¹⁾ und verweise übrigens auch auf die Anmerkung am Schlusse dieser Abhandlung.

In analoger Weise wie die Salz- und Zuckerkrystalle sich im Wasser in die einzelnen Molecüle auflösen, können die organisirten Körper in einer geeigneten Lösungsflüssigkeit in die Micelle zerfallen und eine Lösung bilden. Die Ursachen für den letzteren Vorgang sind die nämlichen wie für den ersteren. Da aber die (krystallinischen) Micelle selbstverständlich unter einander einen weniger festen Zusammenhang haben als die Molecüle der nämlichen Verbindung, so ist es begreiflich, dass die Lösungsursachen sich schon mächtig genug erweisen, um Micelle von einem Körper loszutrennen und eine Micellarlösung zu bilden, während sie noch viel zu schwach sind, um die Micelle in die Molecüle zu zerlegen und eine Molecularlösung herzustellen. Alle organisirten Körper zerfallen zuerst in die Micelle, wenn überhaupt eine Trennung in kleinste Theilchen möglich ist; und im Allgemeinen sind von den organisirten Verbindungen bloss Micellarlösungen bekannt, die auf sehr verschiedene Weise erhalten werden.

Die Annahme, dass die organisirten Substanzen bei der Lösung in die Micelle und nicht in die Molecüle zerfallen, ist nicht bloss eine theoretische Folgerung aus den vorhandenen Umständen, sondern sie wird auch durch mehrere Thatsachen bestätigt, welche zugleich die unterscheidenden Merkmale der Micellarlösungen gegenüber den Molecularlösungen aufzeigen. Die wichtigste Thatsache ist die, dass die kleinsten Theilchen der Lösungen organisirter Verbindungen beim Uebergang in den festen Zustand sich nicht zu Krystallen, sondern zu krystallähnlichen Körpern zusammensetzen, deren Bau mit dem der organisirten Substanzen übereinstimmt. Ich habe dieselben „Krystalloide“ im Gegensatz zu den wirklichen Krystallen genannt, weil der Name Krystalloid für eine krystallisirende Substanz im Sinne von Graham entweder überflüssig ist, oder dann richtiger Krystallogen heisst.

Die „Krystalloide“ haben die grösste Aehnlichkeit mit Krystallen, aber sie imbibiren sich mit Wasser, verlieren dasselbe wieder durch Verdunstung (Eintrocknen) und sind unter dem Einfluss stärkerer Mittel (Säuren, Alkalien u. s. w.) einer weitergehenden Quellung fähig. Die Micelle in den Krystalloiden sind also im benetzten Zustande durch Flüssigkeitsschichten getrennt. Diese Micelle erweisen sich mit Hülfe des polarisirten Lichtes als doppelbrechende winzige Kryställchen. Sie sind ferner, was ihre Zusammenordnung betrifft, entweder, wie die Molecüle in den gewöhnlichen Krystallen, in parallele Ebenen geordnet, die nach 3 räumlichen Dimensionen verlaufend sich kreuzen (in den Krystalloiden der Albuminate), oder in Kugelschalen um einen gemeinsamen Mittelpunkt (in den Sphaerokrystalloiden von Inulin) oder in

1) Nägeli Stärkeköerner 1858; Sitzungsberichte der k. b. Akad. d. W. 8. März 1862 (Botanische Mittheilungen I, 183); Sachs Handbuch der Experimentalphysiologie der Pflanzen 1865; Nägeli und Schwendener Mikroskop 1877.

Cylindermänteln um eine gemeinsame Axe gelagert (in den Cylindrokrystalloiden oder Discokrystalloiden von Amylodextrin). Die Analogie mit den Krystallen besteht darin, dass die Micelle in der nämlichen Schicht gleichartig gerichtet sind, und dass die gleichlaufenden Schichten in ihrer Orientirung mit einander übereinstimmen.

Die Krystalloide der Albuminate haben im Pflanzenreiche eine ganz allgemeine Verbreitung; ¹⁾ sie entstehen auch aus Micellarlösungen auf künstlichem Wege. Von Kohlenhydraten ist bis jetzt die Krystalloidbildung bei Inulin und Amylodextrin gelungen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass von allen Substanzen, welche Micellarlösungen bilden, auch Krystalloidausscheidungen erhalten werden können. Aber das richtige Verfahren dafür zu finden, ist viel schwieriger als bei der Erzeugung von Krystallen, weil die Neigung, sich in unregelmässiger Weise an einander zu legen und amorphe Massen zu bilden, aus natürlichen Gründen bei den Micellen viel grösser ist als bei den Molecülen.

Die Micellarlösungen, welche durch den Zerfall der organisirten Körper entstehen, können ihren Charakter etwas verändern, indem die Micelle in kleinere Micelle zerfallen. Aber eine Auflösung in die einzelnen Molecüle scheint bei keiner organisirten Verbindung ohne chemische Umsetzung möglich zu sein. Am wahrscheinlichsten lässt sich dieses Verhalten bei der Stärke darthun. Die durch Jod sich gelb und rothfärbenden Modificationen der eigentlichen Stärke, welche die grössten Micelle haben, konnten noch nicht in Lösung erhalten werden. Die blaue Modification der Stärke löst sich und geht durch wiederholtes Zerfallen der Micelle in das (durch Jod) violette, dann in das rothe Amylodextrin, nachher in das rothgelbe und zuletzt in das gelbe Dextrin über. ²⁾ Das letztere stellt noch eine Micellarlösung dar. Die Spaltung in die einzelnen Molecüle ist nur mit der chemischen Umsetzung in Zucker möglich. Ganz ebenso verhält sich die Cellulose; und die Albuminate so wie die leimgebenden Substanzen werden nur, indem sie sich in Peptone umwandeln, zu Molecularlösungen.

Die moleculare Unlöslichkeit der organisirten Verbindungen muss überhaupt als eine der wichtigsten Eigenschaften für das Bestehen der Organismen betrachtet werden. Nur dadurch, dass der lösliche Zucker in die unlösliche Cellulose übergeführt wird, ist die Sicherheit gegeben, dass die Zellmembran der Pflanzen unter allen äusseren Verhältnissen Bestand hat und nicht etwa einmal als Lösung davongeht, und nur dadurch, dass die Zuckermolecüle in Cellulosemolecüle sich umwandeln, welche als unlöslich nicht in Wasser sich fortbewegen, sondern mit anderen sich vereinigen, ist die Möglichkeit gegeben, dass in jedem kleinsten Raum Celluloseausscheidung und Micellbildung beginnen kann. Ebenso verdanken es die Albuminate nur ihrer molecularen Unlöslichkeit, dass sie nicht durch Diosmose aus den wasserbewohnenden Organismen entweichen, sondern als Micelle alle die verschiedenen

1) A. F. W. Schimper, Proteinkrystalloide der Pflanzen. 1878.

2) W. Nägeli, Stärkegruppe. 1874.

Aufgaben erfüllen können, welche dem Plasma zukommen, wobei es von sehr verschiedenen, meist nicht näher bestimmten Umständen abhängt, ob sie eine feste organisirte Substanz oder eine Micellarlösung darstellen.

Die Micelle sind in Lösung wegen ihres beträchtlicheren Gewichtes viel weniger beweglich, als es die Molecüle in Lösung sind, und legen sich daher leicht an einander an. Ich will diese Vereinigungen, welche mehrere charakteristische Eigenschaften der Micellarlösungen erklären, Micellverbände nennen. — Eine Lösung von Leim oder von Pectin ist in der Wärme dünnflüssig und geseht bei gewöhnlicher Temperatur zu einer Gallerte, welche möglicher Weise nur wenige Prozent Substanz enthält. Wir können uns dieses Gelatiniren wohl nur in der Art vorstellen, dass die Micelle sich in Ketten an einander anhängen und ein Gerüste von Balken mit weiten Maschen bilden, in welchem das Wasser eingeschlossen ist und durch Molecularanziehung zwar nicht in einem ganz unbeweglichen, aber doch in einem weniger beweglichen Zustande festgehalten wird. Nur auf diesem Wege wird es möglich, mit wenig Substanz und viel Wasser ein festes Gefüge herzustellen, wie es uns die Gallerte darbietet.¹⁾

Da in den Micellarlösungen, besonders wenn sie mehr Substanz enthalten, die Micelle sich an einander anhängen, so erscheinen solche Flüssigkeiten matt und opalisirend, — ein Beweis, dass das Licht ungleich gebrochen wird. Wären die Micelle alle vereinzelt und in Folge dessen auch ziemlich gleichmässig vertheilt, wie dies für die Molecularlösungen im Allgemeinen anzunehmen ist, so müsste bei der Kleinheit der Micelle die Lösung klar erscheinen.

Da die Theilchen einer gelösten Substanz von den durcheinander wogenden Wassermolecülen um so schwieriger suspendirt erhalten werden, je grösser und schwerer sie sind, so bilden sich aus den Micellarlösungen viel leichter Niederschläge als aus den Molecularlösungen, und ebenso gehen moleculare Niederschläge viel leichter wieder in Lösung als micellare Niederschläge. Aus der heissen Lösung von Amylodextrin fällt beim Erkalten ein grosser Theil heraus und von festem Amylodextrin wird durch kaltes Wasser nichts gelöst, während das aus kleineren Micellen bestehende Dextrin auch in der Kälte sich auflöst.

Das Casein der Milch bildet eine vollkommene, wenigstens unter dem Mikroskop ganz klar erscheinende Lösung; es schlägt sich aber nach langer Zeit nieder. Ich habe im Jahre 1868 viele Versuche über Conservirung von Milch angestellt. Dieselbe

1) Die Rechnung ergibt, dass für die Annahme kubischer Maschen, welche ein mittleres Verhältniss zwischen Substanz und Wasser darstellen, beispielweise in einer Gallerte mit 3 Proc. Trockensubstanz der Durchmesser der wasserführenden Maschenräume zu der Dicke der die Kanten derselben bildenden, aus Micellketten bestehenden Balken das Verhältniss zeigt von 10 : 1 oder 11 : 1 je nach dem specifischen Gewicht der letzteren, — in einer Gallerte mit 10 Proc. Trockensubstanz das Verhältniss von 6 : 1 oder 8 : 1, — in einer Gallerte mit 20 Proc. Trockensubstanz das Verhältniss von 4 : 1 oder 6 : 1.

wurde in luftdicht verschlossenen Flaschen auf 110 bis 120° C. erwärmt. Bei hinreichender Dauer der hohen Temperatur blieb die Milch 7 bis 8 Jahre unverändert, aber das Casein schied sich als Bodensatz aus, während die grösste Menge des Fettes eine Rahmdecke bildete. Die beginnende Scheidung wurde bei Zimmertemperatur 4 bis 6 Monate nach dem Erhitzen als schmale wasserhelle Zone unter der Rahmdecke wahrgenommen; diese Zone wurde dann langsam breiter, und zuletzt war der grössere Theil der Flüssigkeit klar. Wurden solche Flaschen heftig geschüttelt (so gut es der Umstand, dass sie ziemlich gefüllt waren, erlaubte), so nahm die Milch wieder ganz das ursprüngliche Aussehen, das sie nach dem Erhitzen gezeigt hatte, an. Doch zerfielen die Micellverbände, die beim Ausfällen entstanden waren, beim Schütteln offenbar nicht vollständig. Denn nach dem Schütteln begann, und zwar schon nach mehreren Tagen, wieder eine zwar langsame, aber diesmal in viel kürzerer Zeit beendigte Scheidung. — Ich bemerke noch, dass, wenn das Erhitzen nicht lange genug dauerte oder nicht hoch genug stieg, um die Spaltpilze zu tödten, Verderbniss der Milch eintrat, welche bei höchster Schwächung der Pilze nur durch bitteren Geschmack, bei geringerer Schwächung ausserdem durch Gasentwicklung und Coaguliren des Caseins sich kundgab ¹⁾.

Die Micellarlösungen zeigen die Eigenthümlichkeit, dass sie bei langsamem Ausfliessen sich nicht in Tropfenform trennen, sondern zu langen dünnen Fäden ausziehen. Bei der langsamen Bewegung, wobei die Micelle in der nämlichen Richtung strömen, legen sie sich in Ketten aneinander und wirken so dem Bestreben der beweglichen Wassermolecüle zur Tropfenbildung entgegen.

Die Annahme, dass die angeführten Erscheinungen der Micellarlösungen, welche sie so charakteristisch von den Molecularlösungen unterscheiden, wirklich durch die Micellverbände hervorgebracht werden, ist um so sicherer, als ganz ähnliche Erscheinungen bei einem sichtbaren Object, nämlich bei den Spaltpilzen beobachtet werden, wenn dieselben aus Mangel an Eigenbewegung in einer Flüssigkeit sich zu Verbänden aneinander legen können. Die Spaltpilze geben dann der Flüssigkeit bei ungleicher Vertheilung ebenfalls ein opalisirendes Aussehen, sie machen dieselbe durch ihr Zusammenhängen schleimig und fadenziehend, sie bewirken langsam sich bildende Niederschläge, sie verketten sich zuweilen zu einem durch die ganze Flüssigkeit ausgedehnten Gerüste von äusserst zarten und zerbrechlichen Fäden, — was sich Alles

1) Versuche, welche in neuester Zeit angestellt wurden, ergaben die merkwürdige Thatsache, dass in Flaschen, in denen bei grösster Schwächung der Spaltpilze die Milch sich klärte und ausser der Bitterkeit sonst keine Veränderung in Geschmack und Geruch zeigte, das Casein nach 2 Jahren vollständig in Pepton umgewandelt war (ohne Zweifel durch die von den Spaltpilzen ausgeschiedenen Fermente). Bei den früheren Versuchen war der dem Geschmacks nach ganz unveränderte Inhalt nicht auf Pepton und Casein geprüft worden, da in dem reichlichen Bodensatz der ganze Caseingehalt ausgefällt und die Wirksamkeit von lebenden Pilzen vollkommen ausgeschlossen zu sein schien.

leicht mikroskopisch nachweisen lässt und uns die Berechtigung giebt, die nämlichen Wirkungen bei den viel kleineren Micellen aus analogen Ursachen herzuleiten.

Die Neigung der Micelle, Verbände zu bilden, erklärt uns auch die Verschiedenheit zwischen Micellar- und Molecularlösungen bezüglich der Diosmose. Dass die ersteren nicht oder nur in geringer Menge durch Membranen hindurchgehen, glaubte ich früher auf Rechnung der beträchtlicheren Grösse und der dadurch bedingten geringeren Beweglichkeit der Micelle gegenüber den Molecülen setzen zu können. Indess reicht dieser Umstand allein nicht zur Erklärung aller Thatsachen aus, besonders da manche micellar-gelöste Substanzen unter den einen Umständen in geringer, unter anderen in grosser Menge diosmiren. Die Interstitien einer Cellulosemembran sind gross genug, um Eiweissmicelle durchgehen zu lassen, wie wir beispielsweise aus dem Verhalten der Sprosshefenzellen in alkalischen Lösungen und bei der Gärung in schwachsauren Flüssigkeiten ersehen. Die Ursache, warum in anderen Fällen der Durchgang unmöglich ist, muss also darin liegen, dass die Micelle sich zu Verbänden aneinander legen, und dies wird natürlich da besonders leicht geschehen, wo sie beim Eintritt in die Kanäle von mikroskopischer oder selbst von mikroskopisch unsichtbarer Feinheit sich anhäufen und zugleich langsamere und gleichmässigere Bewegungen annehmen.

Ich habe bereits angeführt, dass mir kein Grund vorhanden zu sein scheint, warum die Caseinmicelle in der Milch nicht eine vollkommene Lösung darstellen sollten; und der richtige Ausdruck für das Verhalten des Caseins in der Milch ist, wie ich glaube, „Micellarlösung“ und nicht „stark aufgequollener Zustand“, wie einige Forscher meinten. Der stark gequollene Zustand tritt erst beim Coaguliren auf, wenn die Micelle sich alle aneinander anlegen, in ähnlicher Weise wie es beim Gelatiniren des Leims und des Pectins der Fall ist. Die Milch geht bekanntlich durch ein Papierfilter; aber bald verstopfen sich die Poren durch die zusammenhängenden Caseinmicelle. Eine gebrannte feinporige Thonplatte dagegen, auf welche man langsam Milch in einer 2 mm. dicken Schicht aufträgt, saugt, wie J. Lehmann gezeigt hat, das Serum auf und lässt Casein und Fett zurück. Offenbar legen sich die Caseinmicelle beim Eingang in die engen Poren zu Verbänden aneinander und machen damit ihr Eindringen unmöglich. Die Richtigkeit dieser Erklärung wird auch durch die Thatsache bewiesen, dass das auf Thonplatten gewonnene Casein in seinem Verhalten mit dem durch Lab gefällten übereinstimmt; es quillt in Wasser auf, geht aber nicht durch Filtrirpapier hindurch; dagegen bildet es in Kalkwasser wieder eine Lösung.

Wenn meine Erklärung, warum Micellarlösungen nicht oder schwer diosmiren, richtig ist, so muss man die Diosmose vermehren können, dadurch dass man die molecularen Bewegungen in der Flüssigkeit lebhafter macht, oder dass man die Affinität der Micelle unter sich vermindert, indem durch beide Mittel die Micellarverbände zum Zerfallen in die einzelnen Theile veranlasst werden. Diese Wirkung haben je nach der Substanz Säuren oder Alkalien, wobei einstweilen fraglich bleibt,

ob dieselben durch das eine oder das andere oder durch beide Mittel zugleich wirken. Wasser zieht aus den Bierhefenzellen kein Eiweiss aus, dagegen vermag dies eine alkalische Lösung. Die Anwesenheit von kohlensaurem Ammoniak verändert jedenfalls die Molecularbewegungen des Wassers, möglicher Weise macht es sie lebhafter, möglicher Weise nur spezifisch anders und dadurch geeignet, gerade die Micellarverbände des Eiweisses zu trennen. Die Anwesenheit von kohlensaurem Ammoniak verändert aber jedenfalls auch die Molecularanziehungen, und vielleicht genügt dies allein, um das Zerfallen zu erklären. Wahrscheinlich wirken beide Ursachen zusammen. — Die Diosmose von Eiweiss in alkalischer Lösung beruht also darauf, dass die Micellarverbände in die einzelnen Theile sich trennen, oder vielmehr, dass solche Verbände nicht zu Stande kommen. Dies ist um so begreiflicher, als ja alkalische Flüssigkeiten auch festes Eiweiss zu lösen vermögen. — Andere organisirte Substanzen werden durch die Anwesenheit von Säuren befähigt, Micellarlösungen zu bilden oder in solchen durch Membranen zu diosmiren. Ausser den Kohlenhydraten nenne ich das Pepsin, welches in neutraler Lösung nicht, wohl aber in salzsaurer Lösung durch die Membran der Pflanzenzellen hindurchgeht ¹⁾).

Während die Alkalien die Trennung der Eiweissmicelle befördern, haben Säuren oft den gegentheiligen Erfolg; sie bewirken die Vereinigung der Eiweissmicelle und den Uebergang der Lösung in den festen geronnenen Zustand. Daraus erklärt sich, warum das Eiweiss, welches aus gäthätigen Zellen in neutralen oder schwach sauren Lösungen herausdiosmirt, in stärker sauren Flüssigkeiten dies nicht vermag.

Die Theorie, dass Micellarlösungen desswegen nicht diosmiren, weil die Micelle dicht an der Membran oder innerhalb derselben sich zu Verbänden aneinander legen, lässt sich experimentell auch dadurch prüfen, dass man das Verhalten der nämlichen Verbindung bei verschiedenen Temperaturen vergleicht. Die höhere Temperatur müsste, weil sie die Molecularbewegungen der Flüssigkeiten beschleunigt, auch die Diosmose steigern, und zwar die Diosmose der Micellarlösungen in höherem Grade als diejenige der Molecularlösungen, weil bei jenen noch ein günstiges Moment, die Trennung der Micellarverbände, hinzukommt. Zwar sind die Albuminate für solche Versuche ungeeignet, da die Eiweissmicelle ein exceptionelles Verhalten zeigen und durch Hitze zur Vereinigung veranlasst werden. ²⁾ Dagegen erscheinen Leimlösungen dazu geeignet, denn sie werden in der Wärme dünnflüssig.

1) Sitzungsberichte d. k. b. Akad. d. W. vom 4. Mai 1878.

2) Der Umstand, dass Eiweisslösungen in der Hitze Micellarverbände bilden und fest werden, ist nicht im Widerspruche mit der Theorie, dass Micellarverbände, welche sich bei einer bestimmten Temperatur gebildet haben, bei höherer Temperatur zerfallen müssen (sofern nicht etwa vorher chemische Umsetzung eintritt), so wenig als die Thatsache, dass ein Gemenge von Sauerstoff und Wasserstoff bei gewöhnlicher Temperatur unverändert bleibt und erst bei hoher Temperatur sich zu Wasser vereinigt, im Widerspruche mit dem Gesetze steht, dass Temperatursteigerung alle Molecüle zur Dissociation bringt.

4 gr. Leim, mit destillirtem Wasser zu 100 ccm. gelöst, wurden in einem Dialysator aus Pergamentpapier der Dialyse gegen 700 ccm. Wasser unterworfen. Die Temperatur betrug 80° C. Nach 4 Stunden waren 0,243 gr. Leim übergetreten, wie sich aus dem bei 100° getrockneten Rückstand ergab. — Der nämliche Dialysator wurde nachher zu einem Versuch mit ganz den nämlichen Verhältnissen, aber bei gewöhnlicher Temperatur (15—16° C.) benutzt. Nach 16 Stunden waren 0,108 gr. Leim gegen das Wasser diosmirt. — Es gingen also bei gewöhnlicher Temperatur in der Stunde 0,00675 gr. Leim durch die Membran, bei 80° C. dagegen 0,06075 gr., d. i. genau die 9fache Menge.

Es ist recht gut möglich, dass dieser grosse Unterschied durch zwei zusammen-treffende Momente bedingt wird, durch den Umstand, dass bei höherer Temperatur die diosmotischen Strömungen überhaupt lebhafter werden, und durch den Umstand, dass die Leimmicelle sich weniger leicht an einander legen und die Poren der Membran unwegsam machen. Um dies zu beurtheilen, sollte man wissen, in welchen Verhältnissen die Molecularlösung einer verwandten chemischen Verbindung (Leimpepton) bei gewöhnlicher und bei höherer Temperatur diosmirt. Da eine solche nicht zu Gebote stand, so wurde ein Versuch mit Zucker angestellt.

100 ccm. einer 10 procentigen Rohrzuckerlösung diosmirten in dem nämlichen Dialysator, der zu den Leimversuchen gedient hatte, gegen 700 ccm. Wasser. Bei 80° C. gingen während 4 Stunden 5,28 gr., also in der Stunde 1,32 gr. Zucker durch die Membran, bei 15—16° C. dagegen während 16 Stunden 3,72 gr., also in der Stunde 0,2325 gr. Bei der höheren Temperatur betrug die Menge des übergetretenen Zuckers 5,68 mal so viel als bei gewöhnlicher Temperatur.

Die Steigerung der Diosmose in der Wärme war also bei Zucker ebenfalls eine sehr beträchtliche, wenn sie auch nicht derjenigen beim Leim gleichkommt. Aus den angeführten Versuchen darf aber noch kein Schluss auf das Verhalten von Molecular- und Micellarlösungen bei Temperaturerhöhungen gezogen werden. Es bedürfte für eine gründliche und sichere Beantwortung der Frage einer ganzen Reihe von experimentellen Thatsachen mit verschiedenen chemischen Verbindungen und mit verschiedenen Concentrationsstufen.

Aus der vorstehenden Erörterung geht mit ziemlicher Gewissheit hervor, dass die Lösungen von organisirten Substanzen überhaupt und besonders auch diejenigen von Eiweiss nur desswegen nicht durch Membranen diosmiren, weil die Micelle sich aneinander anhängen, und dass die Diosmose erfolgt, sobald es in irgend einer Weise gelingt, die Verbände zu lösen und die Micelle zu isoliren. Diese Erkenntniss dient uns nun dazu, die Erfahrungsthatsache zu erklären, dass die Hefenzelle während der Gärthätigkeit Eiweiss ausscheidet, was sie sonst nicht zu thun vermag. Wir können die Ursache davon nicht etwa in der Anwesenheit

der Gärprodukte finden; es wird im Gegentheil der durch die Gärung gebildete Alkohol die Neigung der Eiweissmicelle, sich aneinander zu legen, eher befördern als hemmen. Die Ursache kann also nur in einer vermehrten Bewegung der kleinsten Theilchen gefunden werden.

In dieser Beziehung wissen wir, dass ein bestimmter Bewegungszustand des Plasma der Hefenzellen die Gärung bewirkt. Doch hilft uns dies noch nichts, denn der bestimmte Bewegungszustand ist dem Zelleninhalt eigen, auch wenn kein zu vergärendes Material vorhanden ist. Wir wissen aber ferner, dass der Gärprocess auf die Lebensbewegung sehr günstig zurückwirkt, dass die durch denselben ausgelösten Spannkräfte nur zum Theil als Wärme frei werden, zum Theil aber diejenigen molecularen Bewegungen verstärken, welche die Ernährung bedingen, also auch die molecularen Bewegungen der Zellflüssigkeit und der darin gelösten Stoffe, zu denen das gelöste oder circulirende Eiweiss gehört. Diese vermehrte Bewegung verhindert die Verbandbildung der Eiweissmicelle und gestattet ihnen, die Zelle diosmotisch zu verlassen.¹⁾

Die Eiweissausscheidung gärthätiger Sprosshefenzellen erfolgt nur in neutralen oder schwach sauren Lösungen. Dass sie in stärker sauren Flüssigkeiten aufhört, beweist uns bloss, dass durch die Säure die Diosmose des Eiweisses in höherem Grade beeinträchtigt wird als die Gärthätigkeit und die Ernährung der Zellen, dass durch die Säure die Vereinigung der Eiweissmicelle mehr befördert als die Gärung verlangsamt wird. Daher kann in einer sauren Zuckerlösung die Ausscheidung von Eiweiss schon ganz aufhören, während die Gärung noch lebhaft von statten geht.

Es befindet sich also der merkwürdige Einfluss, den die Gärung auf die Diosmose des Eiweisses ausübt, mit den Erscheinungen, die sich daran knüpfen, in voller Ueberstimmung mit der molecularphysikalischen Theorie und den aus ihr sich ergebenden Folgerungen, während jede der anderen Gärungstheorien zur Erklärung besondere Hülshypothesen in Anspruch nehmen müsste.

1) Der Verlust von Eiweiss ist zwar an und für sich eine Schwächung der Zelle. Er macht sich aber in diesem Falle nicht als solche geltend, da er nur einen Theil der durch die Gärthätigkeit bewirkten Mehrproduktion beträgt.

Zum Schluss scheint es zweckmässig, einige Bemerkungen über die Verbreitung der besprochenen Erscheinungen im Pflanzenreiche beizufügen. Was die Fermentwirkungen betrifft, so finden wir sie wohl bei allen Pflanzen, und nicht nur bei ihnen, sondern bei allen Organismen überhaupt. Unter den Fermenten gibt es solche, die eine mehr oder weniger allgemeine Verbreitung besitzen, während andere vielleicht besonderen Ordnungen oder Gattungen eigenthümlich sind. Die eigentlichen Gärwirkungen dagegen sind sämmtlich spezifische Eigenschaften, insofern sie im normalen Zustande, d. h. bei gesunder kräftiger Vegetation nur bestimmten Pilzformen zukommen, die Alkoholgärung nur einem Theil der Sprosspilze,¹⁾ die Milchsäuregärung nur gewissen Spaltpilzen, die Essig-gärung nur dem Essigpilz (Essigmutter und Essighäutchen) u. s. w. Dies ist der Grund, warum ich Bedenken trage, die gänzliche Verbrennung als Gärung zu betrachten, obgleich sie, wie ich bereits oben sagte, als mechanischer Vorgang die nämliche Erklärung zu verlangen scheint, wie die Oxydationsgärung bei der Essigbildung. Allein sie kommt allen niederen Pilzen (wohin auch die schimmelartigen Generationen oder Anfänge der höheren Pilze zu rechnen sind) ohne Ausnahme zu, und sie oxydirt alle im Wasser gelösten organischen Verbindungen zu Kohlensäure, Wasser und Stickstoff; sie oxydirt selbst Ammoniak und mineralische Verbindungen. Die Verbrennung ist aber ungleich stark je nach dem Luftzutritt, daher im Allgemeinen viel lebhafter an der Oberfläche einer Flüssigkeit als unterhalb derselben. Sie ist ferner ungleich stark je nach der Beschaffenheit der Pilze, wobei sich die Schimmelpilze wohl als die zur Oxydation tüchtigsten, gewisse Sprosspilze als die schwächsten erweisen.

Im Allgemeinen also haben die niederen Pilze die Fähigkeit, die organischen Substanzen bei Anwesenheit von freiem Sauerstoff nicht bloss theilweise, sondern vollständig zu verbrennen. Eine Ausnahme macht der

1) Ich habe hier nur die Alkoholbildung aus Zucker im Auge, da dieser Vorgang keinen Zweifel gestattet. In neuester Zeit sind Aethylalkoholgärungen aus andern Verbindungen durch Spaltpilze angegeben worden. Nach den Darstellungen kommen dabei verschiedene Pilzformen vor, und nach den Beschreibungen wäre es nicht unmöglich, dass darunter sich kleine und missgestaltete Sprosspilze befänden, wie man sie in ungünstigen Nährlösungen antrifft. Daher dürfte es noch fraglich sein, wie das Gärungsresultat zu Stande kommt, und welche Rolle die verschiedenen Pilzformen dabei übernehmen.

Essigmutterpilz, welcher den Alkohol bloss zu Essigsäure¹⁾ verbrennt. Es mangelt ihm zwar das Vermögen der vollständigen Oxydation nicht gänzlich, aber er besitzt es nur in geringem Masse. Er verbrennt in Jahresfrist nicht so viel Substanz zu Kohlensäure und Wasser, als eine gleiche Zahl von Micrococcus-Pilzen in einer Woche. Es gewährt einiges Interesse zu untersuchen, welchem Umstande wohl die Essigmutter dieses ausnahmsweise Verhalten nicht bloss unter ihren nächsten Verwandten, den Spaltpilzen, sondern unter allen niederen Pilzen verdanke.

Die Essigmutter, welche aus einer zähen Gallerte (Pilzschleim) mit eingebetteten kurzen Stäbchen besteht, enthält 98,3 Proz. Wasser und 1,7 Proz. Trockensubstanz und in der letzteren (nach einer Bestimmung von Dr. Oscar Löw) 1,82 Proz. Stickstoff und 3,37 Proz. Asche, während eine Micrococcus-Vegetation, in weinsaurem Ammoniak gezogen, beispielsweise 10,65 Proz. Stickstoff und 6,94 Proz. Asche ergab. Wenn wir die Zusammensetzung der Bierhefe und der Micrococcus-Hefe zur Vergleichung benutzen, so erhalten wir für die Essigmutterzellen etwa 12,6 Proz. aschenfreien Zelleninhalt, 84 Proz. aschenfreie Cellulose (Pilzschleim) und 3,4 Proz. Asche. Die Cellulose bildet die dicken schleimigen Membranen, welche zu dem Gallertkuchen verschmolzen sind.

Diese chemische und anatomische Beschaffenheit giebt uns, wie ich glaube, eine ausreichende Erklärung für die eigenthümliche Wirkungsweise. Nur die an der Oberfläche des Kuchens gelagerten Zellen befinden sich in ähnlichen Verhältnissen, wie bei den übrigen Pilzen alle Zellen, indem sie an äussere Medien, an Flüssigkeit oder Luft angrenzen. Nur diese wenigen Zellen sind rücksichtlich der Oxydationswirkung so günstig gestellt, wie die anderen Pilzzellen. Die Essigmutter entsteht an der Oberfläche der Flüssigkeit und bildet auf derselben einen immer dicker werdenden, den Wandungen des Gefässes dicht anliegenden Pfropf. An einem Kuchen von 100 qmm. Oberfläche und 10 mm. Dicke, der ungefähr aus 5 Billionen Pilzen besteht, ist es nur etwa der 30000 bis 40000 te Theil der Zellen, welcher unmittelbar an die Luft grenzt und die volle Einwirkung des Sauerstoffs erfährt. Von da an abwärts vermindert sich die Sauerstoffmenge, so dass wohl nur wenige der obersten Zellschichten an der vollständigen Verbrennung Theil nehmen können.

1) Nach soeben beendigten Versuchen auch den Methylalkohol zu Ameisensäure.

Daraus erklärt sich zur Genüge, warum in einer locker verpfropften oder offenen Essigflasche mit Essigmutter während eines ganzen Jahres der Essiggehalt nicht merklich abnimmt. Dass aber während der Essigbildung der Alkohol nur zu Essigsäure und nicht weiter oxydirt wird, erklärt sich dadurch, dass zu den tieferen Zellschichten der Essigmutterdecke und zu der ganzen unter derselben befindlichen Flüssigkeit nur wenig Sauerstoff hingelangt.

Der essigbildende Pilz stellt nicht immer die zähen glatten Gallertkuchen dar, welche man als Essigmutter bezeichnet, und welche eine Dicke bis 60 und 100 mm. erreichen können. In anderen Fällen ist er ein dünnes schleimiges Häutchen, welches die Oberfläche der Flüssigkeit bedeckt, bald glatt, bald sehr fein gerunzelt erscheint und ungefähr die gleiche Dicke behält, da fortwährend die unteren älteren Partien desselben auf den Boden der Flüssigkeit sinken. Die Ursache der verschiedenen Beschaffenheit beruht wohl nur darauf, dass im einen Fall die Zellmembranen aus einer dichteren und zäheren, im anderen Falle aus einer weicheren und nicht so fest zusammenhängenden Gallerte bestehen¹⁾.

Die Wirkung aber ist ganz analog. Das dünne schleimige Häutchen bildet einen Abschluss der Flüssigkeit gegen die Luft. Bloss seine obersten Zellschichten kommen mit einer reichlicheren Menge Sauerstoff in Berührung und bewirken vollständige Verbrennung. In den unteren Zellschichten und in der Flüssigkeit, soweit Essigpilze sich darin befinden, findet unvollständige Oxydation des Weingeistes zu Essigsäure statt. — Dagegen scheint mir das weitere Verhalten der beiden Formen der Essigpilze verschieden zu sein. Während die dicken Gallertkuchen einen Schutz für die Flüssigkeit bilden, gestatten die schleimigen Häutchen eine viel raschere Verbrennung der Essigsäure und somit eine viel raschere Verderbniss des Essigs²⁾.

1) Der Grund dieser Verschiedenheit scheint in der spezifischen Natur der Zellen (Species oder angepasste Varietäten), und nicht in der Zusammensetzung der Nährflüssigkeit zu liegen; wenigstens erhielt ich auf scheinbar gleichen, gegorenen Flüssigkeiten von selbst (ohne Einsaat einer bestimmten Essighefe) bald die dicken und zähen Gallertkuchen, bald die dünnen schleimigen Häutchen.

2) In Frankreich, wo die Essigfabrikation aus Wein in Fässern mittelst des Essigpilzes bewirkt wird, benutzt man, nach Pasteur's Angaben zu urtheilen, die dünnen schleimigen Häutchen, und das ist wohl rationell, da dieselben, wie meine Erfahrung zeigt, energischer funktionieren, und weil man den Prozess zur geeigneten Zeit unterbrechen kann. In der deutschen weinbauenden Schweiz waren wenigstens früher grosse Essigflaschen in den Haushaltungen heimisch. Sie standen

Ausser den beiden Formen des eigentlichen Essigpilzes giebt es noch einen Pilz, welcher zur Essigbildung in einer bestimmten Beziehung steht. Während die beiden ersteren auf neutralen und schwach sauren Flüssigkeiten (z. B. auf Bier) immer von selbst sich einstellen, erscheint auf stärker sauren Flüssigkeiten (auf den meisten alkoholarmen Weinen) zuerst der zu den Sprosspilzen gehörende Kahmpilz, und zwar um so sicherer, je mehr Säure vorhanden ist. Die Kahnhaut bedeckt ebenfalls die Oberfläche und ist durch die starke gekröseähnliche Faltung ausgezeichnet, wesshalb sie mit Recht *Saccharomyces mesentericus* heisst. Von diesem Kahmpilz glaubt man gewöhnlich, dass er die Essigbildung vermittele. Ich theilte diese Meinung ebenfalls lange Zeit in Folge der bei zahlreichen Gärungsversuchen gemachten gelegentlichen Beobachtungen. Erst als besondere Versuche zur Erledigung dieser Frage von Dr. Walter Nägeli angestellt wurden, offenbarte sich der wahre Sachverhalt.

Die Kahnhaut besteht anfänglich bloss aus Sprosspilzen (*Saccharomyces*) und sie behält diese Reinheit um so länger, je saurer die Flüssigkeit ist. So lange ist auch von Essigbildung nichts zu bemerken. Dann treten, früher oder später, zwischen den Sprosspilzen Spaltpilze auf, erst in geringer, dann in zunehmender Zahl. Von jetzt an kann die Essigbildung nachgewiesen werden. Die Function des Kahmpilzes ist unschwer zu errathen. Die Sprosspilze sind bekanntlich in sauren Flüssigkeiten existenzfähiger als die Spaltpilze. Sie treten also zuerst allein auf und sie wirken wie eine Schimmeldecke; sie verbrennen die Säure und machen nach hinreichender Dauer die Flüssigkeit neutral. Lange vorher aber können Spaltpilze in der Kahnhaut vegetiren, weil hier durch die Thätigkeit der letzteren die Flüssigkeit wenig sauer geworden ist. Der Kahmpilz hat also die Function, dem Essigpilz den Boden zu bereiten; er ist zur Essigbildung um so nothwendiger, je mehr Säure der Wein enthält, und es wird uns begreiflich, warum in einem gegorenen Wein die Essigbildung unterbleiben kann, wenn man die Kahnhaut ausschliesst.

in der Wohnstube, wurden nach Massgabe, als man ihnen Essig entnahm, mit Wein aufgefüllt, und jährlich einmal (meist am Charfreitag) von der reichlich angewachsenen Essigmutter befreit, von welcher nur ein kleines Stück als Samen wieder in die Flasche kam. Für einen solchen Kleinbetrieb sind nur die langsamer oxydirenden und den Essig erhaltenden Gallertkuchen zweckentsprechend.

Da aber nicht nur die Säuren, sondern auch der Alkohol die Vegetation der Pilze verhindert, so bedarf ferner ein Wein mit geringerem Säuregehalt, damit er zu Essig werde, um so mehr der vorausgehenden Kahlhautbildung, je alkoholreicher er ist. Erreicht aber der Alkohol einen gewissen Prozentsatz, der um so grösser sein muss, je weniger Säure vorhanden ist, so bleibt alle Pilzbildung aus¹⁾).

Nicht alle Decken von Sprosspilzen sind Kahlhäute und wirken als solche. Auf weinartigen Flüssigkeiten stellen sich zuweilen nach der Gärung Häute ein, die nicht faltig und gekröseähnlich, sondern locker-körnig aussehen, und die nicht aus länglichen und lanzettlichen, sondern aus ovalen und rundlichen Zellen bestehen. Solche Decken, obgleich sie lebhaft vegetiren und durch die Partien, welche sich ab und zu von ihnen ablösen und auf den Grund fallen, einen reichlichen Bodensatz bilden, verändern die Flüssigkeit nach mehreren Monaten scheinbar gar

1) Die Synonymie der auf gegorenen Flüssigkeiten sich einstellenden Decken liegt in arger Verwirrung, weil man häufig die Morphologie und die Function derselben allzuwenig berücksichtigte. Nach meinen Beobachtungen sind folgende Formen zu unterscheiden:

1. Essigmutter, wird sehr dick, zäh, gallertartig, mit glatter Oberfläche, oxydirt den Alkohol zu Essigsäure, besteht aus Spaltpilzen. *Ulvina aceti*, Essigmutterpilz, auch unter dem Namen *Mycoderma aceti*.
2. Essighäutchen, bleibt dünn, schleimig, glatt oder feinrunzelig, oxydirt den Alkohol zu Essigsäure, besteht aus Spaltpilzen. *Mycoderma cerevisiae*, auch unter dem Namen *Mycoderma aceti* und *M. vini*
3. Kahlhaut, Gekrösehaut, wird ziemlich stark und ausgezeichnet gekröseähnlich-gefaltet, mit ziemlich festem Zusammenhang; besteht aus Sprosspilzen (*Saccharomyces mesentericus*), welche die Fruchtsäuren verzehren; nachher siedelt sich darin der Essigpilz (Spaltpilz) an, welcher den Alkohol zu Essigsäure oxydirt. *Mycoderma vini*.
4. Falsche Kahlhaut, Glatthaut, wird ziemlich stark, bleibt aber faltenlos, von körnig-lockerem Zusammenhang, besteht aus Sprosspilzen, verzehrt die Fruchtsäuren nicht in bemerkbarer Weise und erlaubt dem Essigpilz nicht sich anzusiedeln.

Essigmutter und Essighäutchen stellen sich auf geistigen Flüssigkeiten ein, die wenig Fruchtsäuren enthalten, dagegen ziemlich viel Essigsäure enthalten können, so namentlich auf Bier, auf Essig, welchem Wein oder Bier zugesetzt wird, selten auf schwachsauren Weinen. Die Kahlhäute dagegen erscheinen regelmässig auf Flüssigkeiten, die eine gewisse Menge von Fruchtsäuren besitzen, die Gekrösehaut auf gegorenem Weinmost und anderen Fruchtsäften, die Glatthaut zuweilen auf eben solchen Flüssigkeiten, welche durch Zucker- und andere Zusätze verändert wurden. Zur Vollständigkeit möge noch die Decke erwähnt werden, die zuweilen auf ungegorenen Flüssigkeiten erscheint:

5. Essigätherhäutchen, dünn, ungefaltet, besteht aus Sprosspilzen (*Saccharomyces sphaericus*) und aus Spaltpilzen (Essigpilz), deren gleichzeitige Action einen Theil des Zuckers in Essigäther überführt.

nicht, leiten auch keine Essigbildung ein. Offenbar bewirkt der Kahmpilz eine viel energischere Verbrennung; ob daran bloss die spezifische Eigenthümlichkeit oder noch andere äussere Umstände Schuld sind, ist noch nicht aufgeklärt.

Ich habe oben gesagt, dass auf zuckerhaltigen wenig sauren Flüssigkeiten bisweilen ein dünnes, meistens aus genau kugeligen Sprosspilzen mit beigemengten Spaltpilzen bestehendes Häutchen auftritt, welches Essigätherbildung veranlasst. Die Sprosspilze haben hier, wie sonst die untergetauchten Alkoholhefenpilze, die Function der geistigen Gärung, die Spaltpilze die Function der Essigbildung; aus der zeitlichen und räumlichen Vereinigung der beiden Prozesse ergibt sich die Essigätherbildung. Daneben ist zweifellos auch eine, aber jedenfalls geringe Verbrennung thätig.

Es haben also alle niederen Pilze das Vermögen, eine vollständige langsame Verbrennung in allen möglichen organischen, in Wasser gelösten Stoffen zu bewirken; ausserdem haben einzelne bestimmte die Fähigkeit, gewisse organische Verbindungen unvollständig zu oxydiren (Essiggärung) oder in eigenthümlicher Weise durch Gärung zu spalten. Aber die langsame vollständige Verbrennung zeigt rücksichtlich der Intensität auch unter gleichen äusseren Umständen sehr grosse Verschiedenheiten, wie schon aus den angeführten Beispielen hervorgeht; die einen Pilze sind dazu viel geeigneter als die anderen¹⁾. Sie ist also eine allgemeine Eigenschaft mit spezifischer Abstufung in der Intensität, während alle Gärungen spezifische Eigenthümlichkeiten einzelner Pilzformen sind; und zwar lässt sich als Regel mit wenig Ausnahmen angeben, dass im Allgemeinen die Pilze, welchen die Gärtüchtigkeit abgeht, zur Uebertragung der vollständigen Verbrennung viel geeigneter sind. Wenn ein bestimmtes Gärvermögen nicht nur einer, sondern zugleich mehreren Pilzformen zukommt, so besteht auch hier eine spezifische Abstufung in der Intensität, wie das bei der Alkoholgärung (verschiedene Formen von *Saccharomyces*, Sprossformen von verschiedenen *Mucor*-Arten) deutlich ist.

1) Die Versuche über die langsame Verbrennung besonders durch Schimmel- und Spaltpilze werden in einer besondern Abhandlung dargelegt werden.

Es ist zwar von Pasteur die Theorie ausgesprochen worden, dass die Alkoholgärung eine ganz allgemeine Erscheinung sei in der organischen Natur und dass sie jeder durch Sauerstoffmangel krankhaft affizierten vegetabilischen und animalischen Zelle zukomme, und auch von Anderen wurde Aehnliches wiederholt. Wäre diess richtig, so müssten höchst wahrscheinlich auch die übrigen Gärvorgänge als allgemeine Eigenschaften der organischen Substanz in bestimmten abnormalen Zuständen betrachtet werden.

Die Frage nach der Verbreitung der Gärungen ist von zwei Seiten zu betrachten, zunächst mit Rücksicht auf die beobachteten Thatsachen und dann mit Rücksicht auf allgemein physiologische Gesichtspunkte. Was den ersten Punkt betrifft, so habe ich bereits oben dargethan, dass der Sauerstoffmangel nicht die Ursache der geistigen Gärung sein kann, weil die Hefenzelle in der Zeiteinheit mehr Zucker zerlegt, wenn sie im Genuss des Sauerstoffs sich befindet, als wenn ihr derselbe mangelt. Aus dieser Thatsache, sowie aus vielen anderen Beobachtungen ziehe ich den Schluss, dass die Hefenzellen um so gärtüchtiger sind, je kräftiger sie vegetiren; sowie sie älter und schwächer werden, nimmt auch ihr Vermögen, Zucker in Alkohol und Kohlensäure zu spalten, ab.

Nun ist allerdings nachgewiesen, dass auch in andern Pilzen und in verschiedenen Geweben der übrigen Pflanzen geringe Mengen von Alkohol entstehen. Hier ist es aber wirklich eine abnormale Erscheinung, da sie der Zelle im gesunden und lebenskräftigen Zustande mangelt und erst eintritt, wenn derselben die Nährstoffe, namentlich der Sauerstoff, entzogen werden. Wir finden also nicht sowohl eine Uebereinstimmung als einen Gegensatz rücksichtlich der Alkoholgärung zwischen den betreffenden Hefenzellen und den übrigen Zellen des Pflanzenreiches. Die letzteren (ob alle?) erlangen bei krankhafter Veränderung des Plasmainhaltes vorübergehend und in geringem Grade eine Eigenschaft, welche jenen dauernd zukommt und in ihnen um so stärker entwickelt ist, je gesunder und kräftiger sie vegetiren.

Rücksichtlich der übrigen Gärungen lässt uns die Erfahrung noch fast ganz im Dunkeln. Es unterliegt zwar keinem Zweifel, dass die betreffenden Hefenzellen, wie bei der geistigen Gärung, um so energischere Zerlegung verursachen, je lebhafter sie wachsen. Es ist auch Thatsache,

dass ähnliche Spaltungsprozesse (Milchsäurebildung und Mannitbildung aus Zucker, Buttersäure- und Essigbildung, Zerfallen von Albuminaten in Ammoniakderivate und andere Stoffe) ausnahmsweise in den Pflanzengewebe auftreten. Diess berechtigt uns aber noch nicht zu einem sichern Schluss; wir können bloss die Möglichkeit und allenfalls eine etwelche Wahrscheinlichkeit daraus ableiten, dass die verschiedenen Gärvermögen in gewissen abnormalen Zuständen allgemeine Erscheinungen der Pflanzensubstanz seien, wie es mit der Alkoholbildung wirklich der Fall ist.

Was die allgemein physiologischen Gesichtspunkte betrifft, so lassen sich zur Zeit nur zwei derselben, die nächste mechanische Ursache des Zersetzungs Vorganges und seine phylogenetische Beziehung, besprechen, und zwar zunächst mit Rücksicht auf die hinreichend erforschte Alkoholbildung. Wenn wir nach der molecularphysikalischen Theorie annehmen, dass bei der geistigen Gärung gewisse Bewegungszustände des Hefenplasmas auf die umgebenden Zuckermoleculë übertragen werden und in denselben das Gleichgewicht in eigenthümlicher Weise stören, so liegt in der weiteren Annahme, dass dem lebenden Plasma anderer Zellen abnormal die gleiche Eigenschaft zukomme, nichts Auffallendes und Unwahrscheinliches. Wenn dasselbe durch Entziehung der Nährstoffe oder durch andere schädliche Einwirkungen aus seinem gewöhnlichen Verhalten krankhaft verändert und zuletzt getödtet wird, so durchläuft es eine abgestufte Reihe von Uebergangserscheinungen, von denen jede einen eigenthümlichen Bewegungszustand darstellt. Es liesse sich nun leicht denken, dass in dieser allmäligen Abstufung auch derjenige Bewegungszustand einmal erscheint, welcher das Zerfallen des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure bedingt, — und es wäre ebenso annehmbar, dass auch Bewegungszustände, welche andere Gärungen bewirken, nicht fehlten. Nach der Beschaffenheit aller äusseren und inneren Umstände wird der betreffende Bewegungszustand bald längere bald kürzere Zeit andauern, bald mehr bald weniger energisch sein, bald eine grössere bald eine geringere Menge von Gärmaterial (Zucker) antreffen, und es muss daher die abnormale Alkoholbildung sich quantitativ sehr ungleich verhalten, wie dies in der That der Fall ist.

Wenn die nämliche Erscheinung in einem Gebiete der organischen Reihe in voller Ausbildung auftritt und einen wesentlichen Theil des

Ganzen ausmacht, in einem andern aber verkümmert und bedeutungslos vorhanden ist, so wird dies gewöhnlich und mit Recht so gedeutet, dass sie dort, wo sie den Nutzen gewährte, sich ausgebildet habe, dass sie dagegen in den von jenem Gebiet abstammenden Gebieten, wo sie überflüssig geworden, mehr oder weniger verkümmert sei und sich nur noch in vererbten Andeutungen erhalten habe. Eine solche Erklärung wäre aber für den vorliegenden Fall offenbar unstatthaft; denn es wird Niemand etwa behaupten wollen, dass alle übrigen Pflanzen, in welchen abnormale Alkoholbildung vorkommt, als Abkömmlinge der Sprosshefenpilze zu betrachten seien.

Es ist aber auch die entgegengesetzte Erklärung möglich; eine Erscheinung ist bei den Vorfahren unscheinbar und ohne Bedeutung und bildet sich bei den Nachkommen, denen sie Nutzen gewährt, aus. Diess muss sogar immer der Fall sein; jede Eigenschaft muss, da sie nicht aus Nichts entstehen kann, bei den Vorfahren schon in irgend einer Weise als Anlage vorhanden gewesen sein. Nur sind diese Anlagen selten augenfällig und nachweisbar.

Das Vermögen, Zucker in Alkohol und Kohlensäure zu spalten, kommt dem Plasma einer Menge von Pflanzenzellen im krankhaften Zustande und in geringem, oft kaum bemerkbarem Masse zu. Es ist, wie so viele andere, eine aus den Molecularverhältnissen mit Nothwendigkeit hervorgehende Eigenschaft, die aber noch keine physiologische Bedeutung hat. Diese Eigenschaft kann im Laufe der Generationen zu- oder abnehmen; sie wird aber nach physiologischen Gesetzen nur da sich sehr bedeutend steigern und normal werden, wo die Vergärung des Zuckers sich als vortheilhaft erweist. Solches ist bei manchen Sprosspilzen geschehen. Warum nur gerade bei diesen, ist vorerst noch ein Räthsel. Es lässt sich kaum eine Andeutung geben, warum die Sprosspilze mehr als andere geeignet waren, durch geistige Gärung Kraft zu gewinnen und dadurch die Fähigkeit zu erlangen, in sauerstofflosen Flüssigkeiten zu leben. Indessen spricht dieser Mangel nicht etwa gegen die Auffassung überhaupt, da er ja im Grunde noch allen phylogenetischen Erklärungen anklebt. Dass es aber Pilze giebt, welche bald in nicht gärtüchtigen Schimmelformen, bald in gärtüchtigen Sprosspilzformen auftreten (wie die *Mucor*-Arten), spricht ebenfalls nicht gegen die phylogenetische

Erklärung, sondern beweist nur, wie leicht die beiden Zustände in einander übergehen, wenn einmal beide zu Eigenschaften der gleichen Species geworden sind.

Die selbständigen Sprosspilze (*Saccharomyces*) sind ohne Zweifel aus Schimmelpilzen entstanden und für sie besonders gilt die phylogenetische Ableitung der Gärtüchtigkeit. Der genetische Zusammenhang der Spaltpilze mit andern niedern Pflanzen ist noch dunkel; es ist möglich, dass sie von den morphologisch verwandten Nostochinen (im weiteren Sinne) abstammen, wiewohl auch das Umgekehrte nicht ausgeschlossen ist. Innerhalb der Spaltpilzgruppe selber lassen sich manche morphologische Formen durch die Kultur leicht in einander umwandeln, und die spezifischen Gärtüchtigkeiten gehen ebenfalls durch Kultur leicht verloren oder werden in andere übergeführt. Hier verhalten sich die verschiedenen morphologischen und physiologischen Merkmale innerhalb der Species ähnlich wie die Schimmel- und Sprossformen bei *Mucor*, indem sie unter geänderten äusseren Umständen bald durch raschere bald durch langsamere Anpassung sich um- und ausbilden.

Anmerkung, betreffend die Molecülvereinigenen.

Da der moleculare Bau der organisirten Substanzen für die Theorie der Gärung im Allgemeinen und für die Erklärung einzelner Erscheinungen, wie beispielsweise der durch die Gärthätigkeit ermöglichten Ausscheidung von Eiweiss aus den Hefenzellen, so wichtig ist, so will ich nachträglich noch einige Betrachtungen beifügen, welche das im Texte über die molecularen und micellaren Lösungen Gesagte ergänzen und die Micellbildung in das richtige Licht zu der Gesamtheit der molecularen Verhältnisse stellen sollen. Ich knüpfe dabei an die Anschauung an, von welcher Pfeffer in seiner vortrefflichen Schrift „Osmotische Untersuchungen“ (1877) ausgegangen ist.

Was zuerst die Terminologie betrifft, so gebraucht Pfeffer den allgemeinen Ausdruck „Tagma“ für Molecülverbindung, mit der Bemerkung, dass man schwerlich in der Chemie das an Zelle erinnernde Wort (Micell) einführen wollen werde. Es scheint demnach der etymologische Irrthum zu bestehen, dass eine barbarische Zusammensetzung von einem unbekanntem, mit „mi“ anfangenden Wort und „cellula“

vorliege, ähnlich etwa wie Aldehyd gebildet ist. — Ursprünglich hatte ich im Jahre 1858 in Uebereinstimmung mit dem damaligen Sprachgebrauch die jetzigen Molecüle „Atome“ und die jetzigen Molecülgruppen „Molecüle“ genannt, indem es sich für mich nur darum handelte, für die kleinsten, von den Physiologen als Molecüle oder Molekeln bezeichneten Substanztheilchen eine bestimmte Vorstellung zu gewinnen. Nachdem dann die Chemie die beiden Wörter in der bekannten Unterscheidung in Anspruch nahm, so musste für Molecülgruppe ein neues Wort gesucht werden. Nach langem Ueberlegen (wobei Namen, die auf Krystallähnlichkeit oder Zusammenordnung Bezug hatten, verworfen wurden) entschied ich mich für die ganz ungelehrte Benennung Micell (Diminutif von mica, Krume), weil sie nichts präjudicirt und sich für alle Zusammensetzungen eignet. Sie ist denn auch, nachdem ich mich schon durch längeren Gebrauch von der Zweckmässigkeit überzeugt hatte, in die II. Auflage des „Mikroskops“ aufgenommen worden, — und ich denke, dass „Krümchen“ (micellum) ebenso gut eine Gruppe von kleinsten Theilchen bezeichnet, als „Kolösschen“ (molecula) die kleinsten Theilchen selbst.

Was ferner den Begriff betrifft, so kann es für gewisse Betrachtungen vollkommen zweckmässig sein, von einer ganz allgemeinen und unbestimmten Vorstellung auszugehen, wie Pfeffer von der allgemeinen Molecülverbindung (tagma) ausgegangen ist. Gewiss hat aber auch das andere Verfahren Berechtigung, einen Begriff genau zu bestimmen und zu untersuchen, wie weit sein wirkliches Vorkommen sich erstreckt. Dieses Verfahren führt mich auf 3 ihrem Wesen nach verschiedene tagmatische Begriffe, welche nicht unter einen Oberbegriff zusammen gefasst werden können, weil je der vorhergehende sich zu dem folgenden verhält wie der Theil zum Ganzen; es sind das Pleon, das Micell und der Micellverband.

In den Krystallen, welche Krystallwasser enthalten, zeigen die Molecüle H_2O ein bestimmtes numerisches Verhältniss zu den Substanzmolecülen oder Salzmolecülen, wie ich sie allgemein nennen will. So kommen z. B. auf 1 Mol. schwefelsaure Magnesia in den einen Krystallen 7, in den andern 12 Molecüle Wasser, auf 1 Mol. essigsäures Natron 3 Mol. Wasser, auf 1 Mol. Citronensäure und auf 1 Mol. Traubenzucker 1 Mol. Wasser. Während das eigentliche Hydratwasser, durch Werthigkeiten gebunden, einen Theil des Salzmolecüls selbst ausmacht, befindet sich das Krystallwasser als getrennte Molecüle neben demselben. Die Krystallwasser-führenden Substanzen bestehen also aus Molecülgruppen, von denen jede 1, seltener 2 Molecüle Substanz (Salz) und 1 bis 24 Mol. Wasser enthält. Wie das Wasser die Molecülgruppen bilden hilft, können auch verschiedene Salzmolecüle zu solchen Einheiten zusammentreten, wie dies bei den Alaunarten so deutlich ist.

Diese Molecülgruppen habe ich in Ermangelung eines bessern Wortes bisher in meinen Notizen „Pleone“ genannt ($\tauὸ πλέον$, Mehrzahl), und für den so häufigen Fall, dass Wasser einen Bestandtheil derselben ausmacht, „Hydropleone“. Vielleicht auch würde man zweckmässig „chemische Verbindung“, wenn der Zusammenhalt

durch die Werthigkeiten erfolgt, und „chemische Vereinigung“, wenn die Molecüle in bestimmter Zahl zu Pleonen zusammentreten, unterscheiden.

Die genannten Molecülgruppen gehören nicht bloss dem festen Zustande an; sie bestehen auch in der Lösung fort. Besonders überzeugend lässt sich dies für das Hydropleon nachweisen, welches zwischen den beweglichen Wassermolecülen eine relativ feste Vereinigung darstellt. Den Massstab für seine Festigkeit giebt uns die Differenz in der Wärmetönung, wenn das wasserfreie und das wasserhaltige Salz sich lösen. Die grössere Wärmemenge, welche sich beim Lösen des wasserfreien Salzes entwickelt, entspricht dem Verluste an lebendiger Kraft (Bewegung), welche die in Hydropleonbildung eingehenden Wassermolecüle erleiden.

Gänzlich verschieden vom Pleon ist das Micell, indem letzteres nichts anderes als einen winzigen, weit jenseits der mikroskopischen Sichtbarkeit liegenden Krystall darstellt. Das Pleon ist ein individueller Körper, gleich dem Molecül, welcher weder wachsen, noch getheilt werden kann, ohne seine Natur zu ändern, während das Micell wie der Krystall, wenn es sich vergrössert oder in Stücke zerschlagen wird, seine innere Beschaffenheit behält. Das Micell unterscheidet sich von dem Pleon durch die beträchtlichere Grösse; denn der geringe Wassergehalt in manchen organisirten Substanzen (in den dichtesten Schichten der Stärkekörner und Cellulosemembranen) verlangt, wie aus der Vergleichung mit weichen (wasserreichen) Schichten hervorgeht, unabweisbar die Annahme, dass viele Micelle nicht bloss aus Hunderten sondern aus vielen Tausenden von Molecülen krystallinisch (ohne zwischenliegendes Wasser) aufgebaut seien ¹⁾. Möglicher Weise giebt es organisirte Substanzen, deren Molecüle mit Krystallwasser fest werden; dann sind ihre Micelle aus zahlreichen Hydropleonen zusammengesetzt. Für die Stärke ist dies nicht wahrscheinlich; wäre es der Fall, so müssten die Micelle der wasserarmen Schichten aus einer noch weit grösseren Zahl von Hydropleonen bestehen, als die Rechnung für die wasserfreien Molecüle ergiebt (weit über 10,000).

Der innere Bau der Micelle ist krystallinisch, während die äussere Gestalt alle möglichen Formen zeigen kann. Ich habe diese Vorstellung seit 1858 unverändert festgehalten und bin offenbar missverstanden worden, wenn Pfeffer (Osmot. Unt. S. 150) sagt, ich hätte späterhin in die Definition organisirter Substanz „krystallinische oder wenigstens polyedrische“ Micelle aufgenommen, und käme damit in Widerspruch mit meinen eigenen früheren Annahmen von kugeligen Anfängen. An der einen von Pfeffer citirten Stelle sind aber die Micelle bloss als „krystallinisch“ bezeichnet und damit ihr innerer Bau gemeint; an der anderen citirten Stelle heisst es, dass „die Gestalt derselben im Allgemeinen eine polyedrische sein müsse“, was nicht ausschliesst, dass die Anfänge kugelig sind. Die ursprüngliche Kugelge-

1) Nägeli, Stärkekörner p. 331 ff.

stalt der Micellanfänge habe ich übrigens immer nur als wahrscheinlich ausgesprochen und dabei namentlich auch an den Mangel der Krystallisationsfähigkeit bei Stärke und Cellulose erinnert, indem ich damals die Amylodextrin-Crystalloide und die doppelbrechenden Eigenschaften der Micelle noch nicht kannte. Diese neuen Errungenschaften ändern indess nichts an der Vorstellung, wie der Aufbau eines organisirten Körpers (eines Stärkekorns, einer Zellmembran u. s. w.) zu Stande kommt, sie modifiziren nur wenig die Begründung.

Wenn die organisirten Substanzen molecular-löslich wären, so hätten die Micelle, die aus solchen Lösungen sich ausscheiden, als Krystallisationsanfänge ohne Zweifel auch die äussere Gestalt von Krystallen, indem die sich anlagernden Molecüle vermöge ihrer Beweglichkeit im Wasser den Stellen der stärkeren Attraction zuströmen würden. Da die organisirten Körper aber molecular-unlöslich sind, so wird die Vergrösserung eines Krystallanfanges wesentlich bedingt durch die Ursachen, welche die molecular-lösliche Verbindung in die unlösliche (Zucker in Stärke und Cellulose, Peptone in Albuminate u. s. w.) überführen. Der krystallinische Anfang eines Stärkemicells lagert ein neues Stärkemolecül nicht da an, wo es die Krystallisationskräfte verlangen würden, sondern da, wo das in Wasser unbewegliche Molecül entsteht. Desswegen können die Molecüle eines Micells doch genau die Anordnung haben, wie in einem richtigen Krystall, nämlich in parallelen Ebenen, die nach drei Dimensionen sich kreuzen mit entsprechend gleichmässiger Orientirung, — und dass diese Anordnung entweder in aller Strenge oder doch in weit überwiegender Masse vorhanden ist, beweist uns die Doppelbrechung des Micells. Die äussere Gestalt der Micelle aber kann jede beliebige Abstufung von der regelmässigen Krystallform bis zur Kugel und zum ganz unregelmässigen Körper zeigen. Die ersten Anfänge sind aus verschiedenen Gründen wenigstens in einzelnen Fällen sehr wahrscheinlich kugelig; der wichtigste Beweis jedoch für diese Annahme lässt sich noch nicht beibringen, da er eine genauere Kenntniss der molecularen Kräfte, welche die chemische Umwandlung bedingen, und namentlich auch der räumlichen Anordnung dieser Kräfte voraussetzt.

Ich habe früher (Stärkekörner 1858) angenommen, dass das Micell ausschliesslich wie ein einfacher Krystall wachse, bin aber längst überzeugt, dass noch ein anderer Factor bei der Vergrösserung der Micelle mitwirkt. Die mechanischen und die räumlichen Bedingungen des Wachstums von Stärkekörnern und Cellulosemembranen, sowie der Erscheinungen beim Aufquellen dieser Gebilde verlangen die Theorie, dass nicht bloss die einzelnen Micelle wie Krystalle durch Auflagerung wachsen, sondern dass auch mehrere oder viele sich mit einander vereinigen und durch Verwachsung zusammengesetzte Micelle bilden, in analoger Weise wie mehrere einfache Krystalle zu einer Druse verwachsen. Die Vereinigung geschieht dadurch, dass der sonst mit Wasser erfüllte Zwischenraum zwischen zwei Micellen sich mit Substanz ausfüllt. Dabei passen selbstverständlich die Molecüle (oder Pleone) der beiden verwachsenden Micelle nicht genau aufeinander. An der Verwachsungsstelle ist daher

die regelmässige krystallartige Anordnung der Molecüle mehr oder weniger gestört, und hier vermögen die Quellungs- und Lösungsmittel, deren Angriffen die streng regelmässige Structur mit ihrer stärkeren Cohäsion noch widersteht, mit Erfolg einzugreifen und den Zusammenhang zu lösen. — Das Verwachsen kann sich wiederholen, so dass also nun zusammengesetzte Micelle sich mit einander vereinigen, und dass zuletzt ein vielfach zusammengesetztes Micell entsteht. Je grösser und zusammengesetzter zwei verwachsene Micelle sind, um so weniger passen ihre Molecüle auf einander, um so weniger fest ist unter übrigens gleichen Umständen der Zusammenhang. Es erfolgen daher die Trennungen ebenfalls stufenweise; so beobachtet man an der Stärkesubstanz ein wiederholtes Zerfallen der zusammengesetzten Micelle, wobei jede folgende Stufe einer stärkeren Action der angewendeten Mittel entspricht.

Grosse Micelle von höherer Zusammensetzung zerfallen aber nur dann leichter als kleinere und einfachere, wenn ihre Verwachsungen gleich alt sind, was für die Hauptmasse eines Stärkekorns zutrifft. Sind die einen Verwachsungen älter, so erweisen sie sich auch fester und widerstandsfähiger, wahrscheinlich weil beim Wachstum des ganzen zusammengesetzten Micells die Vereinigungsstellen durch gemeinsame Substanz von mehr ununterbrochener und regelmässiger Anordnung überlagert und geschützt werden. So sind in der ältesten Partie eines Stärkekorns (in der Rindenschicht, welche das geringste Wachstum zeigt, da sie mit dem Quadrat des Radius zunimmt, indess die übrige Substanz mit der dritten Potenz des Radius sich vermehrt) die Micelle nicht bloss am grössten, sondern auch am widerstandsfähigsten gegen Quellungsmittel.

Die Verwachsung der Micelle kann nach allen Seiten erfolgen und mehr oder weniger isodiametrische Körperchen bilden, wie diess ohne Zweifel in der inneren Partie des Stärkekorns der Fall ist. Oder sie kann einseitig sein und durch Verschmelzung einer Micellreihe linienförmige oder fibrillenförmige Körperchen bilden, wie dies für die Holz- und Bastzellen ihrer mechanischen Eigenschaften wegen angenommen werden muss, besonders für die besseren Bastsorten, deren Zugfestigkeit dem Schmiedeeisen und selbst dem Stahl gleich kommt. Diese fibrillenartigen zusammengesetzten Micelle sind übrigens nicht zu verwechseln mit den Primitivfasern, aus denen man sich früher die Pflanzenzellmembranen zusammengesetzt dachte, und welche nichts anderes als die mikroskopisch sichtbaren dichteren streifenförmigen Stellen der Membranschichten sind.

Wahrscheinlich kommt Micellbildung nicht bloss bei den organisirten Körpern und in den aus denselben erhaltenen Micellarlösungen vor. Der gallertartige Zustand in welchem die Kieselsäure und andere unorganische Verbindungen auftreten, die Unfähigkeit dieser Verbindungen zu diosmiren, und die anderen äusserst mannigfaltigen Erscheinungen, welche sich an den gallertartigen Zustand knüpfen und so grosse Aehnlichkeit mit dem Verhalten der Albuminate zeigen, deuten mit grosser Wahrscheinlichkeit darauf hin, dass auch hier die Bildung von Micellen und Micellverbänden Platz greift. Auch bei sehr concentrirten Lösungen muss wahrscheinlich,

wie ich später für den Zucker zeigen werde, das Vorhandensein von Micellen angenommen werden; vielleicht spielen dieselben auch eine Rolle in den übersättigten Lösungen, insofern nicht alle dieselben betreffenden Thatsachen aus verschiedenen „Hydraten“ (d. h. Hydropleonzuständen) sich erklären lassen sollten. Endlich treffen wir in den Niederschlagsmembranen, mit denen man künstliche Zellen dargestellt hat, einen micellaren Bau.

Die Micelle vereinigen sich aus einer Micellarlösung auf zwei verschiedene Arten zu Verbänden, entweder in regelmässiger Art, wobei sie nach den nämlichen Regeln zu einem Krystalloid zusammentreten, wie die Molecüle oder Pleone zu einem Krystall (die drei Normen, nach denen dies geschieht, habe ich im Text angegeben), — oder in unregelmässiger Weise, indem sie sich beliebig, bald mehr baumartig, bald mehr netzartig, an einander hängen. Diese unregelmässigen Verbände sind entweder getrennt in der opalisirenden Flüssigkeit, oder sie hängen alle zusammen und bilden eine stehende Gallerte. — Gemeinsam ist allen Micellverbänden, dass die einzelnen Micelle an der ganzen Oberfläche mit Wasser umgeben sind, und dass der Zusammenhang nur durch grössere Annäherung der Micelle, somit durch Verminderung der trennenden Wasserschicht an bestimmten Stellen zu Stande kommt.

Dass die Micelle aus einer Lösung bald zu regelmässigen, bald zu unregelmässigen Verbänden sich zusammenordnen, erklärt sich leicht aus ihrer verschiedenen Gestalt und Grösse. Nur wenn die Micelle annähernd gleich gross und gleich gestaltet sind, können sie sich, ähnlich wie Molecüle oder Pleone, zu regelmässigen krystallähnlichen Körpern vereinigen. Da jedoch die Micelle nie die vollkommene Gleichheit der Molecüle und Pleone erreichen, so bleiben auch die Krystalloide immer etwas hinter der strengen geometrischen Regelmässigkeit der Krystalle zurück (Sitzungsber. der k. b. Akad. d. W. vom 11. Juli 1862). In den künstlich erhaltenen Micellarlösungen scheinen die Micelle, wie dies übrigens begreiflich ist, meistens von ungleicher Grösse und Gestalt zu sein und daraus zum Theil die Schwierigkeit erklärt zu werden, mit der sich Krystalloide aus denselben gewinnen lassen.

Die organisirten Körper bestehen ebenfalls bald aus regelmässigen bald aus unregelmässigen Micellverbänden. Hier sind aber bezüglich des Zustandekommens andere Gesichtspunkte massgebend, da die Verbände nicht durch Zusammentreten ursprünglich getrennter Micelle aus einer Lösung, sondern durch Zwischenlagerung neuer Micelle zwischen die schon vorhandenen sich bilden. In dem organisirten Körper besteht der regelmässige Bau in einer gleichartigen Orientirung der Micelle, welche sich durch die doppelbrechenden Eigenschaften kundgibt, und welche jedenfalls auch eine gewisse regelmässige schichtenweise Anordnung voraussetzt, aber eine grosse Mannigfaltigkeit in Form und Grösse der Micelle gestattet. Daher ist es denn eine gewöhnliche Erscheinung, dass die Micelle einer ganz regelmässig gebauten organisirten Substanz (Stärkekorner, Zellmembran), nachdem sie sich getrennt haben und in Micellarlösung gegangen sind, nicht mehr oder nur in sehr beschränktem Masse zu regelmässigen Formen (Crystalloiden) sich vereinigen.

Wir haben also, wie aus dem Vorstehenden sich ergibt, wenn wir alle molecularen Verhältnisse bis dahin, wo sie dem bewaffneten Auge sichtbar werden, berücksichtigen, 5 Stufen zu unterscheiden: Atome der chemischen Elemente, Molecüle, Pleone, Micelle und Micellverbände. Nur die letzteren können, wenn sie eine besondere Grösse erreichen (wie dies z. B. in den Krystalloiden der Fall ist) unter dem Mikroskop wahrgenommen werden. Die Stufen sind im Allgemeinen scharf geschieden, indem sich jede zur folgenden verhält wie der Theil zum Ganzen. Das schliesst aber nicht aus, dass die eine für die nächstfolgende eintreten und ihre Rolle übernehmen kann, wie z. B. in den Quecksilberdämpfen die Atome als Molecüle auftreten, wie ferner so häufig die Molecüle unmittelbar zu Micellen oder Krystallen zusammentreten, insoferne sie nicht etwa auch bei Mangel an Krystallwasser zunächst Pleone (von bestimmter Molecülzahl) bilden.

Die Aufgabe der Wissenschaft scheint mir nun die zu sein, bei jeder dem unsichtbaren Gebiete angehörenden Erscheinung zu bestimmen, welcher der oben genannten Stufen dieselbe angehöre. Diese Aufgabe besteht für den physikalischen Theil der Chemie, besonders aber für die Molecularphysiologie, welche bei jedem Schritt das Bedürfniss empfindet, sich über jene Erscheinungen klar zu werden. Pfeffer hat die drei letzten Stufen (Pleon, Micell und Micellverband) als Tagma zusammengefasst, und es ist dies jedenfalls ein Fortschritt gegenüber dem gewöhnlichen Verfahren, alles dem unsichtbaren Gebiete Angehörige als „moleculare Verhältnisse“ zu bezeichnen. Irdessen kann der letztere ganz allgemeine Begriff nicht entbehrt werden, und wenn man, was ebenfalls zweckmässig ist, in dem ganzen unsichtbaren Gebiete zwei Gruppen unterscheiden will, so würde ich für natürlicher halten, die Scheidung an einer anderen Stelle zu vollziehen und die drei ersten Stufen den zwei letzten gegenüber zu setzen. Man würde dann die molecularen Verhältnisse im engeren Sinne und die micellaren Verhältnisse unterscheiden. Zu den ersteren würde Alles gehören, was die Atome, Molecüle und Pleone betrifft, also Alles, was dem eigentlich chemischen Gebiete angehört und sich nach bestimmten Verhältnisszahlen (Aequivalenten) verbindet oder vereinigt. Die letzteren dagegen würden Alles begreifen, was die Micelle und die Micellverbände betrifft, was dem eigentlich physikalischen Gebiete angehört, mit der Fähigkeit zu unbestimmter und unbegrenzter Vereinigung. — Aber diese allgemeinen Begriffe dürfen nur als Nothbehelf dienen, und das Augenmerk muss immer darauf gerichtet sein, zu den einzelnen Stufen als den natürlichen und concreten Begriffen vorzudringen.

Wie wichtig die Unterscheidung der verschiedenen Stufen ist, zeigt sich besonders auch bei den diosmotischen Erscheinungen, welche in Folge der Schrift Pfeffer's vorzüglich auch zu dieser Anmerkung Veranlassung gegeben haben. Der Durchgang eines gelösten Stoffes durch eine Membran wird ermöglicht durch das Wasser, das in derselben enthalten ist. Je mehr dieses Wasser durch die Substanz beeinflusst ist, um so mehr wird die Diosmose eine besondere, von der Diffusion in Wasser (ohne trennende Membran) verschiedene Erscheinung. Der

Charakter der Diosmose (Verhältniss von Salz- und Wasserströmung, diosmotischer Druck u. s. w.) ist also um so ausgesprochener, je enger die mit Wasser gefüllten Poren der Membran sind. Auf diesen Punkt legt auch Pfeffer mit Recht grosses Gewicht; er unterscheidet Wasser, das unter dem Einfluss der molecularen Anziehung der Substanz steht, und solches, welches ausserhalb derselben sich befindet; ersteres bedingt die „moleculare“, letzteres die „capillare“ Diosmose. Wenn er aber den Nachweis von Wasser in einer tagmatischen Anordnung im Allgemeinen als ausreichend betrachtet, um eine diatagmatische Diosmose anzunehmen, so halte ich es für zweckmässig, auch in dieser Beziehung einen Schritt weiter zu gehen, indem nur die letzte Stufe, der Micellverband, den Durchgang von flüssigen und gelösten Stoffen erlaubt, das Micell selbst aber als unwegsam betrachtet werden muss.

Ausser dem capillaren Wasser, welches die gewöhnliche Diffusion zeigt, haben wir nämlich in einer feuchten Membran noch zweierlei Wasser zu unterscheiden: dasjenige, welches die Oberfläche der Micelle zunächst umgiebt, und welches wir wohl am besten als Adhäsionswasser bezeichnen, — und dasjenige, welches allenfalls mit in die Zusammensetzung der Micelle eintritt und welches ich am liebsten Constitutionswasser nennen möchte, wenn nicht dieser Ausdruck schon in mehrfachem Sinne verwendet worden wäre. Diese drei Arten von Wasser weichen in dem Grade der Beweglichkeit ihrer Molecüle von einander ab. Das capillare Wasser hat die vollen Molecularbewegungen des freien Wassers; in dem Adhäsionswasser sind die fortschreitenden Bewegungen der Molecüle mehr oder weniger vermindert, und in dem Constitutionswasser (Krystallwasser, Pleonwasser) befinden sich die Molecüle in einem starren, unbeweglichen Zustande. Anderes Wasser giebt es überhaupt nicht; denn die Elemente des eigentlichen Hydratwassers, das durch Werthigkeiten gebunden ist, befinden sich ja nicht als H_2O , sondern als HO in den Molecülen.

Ueber die Bewegungszustände der Wassermolecüle, welche das Constitutionswasser (Krystallwasser) des festen Zustandes bilden, geben uns die Lösungswärmen Aufschluss. Wenn das Wasser zu Eis wird, so verlieren die Molecüle ihre fortschreitende Bewegung; diesem Verluste entspricht die Menge der freiwerdenden Wärme. Wenn ein Salz aus einer Lösung das eine Mal ohne, das andere Mal mit Krystallwasser ausfällt, so zeigt uns die Differenz der Wärmeentwicklung an, wie viel die Wassermolecüle beim Krystallisiren an Bewegung einbüssen. Statt den bei der Krystallisation freiwerdenden Wärmemengen, können wir auch die beim Lösen des wasserfreien und wasserhaltigen Salzes absorbirten Wärmemengen messen, da in beiden Fällen natürlich die gleichen Werthe erhalten werden.

Um ein Beispiel anzuführen, so krystallisirt das schwefelsaure Natron als Glaubersalz mit 10 Aeq. Wasser; es kann aber auch wasserfrei erhalten werden. Beim Lösen des wasserfreien Salzes werden für jedes Molecül Salz 760 Cal. frei, beim Lösen des wasserhaltigen Salzes dagegen 18100 Cal. absorbirt. Die Differenz von + 760 und - 18100 beträgt + 18860 Cal., welche Wärmemenge der Einbusse an

lebendiger Kraft von 10 Mol. H^2O entspricht, wenn sich dieselben mit 1 Mol. Na^2SO^4 zu einem Hydropleon vereinigen. Dies gilt für eine bestimmte Temperatur und eine bestimmte Menge des lösenden Wassers, und macht auf 1 Mol. H^2O , welches in das Hydropleon eintritt, durchschnittlich 1886 Cal. aus. — Wahrscheinlich vereinigt sich das Molecül des wasserfreien Salzes bei der Lösung mit 10 Mol. H^2O , zu einem Hydropleon. Dieser Umstand ist übrigens für das Ergebniss gleichgültig. Mögen die Salzmoecüle in der Lösung nicht mit Wasser oder mit irgend einer beliebigen Anzahl von Wassermolecülen vereinigt sein, so muss, wenn das eine Mal die feste Verbindung Na^2SO^4 , das andere Mal die feste Verbindung $\text{Na}^2\text{SO}^4 + 10 \text{H}^2\text{O}$ sich in Wasser löst, im ersten Fall immer eine grössere Zahl von H^2O -Molecülen in den festen, oder eine kleinere Zahl von H^2O -Molecülen in den bewegten Zustand übergehen als im zweiten Fall, und die Differenz muss immer 10 Molecüle betragen.

Wenn Wasser zu Eis oder Eis zu Wasser wird, so beträgt die Abgabe oder die Aufnahme von Wärme für jedes Molecül bei 0° 1442 Cal., bei 18°C . ungefähr 1600 Cal. Da nun beim Krystallisiren von Glaubersalz bei 18°C . für jedes der 10 Molecüle Krystallwasser durchschnittlich 1886 Cal. frei werden, so verliert das Wasser dabei mehr von seiner lebendigen Kraft als wenn es zu Eis wird; in dem Glaubersalzkry stall sind die Wassermolecüle unbeweglicher als im Eis. — Das Nämliche gilt für die übrigen Krystallwasser führenden Verbindungen, deren Wärmetönungen bekannt sind. Wenn man die Wärmemenge berechnet, welche für ein in den Krystall eintretendes Wassermolecül frei wird, so ist sie in der Regel grösser als wenn ein Wassermolecül zu Eis wird; sie kann selbst mehr als den doppelten Werth erreichen (so beim oxalsauren Ammoniak, oxalsauren Natron, weinsauren Kali).

Wenn das Hydropleon mehrere Wassermolecüle enthält, so befinden sich die einen in einem Zustande grösserer Starrheit als die anderen. Die moleculare Lösungswärme des wasserfreien essigsäuren Zinkoxyds ($\text{Zn C}^4\text{H}^6\text{O}^4$) beträgt + 9820 Cal., diejenige des Salzes mit 1 Mol. Krystallwasser + 6360 und diejenige des Salzes mit 2 Mol. Krystallwasser + 4240 Cal. Das erste Molecül Krystallwasser hat somit eine moleculare Lösungswärme von — 3460 Cal., das zweite eine solche von — 2120 Cal., beide Molecüle zusammen eine durchschnittliche Lösungswärme von — 2790 Cal. — Die moleculare Lösungswärme des phosphorsauren Natrons (Na^2HPO^4) beträgt im wasserfreien Zustande + 5481 Cal., mit 7 H^2O dagegen — 11328 Cal. und mit 12 H^2O — 22496 Cal. Die ersten 7 Molecüle Krystallwasser haben demnach eine durchschnittliche Lösungswärme von — 2401 Cal. für jedes Molecül, die 5 letzten eine solche von — 2234 Cal. und alle 12 zusammen eine solche von — 2331 Cal. Daraus ergiebt sich der allgemeine Schluss, dass das erste Molecül Wasser, welches in ein Pleon eintritt und welches dasselbe auch zuletzt verlässt, am meisten gebundene Wärme oder Bewegung verliert und dass jedes folgende eine geringere Einbusse erfährt.

Diese Thatsachen sind wichtig für die Beurtheilung des Bewegungszustandes, in welchem sich das allenfalls in den Micellen enthaltene Wasser befindet, und für die Entscheidung der Frage, ob Diosmose durch die Micelle hindurch möglich sei. Es wird Niemand daran zweifeln, dass eine Platte von Eis und ein Krystall mit Krystallwasser für gelöste Stoffe unwegsam sind, denn in beiden sind die Wassermoleküle nicht verschiebbar, indem sie bloss um ihre Gleichgewichtslage schwingen. Wenn aber Wassermoleküle mit in die Constitution der Micelle eingehen, so müssen sie sich darin in dem nämlichen starren Zustande befinden wie im Eis oder in jedem andern Krystall; und die Unbeweglichkeit muss um so grösser sein, in je geringerer Menge das Wasser im Verhältniss zur Substanz vorhanden ist. Betreffend diese Menge haben wir für die Stärke und die Cellulose bestimmte thatsächliche Anhaltspunkte. Der geringe Wassergehalt der dichten Schichten in den Stärkekörnern und in den Zellmembranen erlaubt bloss die Annahme, dass die Micelle aus wasserfreier Substanz bestehen, oder dass auf je 12 C höchstens 1 Mol. Krystallwasser komme. Wir haben für das Eine und Andere die Analogie der ohne Wasser oder mit Wasser krystallisirenden Zuckerarten. Ich halte es für viel wahrscheinlicher, dass die Stärke- und Cellulosemicelle kein Wasser enthalten.

Die Nothwendigkeit der Annahme, dass die allenfalls in den Micellen eingeschlossenen Wassermoleküle starr seien, lässt sich übrigens auch aus einer anderen Erwägung schon zum Voraus darthun. Wenn eine Substanz (Salz) mit Krystallwasser fest wird, so ist dies ein Beweis dafür, dass unter den bezüglichen Umständen das Salzmolekül die ihm zutreffenden Wassermoleküle stärker anzieht als die Salzmoleküle selbst. Das wasserfreie Salz entspricht also im genannten Falle einer geringeren Summe von Anziehung, und da diese eine feste Vereinigung bedingt, so muss die grössere Summe von Anziehung nothwendig ebenfalls eine feste Vereinigung hervorbringen. Und die nämliche Bewandtniss hat es mit den Wassermolekülen, welche in die krystallinische Structur der Micelle aufgenommen werden.

Aus diesen Gründen muss ich, gegenüber der Theorie Pfeffer's einer diatagmatischen Diosmose, an meiner ursprünglichen Behauptung, dass die Micelle, insbesondere diejenigen der Kohlenhydrate, für flüssige und lösliche Stoffe unwegsam seien, festhalten¹⁾. Die Diosmose durch eine Membran kann also nur durch das capillare und das Adhäsionswasser vermittelt werden. Ueber den Bewegungszustand des letzteren geben uns verschiedene Betrachtungen einigen Aufschluss.

1) Wenn Pfeffer anführt, dass ich früher die Möglichkeit erwähnt habe, dass Wasser in den Micellen enthalten sei, und wenn er aus dem Vorhandensein von Constitutionswasser den Schluss zieht, dass dasselbe beim Trocknen ganz oder theilweise verloren gehe, so muss ich dagegen erwidern, dass ich schon ursprünglich (1858) das möglicher Weise eingeschlossene Wasser als Krystallwasser und mit Rücksicht darauf die Micelle als undurchdringlich bezeichnet habe. Solches Wasser würde auch nicht beim Trocknen verdunsten, sondern wohl erst bei höherer Temperatur fortgehen. Alles, was Pfeffer von dem Constitutionswasser sagt, gilt nach meiner Ansicht bloss für das zwischen den Micellen befindliche Adhäsionswasser.

Viele Körper ziehen das Wasser energisch an und benetzen sich damit; sind sie porös, so werden sie davon durchdrungen. Die organisirten Substanzen nehmen nach dem Eintrocknen Wasser auf, indem die Neigung der Micelle, sich mit einer Wasserhülle zu umgeben, grösser ist als die im Uebrigen sehr bedeutende Anziehung, die sie auf einander selber ausüben. Dieser Verwandtschaft der Micelle zum Wasser muss der Grad der Unbeweglichkeit entsprechen, in den dabei die Molecüle des letzteren gerathen.

Die Imbibition setzt sich aus verschiedenen mechanischen Vorgängen zusammen. Einmal werden die Micelle von einander entfernt, und damit eine Arbeit geleistet, wie wenn ein Gewicht gehoben, resp. von dem Erdmittelpunkte entfernt wird. Dann nehmen die Micelle in Folge der Stösse, die ihnen die Wassermolecüle versetzen, lebhaftere (schwingende) Bewegungen an. Beide Arbeitsleistungen bedingen eine Abnahme der Bewegung der Wassertheilchen oder ihres Wärmeverrathes. Endlich wird eine gewisse Zahl von Wassermolecülen durch die Micelle in besonderem Grade angezogen; dieselben gehen in einen mehr oder weniger starren Zustand über, wobei Wärme frei werden muss. Alle drei Vorgänge haben eine Verminderung der Bewegung der in die organisirte Substanz eingedrungenen Wassermolecüle zur Folge. — Bei der Imbibition vereinigen sich also drei Momente, von denen die beiden ersten Wärme binden, der letzte Wärme frei macht. Es war vorauszusehen, dass der letztere bedeutend überwiege, und dass daher mit der Benetzung ein Steigen der Temperatur eintrete.

Um darüber experimentelle Gewissheit zu erhalten, wurde Weizenstärkemehl durch Trocknen bei 60 bis 80° C. ziemlich wasserfrei gemacht und, nachdem es auf 19° C. abgekühlt war, 100 gr. davon in 100 ccm destillirtem Wasser von gleicher Temperatur eingerührt. Die Temperatur stieg sogleich auf 27° C., also um 8°. — Da das Stärkemehl wahrscheinlich noch etwas Wasser enthalten hatte, so wurde noch einmal eine Partie zwischen 80 und 90° C. getrocknet und der Gewichtsverlust bestimmt; derselbe betrug 13,1 Proz. 40 gr. von diesem getrockneten Weizenstärkemehl, mit 40 ccm. Wasser, beide von der Temperatur 22° C., zusammengerührt, erwärmten sich auf 33,6° C., also um 11,6°. Diesmal enthielt das Stärkemehl nur noch geringe Spuren von Wasser; denn eine andere kleinere Partie, die so lange bei 90° C. getrocknet wurde, bis kein Gewichtsverlust mehr erfolgte, zeigte eine Abnahme von 13,3 Proz. — 40 gr. lufttrockenes Stärkemehl, mit 29,5 ccm. Wasser ¹⁾ zusammengerührt, liess das Thermometer von 20,6° C. auf 23,3° steigen, also um 2,7°. Es bedingen somit die 13,1 Prozente Wasser, welche sich in der lufttrockenen Stärke befinden, beim Eintritt in die Substanz eine Temperaturerhöhung um 8,9° C.

1) 40 gr. lufttrockenes Stärkemehl enthalten 5,24 Imbibitionswasser, somit 34,76 gr. Substanz. Bei Zusatz von 29,52 Wasser war die Menge des Wassers gleich derjenigen der trockenen Substanz wie in dem vorhergehenden Versuch.

Die Wärmemenge, welche bei der Imbibition des trockenen Stärkemehls frei wird, rührt davon her, dass ein Theil des eintretenden Wassers in einen weniger bewegten Zustand übergeht. Jene Menge stellt aber nicht die ganze Summe der durch diesen Vorgang ausgelösten Wärme dar, weil ein Theil der letzteren dazu verwendet wird, um den Verlust zu decken, welcher aus dem Auseinandertreten der Micelle und ihrer lebhafteren Bewegung sich ergibt. Die Wärmetönung bei der Imbibition zeigt uns also nur die Differenz zweier entgegengesetzter Wirkungen an, wie dies auch bei der Auflösung eines wasserfreien Salzes der Fall ist, wo die Hydropleonbildung als wärmeerzeugender, die Trennung und der Uebergang der starren Salztheilchen in die fortschreitende Bewegung als kälterzeugende Prozesse zusammentreffen und als Gesamtergebniss bald ein Steigen, bald ein Sinken der Temperatur verursachen. Nur sind beim Lösen eines Salzes die kälterzeugenden Prozesse viel wirksamer und daher auch die Temperaturenniedrigungen der häufigere Fall.

Wenn wir bestimmte Vorstellungen von der Grösse der Micelle hätten, so liesse sich berechnen, wie viel Wärme auf das einzelne Micell und wie viel annähernd auf die Flächeneinheit frei wird, und es liesse sich ein Vergleich zwischen der Micellbenetzung und der Hydropleonbildung anstellen. Daran ist aber vorerst nicht zu denken, und man könnte nur auf einem Umwege durch eine Reihe vergleichender Versuche an Substanzen von ungleicher micellarer Constitution zu einem einige Gewissheit gebenden Resultat gelangen. Einstweilen genügt die beobachtete bedeutende Temperaturerhöhung zu dem Beweise, dass bei der Benetzung der Micelle wirklich ein ganz analoger Vorgang stattfinden muss wie bei der Hydropleonbildung. 100 gr. Weizenstärke nehmen nahezu 100 gr. Imbibitionswasser auf; davon waren in dem zu dem Versuche verwendeten lufttrockenen Stärkemehl noch 15,1 gr. enthalten (= 13,1 Proz.). Die Aufnahme dieser 15,1 gr. Wasser bewirkte eine Temperaturerhöhung um 8,9° C., die Aufnahme der ganzen übrigen Wassermenge (84,9 gr.) nur eine weitere Erhöhung um 2,7° C.¹⁾ Es ist daher fast nur der geringe Theil des Imbibitionswassers, welcher in trockener Luft noch festgehalten wird, an der Temperaturerhöhung in hervorragender Weise theilhaft; seine Molecüle müssen sich, wie die Wassermolecüle der Hydropleone, nahezu in einem starren und eisähnlichen Zustande befinden.

Die Erscheinungen, welche die Adhäsion des Wassers an festen Körpern und der Durchgang desselben durch Capillarröhren darbietet, beweisen, dass sich zunächst an der festen Substanz eine unbewegliche oder wenigstens eine schwer bewegliche Wasserschicht befindet. Aus der absoluten Grösse, welche für die Wirkungssphäre der bemerkbaren Anziehungskraft einer festen Oberfläche auf Wasser von Quincke bestimmt worden, und aus der absoluten Grösse, welche sich aus den Berechnungen

1) Die beiden Zahlen 8,9 und 2,7 sind direkt vergleichbar, da in beiden Fällen gleiche Mengen von Stärke und Wasser die Temperaturerhöhung erfuhren.

von Thomson, Maxwell und andern Physikern, für den Raum eines Wassermolecüls ergibt, würde folgen, dass das Wasser bis auf die Entfernung von einigen Tausend Molecülen die Anziehung der festen Oberfläche in merklichem Grade erfährt und daher in verminderter Bewegung sich befindet. Anziehung und Bewegungsverlust nehmen natürlich nach dem festen Körper hin zu, und steigern sich möglicher Weise in den unmittelbar angrenzenden Wassermolecülen (in einer einfachen oder mehrfachen Schicht) zur vollkommenen Starrheit.

Eine bessere Einsicht in die Bewegungszustände der durch Adhäsion gebundenen, der festen Oberfläche zunächst liegenden Wassermolecüle vermag uns das Verhalten der Hydropleone zu geben. Die Salze haben im Allgemeinen eine grosse Verwandtschaft zu Wasser. Beweis hierfür giebt uns das Krystallwasser, welches manche beim Festwerden zurückhalten, und zwar mit so grosser Kraft, dass dasselbe in einem noch unbeweglicheren Zustande sich befindet als im Eis. Der Umstand, dass viele Salze ohne Wasser krystallisiren, beweist dagegen noch nicht ihren Mangel an Verwandtschaft zu Wasser, sondern bloss, dass die Salzmolecüle bei Anwesenheit von wenig Wasser auf die Molecüle des letzteren eine geringere Anziehung ausüben als auf die Salzmolecüle selber. Ihre Anziehung auf das Wasser kann doch noch ziemlich bedeutend sein; nur ist sie nicht bloss relativ, sondern auch absolut geringer als bei den krystallwasserführenden Salzen, wie sich beispielsweise aus der Vergleichung der Wärmetönungen beim Lösen von Kali- und Natronsalzen ergibt. Die analogen Verbindungen des Kaliums absorbiren eine viel grössere Wärmemenge als die des Natriums; die ersteren krystallisiren ohne, die letzteren mit Krystallwasser. So beträgt die Wärmeentwicklung für ein sich in Wasser lösendes Molecül Jodnatrium + 1220 Cal. und für Jodkalium — 5110 Cal., ferner für Bromnatrium — 150 Cal. und für Bromkalium — 5080 Cal., endlich für schwefelsaures Natron + 760 Cal. und für schwefelsaures Kali — 6380 Cal. Daraus geht hervor, dass die Natronsalze, wenn sie in Lösung gehen, das Wasser viel fester binden als die Kalisalze, indem sie pro Molecül eine um eben so viel grössere Bewegungssumme in den Wassermolecülen zur Ruhe bringen, als die Differenz in den molecularen Lösungswärmen angiebt.

Die Molecüle der Salze, welche mit Krystallwasser fest werden, sind auch in den Lösungen wenigstens mit eben so vielen Wassermolecülen zu Hydropleonen vereinigt, als in dem festen Salz, das am meisten Krystallwasser enthält. Diese Annahme wird durch die Wärmetönungen beim Lösen gefordert. Wenn aber ein Salz ohne Wasser krystallisirt, so folgt daraus nicht das Ausbleiben von Hydropleonbildung bei der Lösung, sondern bloss ein durch die Wärmetönung angezeigter weniger fester Zusammenhang der Hydropleone. Dass der (ohne Wasser krystallisirende) Rohrzucker in der Lösung wirklich mit Wassermolecülen vereinigt sein muss, lässt sich, wie ich nachher zeigen werde, aus den Temperaturveränderungen beim Auflösen nachweisen. Ebenso ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass ein Krystall-

wasser-führendes Salz, wenn es sich löst, noch mehr Wasser anziehe und in seine Hydropleone aufnehme.

Wenn wir die Salze, welche mit Wasser krystallisiren, mit einander vergleichen, so sehen wir, dass die Maximalzahlen der Wassermolecüle, die mit einem Salzmoecül vereinigt sind, mit der Grösse und Zusammensetzung des letzteren steigen. Die Haloidsalze krystallisiren höchstens mit 4, die schwefelsauren, kohlsauren, phosphorsauren Salze höchstens mit 10 oder 12, die doppelmoecüligcn Alaunsalze dagegen mit 24 Mol. Wasser. Jedes dieser Wassermolecüle muss, wie es die starke Anziehung und die dadurch bedingte grosse Starrheit nicht anders zulassen, unmittelbar an das Salzmoecül angrenzen und kann nicht etwa durch ein zwischenliegendes Wassermolecül mit demselben vereinigt sein. Damit sind aber nur die Stellen grösster Anziehung besetzt. Das Molecularvolumen des Salzes erlaubt jcwcllen wenigstens der doppelten Anzahl von Wassermolecülen eine unmittelbare Vereinigung mit dem Salzmoecül. Diese überschüssigen Wassermolecüle, die unter allen Umständen an die virtuelle Oberfläche der Salzmoecüle anstossen müssen, werden ohne Zweifel durch die Anziehung der letzteren sich in verminderter Bewegung befinden, aber bei Weitem hinter der Starrheit der eigentlichen Krystallwassermolecüle zurückbleiben. Es ist somit im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die in Lösung befindlichen Salzmoecüle mit einer einfachen Lage von Wassermolecülen zu einem Hydropleon vereinigt seien, die aber vom ersten bis zum letzten ungleich grossen Anziehungen entsprechen und daher auch in einen ungleichen Grad der Starrheit übergegangen sind.

Wie die Salzmoecüle der Lösung müssen sich auch die Micelle verhalten, mögen sie sich im gelösten oder im benetzten festen Zustande befinden; denn jedes oberflächliche Moecül derselben zieht ebenfalls an der freien Aussenseite Wasser an, aber an verschiedenen Stellen mit ungleicher Kraft. Bei grösserer allgemeiner Verwandtschaft werden an jedem Moecül einzelne Stellen sein, die eine vollkommene Starrheit der anstossenden Wassermolecüle bedingen. Die dazwischen liegenden Stellen bewirken zwar eine geringere Bewegungslosigkeit, aber unter dem Schutze jener starren Moecüle können auch hier die Wassermolecüle sich in Ruhe befinden. Es muss also von der Verwandtschaft, die eine Substanz im Allgemeinen zu Wasser hat, abhängen, ob die zunächst an der Oberfläche ihrer Micelle befindliche einschichtige Lage von Wassermolecülen vollkommen unbeweglich oder nur sehr schwer beweglich sei. In den meisten organisirten Substanzen dürfte diese Hülle nahezu unbeweglich sein, wenn wir die starke Anziehung berücksichtigen, welche Stärke, Cellulose, Albuminate auf das Wasser ausüben, und von welcher der Feuchtigkeitsgehalt im lufttrockenen Zustande und die Erwärmung bei der Imbibition Zeugnis geben.

Dieses einschichtige nahezu unbewegliche Häutchen von Wassermolecülen um die Substanzmicelle ist nicht nur bei der Diösmose, sondern bei allen physiologischen Vorgängen zu berücksichtigen. Seine Starrheit wird vermehrt durch die Einlagerungen fremdartiger, unorganischer und organischer Stoffe, welche keiner organisirten

Substanz ganz mangeln, und die wir uns wohl in keiner anderen Weise vorstellen können, als dass die Molecüle dieser Stoffe sich an die Micelle anlegen, also an die Stelle von Molecülen jenes Häutchens treten. Durch die Einlagerungen wird, wenn sie in geringer Menge vorhanden sind, das Wachsthum der Molecüle innerhalb des Häutchens nicht gehemmt, wohl aber möglicher Weise die Unlöslichkeit bedeutend vermehrt. Sind sie aber reichlicher vorhanden, so können sie gleichsam einen Panzer um die Micelle bilden und dieselben nicht nur wachsthumsunfähig, sondern auch für Quellungs- und Lösungsmittel fast unangreifbar machen. Beispiele hiefür finden wir in gewissen Modificationen der Cellulose und zum Theil auch der Albuminate,

Unter den Verbindungen, welche uns über die molecularen und micellaren Verhältnisse in der organischen Welt Aufschluss zu geben vermögen, stehen die Kohlenhydrate allen anderen voran. In ihnen ist die Verwandtschaft zu Wasser, die Löslichkeit der einen, die Imbibitionsfähigkeit der anderen, besonders ausgeprägt. Unter den molecularlöslichen Kohlenhydraten¹⁾ giebt uns der Rohrzucker das Beispiel einer Substanz, die ohne Wasser krystallisirt, in der wässrigen Lösung aber Hydropleone darstellt. Dies geht aus der Vergleichung der Wärmetönungen bei der Lösung von Rohrzucker und von krystallwasserfreiem Salz hervor. Wenn man ein solches Salz dem Wasser nacheinander partienweise zusetzt, indem man nach jeder Lösung die Temperatur wieder auf die ursprüngliche Höhe bringt, so wird beim ersten Lösungsakt am meisten, bei jedem folgenden weniger Wärme absorbirt, und die Abnahme der absorbirten Wärmemenge fällt rasch ab.

Als Beispiel führe ich das salpetersaure Ammoniak an (NH^4NO^3), welches folgende Resultate ergab. Das Salz wurde in Partien von je 10 gr. zu 50 ccm. destill. Wasser zugesetzt; die Anfangstemperatur betrug immer 18°C . Die Temperaturerniedrigungen (das erste Mal von 18° auf $6,8^\circ$) wurden mit dem Thermometer gemessen; sie betragen für 8 auf einander folgende Lösungen $11,2^\circ\text{C}$.; 8° ; $6,6^\circ$; $5,8^\circ$; $5,1^\circ$; $4,6^\circ$; $4,2^\circ$; $3,8^\circ$. Als noch einmal 10 gr. Salz zugesetzt wurden, blieb etwa ein Drittel ungelöst und die Erniedrigung betrug $2,2^\circ\text{C}$.²⁾ Wenn die veränderte Wärmecapacität der Lösungen und die zunehmende Menge ihres Gewichtes in Anschlag gebracht werden, so bedingte bei dem eben angeführten Versuch jeder spätere Lösungsakt eine geringere Wärmeabsorption, was nichts anderes heisst, als dass die Gesamtsumme der Bewegungen jedes folgende Mal bei gleicher Menge der

1) Dass die Zuckerarten im Gegensatz zu den übrigen Kohlenhydraten mit hinreichenden Wassermengen moleculare und nicht etwa micellare Lösungen bilden, geht mit vollster Sicherheit aus der vollkommenen Uebereinstimmung mit Salzlösungen hervor, indem sie unter allen Umständen mit Leichtigkeit durch Membranen diosmiren und aus gesättigten Lösungen als Krystalle fest werden.

2) Die gesammten Temperaturerniedrigungen geben die Summe $51,5^\circ\text{C}$. Bei einmaligem Zusatz der ganzen Salzmenge erhielt Rüdorff ein Sinken der Temperatur von $13,6^\circ\text{C}$. auf $-13,6^\circ$, also eine Differenz von $27,2^\circ\text{C}$. Die gesättigte Lösung enthielt aber, wegen der niedrigen Endtemperatur, bloss 30 gr. Salz auf 50 Wasser.

in Lösung gehenden Salztheilchen eine geringere Zunahme erfuhr. Dieses Resultat ist ganz begreiflich, und es erweckt daher unser Interesse, dass der Rohrzucker sich wesentlich anders verhält, wie der folgende Versuch erweist.

Zu 50 ccm. Wasser wurden je 10 gr. feingepulverter Rohrzucker zugesetzt; die Anfangstemperatur betrug immer 20° C. Die Temperaturerniedrigungen (das erste Mal von 20° auf 19,2°) beliefen sich bei den 8 ersten Zusätzen auf 0,8°; 0,8°; 0,75°; 0,7°; 0,65°; 0,65°; 0,6°; 0,6°. Dabei ist zu bemerken, dass der Zucker sich nur die ersten Male rasch, später aber langsamer löste, wobei natürlich etwas Wärme von aussen aufgenommen wurde. Beim 9., 10. und 11. Zusatz erfolgte die Lösung schon sehr langsam und auch unvollständig, so dass die Angabe der Temperaturerniedrigungen, die übrigens nur wenig hinter den angegebenen zurückblieben, keinen Werth hat. Wenn also der Rohrzucker partienweise gelöst wird, so bedingen die ersten und die letzten Zusätze beinahe die nämliche Ermässigung des Wärmegrades in der ganzen Masse. Diess ist schon an und für sich und besonders beim Vergleich mit dem salpetersauren Ammoniak auffallend, bei welchem das Thermometer bei dem 1. Lösungsakt um 11,2°, beim 8. bloss um 3,8° sank.

Der Unterschied im Verhalten des genannten Salzes und des Rohrzuckers lässt sich, wie ich glaube, nur durch die Annahme erklären, dass bei der Lösung des Zuckers noch ein wärmeerzeugender Process mitspielt, welcher bei den successiven Lösungsakten fast in gleichem Masse wie der kälteerzeugende Process abnimmt. Die Ursache der Wärmeerzeugung können wir bloss in der Anziehung finden, welche die Zuckermolecüle auf das zunächst liegende Wasser ausüben, so dass dasselbe in einen weniger bewegten Zustand übergeht. Die Menge der freiwerdenden Wärme muss aber mit jedem folgendem Zusatz geringer ausfallen, weil von den neu eintretenden Zuckermolecülen zum Theil solches Wasser in Anspruch genommen werden muss, das schon durch die früher gelösten Zuckermolecüle eine Minderung seiner Bewegung erfahren hat. Wir müssen also annehmen, dass der Rohrzucker im Wasser Hydropleone bilde, und dass, wenn die Hydropleonbildung vielleicht auch dem salpetersauren Ammoniak nicht mangelt, dieselbe beim Rohrzucker doch mit einer viel festeren Bindung der Wassermolecüle und in Folge dessen mit einer viel bemerkbareren Beeinflussung der Wärmetönung verbunden sei.

In der Zuckerlösung lässt sich noch eine andere interessante Thatsache wahrscheinlich machen, die Micellbildung. Dieser Gedanke wird uns nahe gelegt durch den ungleichen Charakter der Wärmetönungen, welche beim Verdünnen einer gesättigten Lösung von salpetersaurem Ammoniak und einer solchen von Rohrzucker auftreten. 25 ccm. der gesättigten Lösung von salpetersaurem Ammoniak wurden mit 25 ccm. Wasser vermischt; die Temperatur beider Flüssigkeiten betrug 19,7° C. Beim Vermischen erniedrigte sie sich auf 14,6° C., also um 5,1°. Das Gemisch wurde wieder auf 19,7° erwärmt und dann abermals 25 ccm. Wasser zugesetzt; das Thermometer sank diesmal auf 18,2°, also um 1,5°. Diese Wärmeabsorption beim Verdünnen der Lösung eines Salzes, welches beim Lösen Wärme aufnimmt, ist eine allgemeine und bekannte

Thatsache. Man sollte also erwarten, dass eine Zuckerlösung bei Wasserzusatz ebenfalls ihre Temperatur erniedrige, da der Zucker sich unter Wärmeaufnahme löst. Allein es tritt das Gegentheil ein.

25 ccm. der gesättigten Rohrzuckerlösung von $19,4^{\circ}$ C. wurden mit 25 ccm. der gleichen Temperatur vermischt; die Temperatur stieg auf $20,1^{\circ}$, also um $0,7^{\circ}$. Ein abermaliger Zusatz von 25 ccm. Wasser, diesmal mit der Anfangstemperatur von $19,8^{\circ}$, hatte eine Erhöhung auf $20,0^{\circ}$, also um $0,2^{\circ}$ zur Folge. — Ferner wurden 40 ccm. gesättigte Zuckerlösung mit 10 ccm. Wasser vermischt; die Temperatur stieg von $19,4^{\circ}$ C. auf $19,7^{\circ}$, also um $0,3^{\circ}$. Ein zweiter Zusatz von 10 ccm. Wasser bewirkte eine Erhöhung von $19,4^{\circ}$ auf $19,6^{\circ}$, also um $0,2^{\circ}$. Ein dritter Zusatz von 10 ccm. Wasser liess keine Temperaturveränderung mehr wahrnehmen.

Es geht also bei der Verdünnung einer concentrirten Zuckerlösung neben dem kälteerzeugenden Process, der nothwendig vorhanden sein muss, wieder ein wärmeerzeugender Process nebenher, und zwar überwiegt diesmal der letztere. Die Wärme kann bloss durch Hydropleonbildung frei werden. Im Uebrigen aber sind zwei Annahmen möglich. Entweder ist die gesättigte Zuckerlösung eine Molecularlösung; dann sind alle Wassermolecüle mit den Zuckermolecülen pleonisch vereinigt. Die letzteren vermögen aber eine viel grössere Menge von Wasser anzuziehen, als ihnen die gesättigte Lösung darbietet. Daher wird bei der Verdünnung so lange Wärme frei, als noch Wasser sich mit Zuckermolecülen vereinigen und in einen Zustand geminderter Bewegung übergehen kann. — Oder die gesättigte Zuckerlösung ist eine Micellarlösung. Dann bewirkt der Zusatz von Wasser das Zerfallen der Micelle in die einzelnen Molecüle, welche sich mit Wassermolecülen zu Hydropleonen vereinigen und somit wieder Wärme frei machen.

Ob das Eine oder Andere wahrscheinlicher sei, darüber müssen andere Betrachtungen entscheiden. Die bei gewöhnlicher Temperatur gesättigte Rohrzuckerlösung besteht aus 2 Theilen Zucker und 1 Theil Wasser; es treffen somit auf 2 Molecüle Zucker 19 Molecüle Wasser. Das Molecularvolumen des Rohrzuckers im krystallisirten Zustande ist $\frac{342}{1,606}$ oder 212,95, das des Wassers ist 18; es verhält sich also das erstere zu dem letzteren wie 11,831:1. Die Durchmesser der kugelig oder kubisch gedachten Molecularvolumen der beiden Verbindungen aber verhalten sich wie $\sqrt[3]{11,831}:1$ oder wie 2,2786:1. Bei vorausgesetzter Kugelgestalt des Zuckermolecüls¹⁾ stösst demnach dasselbe, wenn es sich in einer hinreichenden Menge Wasser befindet, ungefähr an 44 Wassermolecüle an; wenn es aber, was wohl unzweifelhaft ist, eine andere Gestalt besitzt, so berührt es eine entsprechend grössere Zahl, so dass wir wohl 50 als Minimum annehmen dürfen. In der gesättigten Lösung sind für jedes Zuckermolecül bloss 9 bis 10 Wassermolecüle disponibel. Ist es eine moleculare Lösung, so müssen diese Wassermolecüle wegen der grossen Ver-

1) Wenn ich hier und in der Folge von Grösse und Gestalt des Molecüls spreche, so verstehe ich darunter immer den Raum, den es sammt seiner Wirkungssphäre wirklich in Anspruch nimmt.

wandtschaft zwischen den beiden Verbindungen, mit den Zuckermoleculen zu Hydropleonen vereinigt sein, und zwar müssen sie die Stellen der grössten Anziehung einnehmen, während die übrigen $\frac{4}{5}$ der Oberfläche eines Zuckermoleculs unbesetzt bleiben. Wir haben uns dann die Vorstellung zu bilden, dass das bei gewöhnlicher Temperatur unbewegliche Zuckermolecul durch die 9 oder 10 mit ihm vereinigten Wassermoleculé bewegungsfähig werde. Bei 40°C. genügen 6 Wassermoleculé, um dem Zuckermolecul die Eigenschaften eines Flüssigkeitstheilchen zu verleihen, und mit dem weitem Steigen der Temperatur wird für diesen Zweck eine immer kleiner werdende Zahl von Wassermoleculen erfordert, welche stets die der grössten Anziehung entsprechenden Punkte der Oberfläche besetzen, bis zuletzt der Zucker ohne Hülfe von Wasser flüssig wird.

Die Möglichkeit eines solchen Verhaltens ist sicher vorhanden; dann hat aber die gesättigte Rohrzuckerlösung bei jeder Temperatur, auch bei 0°, nicht eigentlich den Charakter einer Lösung, sondern eher den des geschmolzenen Zustandes, indem sie aus gleichartigen in Bewegung begriffenen Theilchen (den Hydropleonen) besteht. Mit der eigentlichen Lösung verbinden wir gewöhnlich die Vorstellung, dass Theilchen einer unlöslichen Substanz, also Theilchen, die bei der gegebenen Temperatur unbeweglich sind, durch die Stösse von Flüssigkeitstheilchen, also von Theilchen, die sich neben und durcheinander fortbewegen, in Bewegung erhalten werden. Dies ist für die gesättigte Zuckerlösung nur denkbar, wenn sie nicht eine moleculare, sondern eine micellare Lösung darstellt, — und hierin eröffnet sich die zweite mögliche Vorstellung.

Dass die gesättigte Rohrzuckerlösung nicht eine Molecularlösung im gewöhnlichen eben angegebenen Sinne sein kann, geht aus dem Grössen- und Zahlenverhältniss der Zucker- und Wassermoleculé hervor. Ich will annehmen, dass das Volumen, welches ein Molecul einnimmt, in der Lösung sich gleich verhalte, wie wenn Zucker und Wasser getrennt sind. In Wirklichkeit wird das Verhältniss ein etwas anderes sein. Wenn Rohrzucker in grösserer Menge sich in Wasser löst, so findet Volumenzunahme statt; bei verdünnten Lösungen tritt Verdichtung ein. 100 Volumtheile der bei gewöhnlicher Temperatur gesättigten Lösung enthalten 55,00 Volumtheile krystallisirten Zucker und 44,17 Volumtheile Wasser; also hat beim Lösungsakt eine Volumvermehrung von 99,17 auf 100 statt gehabt. Diese Zunahme trifft ohne Zweifel den Raum, den die Zuckermoleculé einnehmen. Die schon oben gemachte Voraussetzung, dass in der Lösung das Molecularvolumen des Zuckers zu dem des Wassers sich verhalte wie 11,831:1, begeht also einen kleinen Fehler, der aber für die nun folgende Erwägung fast ganz bedeutungslos ist und dessen Vermeidung nur das Ergebniss noch steigern würde.

Eine gleichmässige Vertheilung der freibeweglichen (nicht zu Hydropleonen vereinigten) Zucker- und Wassermoleculé in der gesättigten Lösung ist unmöglich; denn zwischen zwei polyedrisch gedachten Zuckermoleculen bliebe bloss ein Zwischenraum, der kaum halb so gross wäre als der Durchmesser eines kugelig oder kubisch gedachten Wassermoleculs. Die Molecularlösung müsste also eine derartige ungleiche Vertheilung zeigen, dass die Zuckermoleculé stellenweise sich berührten, stellenweise

durch Wasser getrennt wären; es müssten selbst ziemlich ansehnliche Partien in der Lösung stets nur aus Zuckermoleculen bestehen. Diese Annahme ist unstatthaft, weil solche Partien nichts anderes wären als geschmolzener Zucker, und weil der geschmolzene Zustand erst bei 166° eintritt und bei gewöhnlicher Temperatur sofort erstarren müsste. Stellt aber die gesättigte Rohrzuckerlösung eine Micellarlösung dar, so ist die Möglichkeit gegeben, dass die Micelle ganz von Wasser umgeben sind und durch das Wasser in beständiger Bewegung erhalten werden, wie die Moleculé in einer verdünnteren Lösung.

Unter bestimmten Voraussetzungen lässt sich die Grösse der Zuckermicelle in der gesättigten Lösung bestimmen. Es ist dabei vor Allem wichtig zu entscheiden, durch wie viele Schichten von Wassermoleculen zwei Micelle wenigstens getrennt sein müssen. Aus den früheren Erörterungen ergibt sich, dass das Zuckermolecul Wasser anzieht und in einen weniger bewegten oder starren Zustand versetzt. Es muss also auch das Zuckermicell von einer Lage theils starrer, theils wenig bewegter Wassermoleculé umgeben sein und ausserdem muss noch freies Wasser zwischen den Micellen vorkommen. Nehmen wir an, dass das sämmtliche Wasser für die einschichtigen Häutchen verwendet sei, dass also zwischen je 2 Micellen sich 2 einfache Lagen von Wassermoleculen befinden, so müssen die Micelle durchschnittlich etwa aus 66 Zuckermoleculen bestehen. Verlangt die gesättigte Lösung 3, 4 oder 5 Schichten von Wassermoleculen zwischen je 2 Micellen, so müssen diese 223, beziehungsweise 529 und 1033 Zuckermoleculé enthalten ¹⁾.

Es ist selbstverständlich, dass die Micellarlösungen nicht die angenommene Regelmässigkeit zeigen können. Diese Annahme sollte nur dazu dienen, um überhaupt eine Vorstellung der möglichen numerischen Verhältnisse zu gewinnen, die

1) Da die Gestalt der Zuckermicelle unbekannt ist, nehme ich sie für die Rechnung kubisch an; andere Annahmen, wie etwa, dass sie die Gestalt von Zuckerkrystallen haben oder dass sie kugelig seien, würden zu beträchtlich grösseren Micellen führen. Die Rechnung ergibt also Minimalwerthe.

Wenn die gesättigte Lösung aus 2 Gew.th. Rohrzucker und 1 Gew.th. Wasser besteht, so enthalten, wie bereits im Text bemerkt wurde, 100 Volumth. Lösung 55,00 Volumth. Zucker und 44,17 Volumth. Wasser. Das Volumen des Zuckermicells zu dem seiner Wasserhülle muss sich also verhalten wie 55,00:44,17 oder wie 1:0,803, und das Zuckermicell allein zu dem Micell sammt seiner Wasserhülle wie 1:1,803. Die Durchmesser dieser beiden Würfel sind 1 und $\sqrt[3]{1,803}$ oder 1,2171. Somit ist, wenn der Durchmesser eines Micells = 1, die Dicke der überall gleichmächtigen Wasserhülle $\frac{0,2171}{2}$ oder 0,1085, und der mit Wasser erfüllte Abstand zwischen zwei Micellen beträgt 0,2171. — Das Volumen des Rohrzucker-moleculs verhält sich zu dem des Wassermoleculs, wie ebenfalls bereits angegeben worden, wie 11,831:1 und der Durchmesser (bei angenommener Würfelgestalt der Moleculé) wie 2,2786:1 oder wie 1:0,43891.

Wird nun das Volumen des Zuckermoleculs als Einheit angenommen, und bezeichnen wir mit x die gesuchte Zahl der Moleculé, welche ein Zuckermicell zusammensetzen, so ist $\sqrt[3]{x}$ der Durchmesser des Micells ausgedrückt in Moleculédurchmessern. Ferner ist, da der Durchmesser eines Wassermoleculs = 0,43891, wenn wir die Zahl der Wassermoleculschichten, welche zwei Zuckermicelle trennen, mit n bezeichnen, der Abstand der letzteren n.0,43891; dies ist aber auch

auch zur Vergleichung mit den verwandten organisirten Substanzen (Stärke und Cellulose) nicht ohne Interesse sind. In Wirklichkeit müssen die Micelle der Lösung ungleiche Grösse, Gestalt und Vertheilung im Wasser haben, wodurch die Grösse derselben im Allgemeinen die angenommenen Werthe unter den übrigens gleichen Voraussetzungen erheblich überschreitet. Mit Rücksicht darauf dürfen wir wohl annehmen, dass in der gesättigten Rohrzuckerlösung die Micelle wenigstens eine durchschnittliche Molecülzahl zwischen 200 und 1000 zeigen werden.

Wir können ferner die Micelle in dem vorliegenden Falle, was Grösse und Gestalt betrifft, nicht als beständig betrachten. Vielmehr sind dieselben in stetem Wachsen und Abnehmen, in steter Neubildung und Auflösung begriffen, je nach den momentanen Einflüssen des umgebenden Mediums, je nachdem bei der unaufhörlichen wogenden Bewegung der Flüssigkeitstheilchen das Micell bald mit mehr bald mit weniger Wasser, bald mit Wasser, das einen grösseren, bald mit solchem, das einen geringeren Gehalt an gelösten Molecülen besitzt, in Berührung kommt, je nachdem ferner das Micell in Regionen mit grösseren oder kleineren Mengen von freier Wärme gelangt, denn diese muss wegen der Verdunstung und wegen der beständigen Veränderung des Aggregatzustandes auch beständig wechseln. — Die gesättigte Micellarlösung von Rohrzucker zeigt also rücksichtlich der zeitlichen Constanz eine wesentliche Verschiedenheit gegenüber den Micellarlösungen von Dextrin und Gummi. Die Micelle der letzteren sind, weil unlöslich, auch unveränderlich.

Wie der Rohrzucker verhält sich auch der Traubenzucker in gesättigter Lösung, für welche die nämlichen zwei Annahmen gemacht werden können. Entweder ist sie eine Flüssigkeit von Hydropleonen mit dem Charakter des geschmolzenen Zustandes oder eine wirkliche Lösung von Micellen. — Bei 15° C. lösen sich in 100 Wasser 81,68 wasserfreier Traubenzucker ($C_6H_{12}O_6$); also kommen auf 1 Molecül Zucker 12,24 Molecüle Wasser. Das Molecularvolumen des Zuckers ist ungefähr 128,6 und verhält sich zu dem des Wassers wie 7,14:1 oder wie 1:0,140; die Durchmesser der beiden Molecüle verhalten sich zu einander wie 1,926:1. Das Zuckermolecül wird in einer hinreichenden Menge Wasser (für vorausgesetzte Kugelform) wenigstens von 27 Molecülen Wasser berührt.

Bildet der Traubenzucker bei der Sättigung eine micellare Lösung, so enthalten die Micelle das gewöhnliche Krystallwasser; sie sind dann aus Hydropleonen von $C_6H_{12}O_6 + H_2O$ zusammengesetzt. Sind die Micelle durch 2 Schichten von Wassermole-

die Summe der beiden dem Micell angehörenden, diametral gegenüber liegenden Wassermolecülschichten. Da nun gefunden wurde, dass der Durchmesser des Micells sich zu dieser Summe verhält wie 1:0,2171, so haben wir die Proportion $\sqrt[3]{x} : n \cdot 0,43891 = 1 : 0,2171$; daraus $\sqrt[3]{x} = \frac{n \cdot 0,43891}{0,2171}$; $\sqrt[3]{x} = n \cdot 2,0217$ und endlich $x = n^3 \cdot 8,2632$. Indem man für n nacheinander die Werthe 2, 3, 4, 5 einsetzt, erhält man die im Texte angegebenen Zahlen der ein Micell bildenden Molecüle; dieselben verhalten sich wie die dritten Potenzen aus den Zahlen der trennenden Wassermolecülschichten.

ülen getrennt, so beträgt ihre Pleonzahl 25; befinden sich aber 3, 4 oder 5 Schichten von Wassermoleculen zwischen je zwei Micellen, so besteht jedes der letzteren aus 83, beziehungsweise 197 und 385 Paaren von 1 Zucker- und 1 Wassermolecul¹⁾.

Es versteht sich, dass die Erwägungen, welche sich für die gesättigten Zuckerlösungen anstellen lassen, auch für alle andern sehr leicht löslichen Stoffe gelten. Ob dabei die Micellbildung wirklich stattfindet, dürfte erst entschieden werden, wenn die genauen Wärmetönungen für die verschiedenen Concentrationen der Lösung erforscht sind. Bis dahin ist die Theorie, dass Molecularlösungen bei der Annäherung an den Sättigungszustand in Micellarlösungen übergehen können, bloss eine nahe liegende Wahrscheinlichkeit. Sie kann einige Unterstützung finden an der verwandten Theorie, dass in geschmolzenen Körpern bei der Annäherung an die Erstarrungstemperatur dem Festwerden ebenfalls Micellbildung vorausgehe, wie diess für das Wasser so ausserordentlich wahrscheinlich ist. Die einfachste Erklärung für die bekannte Erscheinung, dass das Wasser mit dem Sinken der Temperatur bis zu 4° C. sein Volumen vermindert, dann bis zu 0° sich wieder ausdehnt, und beim Gefrieren noch eine stärkere Ausdehnung erfährt, scheint mir die, dass bei 4° noch alle Wassermolecüle in Bewegung, also im flüssigen Zustande sich befinden, dass sie aber unter 4° beginnen, sich zu kleinen Krystallanfängen oder Micellen zu vereinigen. Die Menge der Eismicelle vermehrt sich mit der Annäherung an den Nullpunkt und in Folge dessen nimmt auch das Volumen zu. Dabei bleibt das Wasser als Micellarlösung noch vollkommen flüssig, bis die dauernde Wärmeentziehung Eisbildung in grösserem und sichtbarem Masse bewirkt.

Was die micellaren Verhältnisse der unlöslichen Kohlenhydrate (Stärke, Cellulose) betrifft, so setze ich die hier nicht weiter zu erörternde Thatsache als sicher voraus, dass im Allgemeinen (die Micelle im jugendlichsten Stadium und in äusserst

1) Die gesättigte Traubenzuckerlösung enthält auf 100 Gew.th. Wasser 97,85 Gew.th. crystallisirten Zucker ($C_6H_{12}O_6 + H_2O$), somit 100 Volumtheile Wasser und $\frac{97,85}{1,386}$ oder 70,6 Volumtheile Zucker; das Volumen des Micells verhält sich also zu demjenigen seiner Wasserhülle wie 70,6:100 oder wie 1:1,416. Ein kubisches Micell, gleich 1 gesetzt, bildet mit der zugehörigen Wassermenge, welche dasselbe überall gleichmässig umgiebt, einen Würfel von dem Volumen 2,416 und dem Durchmesser $\sqrt[3]{2,416}$ oder 1,3418. Wenn also der Durchmesser des Micells = 1, so ist der wasserführende Abstand zweier Micelle = 0,3418. — Das Volumen eines aus 1 Zucker- und 1 Wassermolecul bestehenden Hydropleons ist $\frac{198}{1,386}$ oder 142,86. Dasselbe verhält sich zum Molecularvolumen des Wassers wie 142,86:18 oder wie 1:0,1260, und der Durchmesser eines Hydropleons verhält sich zum Durchmesser des Wassermoleculs wie $1:\sqrt[3]{0,1260}$ oder wie 1:0,50133.

Ist nun x die Zahl der Pleone, welche ein Micell bilden, somit $\sqrt[3]{x}$ der Durchmesser des Micells in Pleondurchmessern, ferner $n \cdot 0,50133$ der Abstand zwischen je zwei Micellen (welcher der Summe der gegenüberliegenden Wasserhüllen des einzelnen Micells gleich ist), so haben wir die Proportion $\sqrt[3]{x} : n \cdot 0,50133 = 1 : 0,3418$, daraus $\sqrt[3]{x} = n \cdot 1,4667$ und somit $x = n^3 \cdot 3,0834$.

wasserreichen Partien machen wohl eine Ausnahme) polyedrische Micelle regelmässig zusammengefügt sind und in einander greifen, und dass dieselben im benetzten Zustande mit Wasserhüllen von nahezu gleicher Mächtigkeit umgeben, also überall durch Wasserschichten von ungefähr gleicher Dicke getrennt sind. Unter dieser Voraussetzung stehen der Wassergehalt und der Substanzgehalt eines organisierten Körpers in einem bestimmten Zusammenhang, indem jener mit der 2. Potenz, dieser mit der 3. Potenz der Micelldurchmesser zunimmt. Damit erhalten wir aber bloss eine Andeutung über die relative Micellgrösse ungleicher Quellungszustände. Um bestimmtere Vorstellungen zu gewinnen, müssen noch andere Thatsachen aufgefunden werden, die sich für die Beurtheilung des micellaren Aufbaues verwenden lassen.

Eine solche Thatsache ist die Aufnahme von gelösten Stoffen. Indem wir den geringsten hiefür erforderlichen Zwischenraum zwischen den Micellen annehmen, gelingt es, wenigstens untere Grenzen für die Micellgrösse bei einem bestimmten Wassergehalt der Substanz festzustellen. In dieser Beziehung dürfen wir aber nicht den Durchgang gelöster Stoffe durch Membranen als massgebend betrachten, weil derselbe nicht nothwendig zwischen allen Micellen erfolgt, sondern möglicher Weise besonders dafür hergerichtete Wege einschlägt. Thierische Membranen mit ihren gröblichen Räumen können selbstverständlich nicht in Betracht kommen. Der Pflanzenzellmembran mangeln zwar solche capillare Räume, indem die stärksten mikroskopischen Vergrösserungen sie als homogen erscheinen lassen. Dennoch müssen auch in ihnen weitere Kanälchen die Micellarstructur durchziehen, wie folgende Betrachtung zeigt.

Die grössten durch Pflanzenzellmembranen diosmirenden Körperchen sind wohl die Eiweissmicelle, welche mit alkalischen Flüssigkeiten und, wie ich gezeigt habe, in neutralem und schwachsaurem Wasser unter dem Einflusse der Gärthätigkeit diosmiren. Bei dem wahrscheinlicher Weise so hohen Moleculargewicht des Eiweissmolecöls müssen diese Micelle eine sehr ansehnliche Grösse besitzen und können unmöglich durch die gewöhnlichen Zwischenräume zwischen den Cellulosemicellen hindurchgehen. Wenn die letzteren eine polyedrische, regelmässig in einander passende Gestalt besitzen, so verhält sich in den dichteren Schichten von 33,3 Prozent Wassergehalt, wie sie häufig vorkommen, der Abstand zwischen den Micellen zu dem Durchmesser derselben wie 1:4,6 (das specifische Gewicht der Cellulose zu 1,6 angenommen). In diesen Zwischenraum zwischen den Micellen können zahlreiche Wassermolecüle und allenfalls Molecüle von Verbindungen, die im Wasser gelöst sind, eintreten; für die Aufnahme von Micellen aber ist derselbe viel zu eng. Um Micelle von gleicher Grösse, wie die anliegenden, aufzunehmen, müsste er 5,6 mal weiter sein; dann aber wären diese Micelle erst als feste und unbewegliche Bausteine eingesetzt. Um dieselben frei hindurchschwimmen zu lassen, müsste der Zwischenraum noch viel weiter werden.

Dies gilt aber nicht bloss für die Diosmose der Eiweissmicelle. Da die Micel-

larabstände in einer Membran durch die beiden Anziehungen von Substanz zu Substanz und Substanz zu Wasser geregelt sind, und da sie in Folge dessen überall ungefähr gleich gross sein müssen, so können überhaupt keine freibeweglichen Micelle darin circuliren. Denn wenn auch an den Ecken der Membranmicelle die Zwischenräume weiter sind als an den Seiten, so reichen sie doch für den Durchgang von Micellarlösungen lange nicht aus. Wir sind daher zu der Annahme genöthigt, dass angewissen Stellen die Membranmicelle weiter auseinandertreten und förmliche Kanälchen zwischen sich lassen, welche sich zu den gewöhnlichen Micellarinterstitien ähnlich verhalten wie die Luft- oder Gummigänge in den Geweben zu den Intercellulargängen. Es giebt selbst anderweitige Thatsachen, welche die Vermuthung nahe legen, dass solche Kanälchen in regelmässiger Vertheilung durch die Pflanzenzellmembran hindurchführen, so dass dieselbe, mit noch stärkeren Vergrösserungen, als wir sie besitzen, von der Fläche betrachtet, wie ein feines Sieb erscheinen würde.

Wir dürfen also den Abstand der Micelle in einem organisirten Körper nur nach der molecularen Grösse derjenigen gelösten Verbindungen beurtheilen, von denen wir sicher sind, dass sie überall zwischen die Micelle eindringen. Man möchte wohl geneigt sein, dafür die verunreinigenden eingelagerten Stoffe zu benutzen; denn es sind dies Verbindungen, welche im molecular-gelösten Zustande in die organisirten Körper hineingehen und unter dem Einfluss der Molecularanziehung sich an die Micelle anlegen und von denselben gleichsam im unlöslichen Zustande festgehalten werden. Es ist wahrscheinlich, dass diese eingelagerten Stoffe (Kalk- und Kieselsalze, Farbstoffe, stickstoffhaltige Verbindungen, Jod) allen Micellen anhaften, weil durch dieselben beispielsweise die ganze Substanz eine gleiche Widerstandsfähigkeit gegen Quellungs- und Lösungsmittel erhält. Aber es wäre nicht absolut unmöglich, dass die einen oder andern bloss den Ecken, nicht den Seiten der Micelle anlagen, und dass daher ihre Moleculargrösse nur für die Eckenabstände, nicht auch für die Seitenabstände einen Massstab abgäbe. Somit bleibt als unzweifelhaft entscheidend nur diejenige gelöste Verbindung, durch welche die Micelle sich vergrössern, denn ihr Wachsthum muss überall vor sich gehen. Die plastischen Stoffe, durch welche Stärke und Cellulose wachsen, können aber nur Zuckerarten sein, weil die übrigen Kohlenhydrate molecular-unlöslich sind, und unter den Zuckerarten dürfen wir nur Glycoseformen, weil sie das kleinste Molecül besitzen, der Betrachtung zu Grunde legen.

Der Abstand der Cellulose- und Stärkemicelle in den Zellmembranen und Stärkekörnern muss also mindestens so gross angenommen werden, dass Glycosemolecüle zwischen denselben circuliren können. In dieser Beziehung ist Folgendes zu berücksichtigen. Wie ich früher ausführte, befindet sich wenigstens eine einfache Schicht von Wassermolecülen an der Oberfläche der Micelle in Ruhe und darf für diosmotische Bewegungen nicht in Anspruch genommen werden. Es fragt sich somit noch, wie viel Raum das freibewegliche Glycosemolecül in Anspruch nehme. Dasselbe hat sammt dem Wassermolecül, welches es im krystallisirten Zustande festhält und

sicher auch im gelösten Zustande bewahrt, ein Volumen von 7,937 und einen mittleren Durchmesser von 1,995, wenn Molecularvolumen und Moleculardurchmesser des Wassers die Einheit bilden. Es ist aber möglich und nicht unwahrscheinlich, dass das Glycosemolekül an der ganzen Oberfläche die anstossenden Wassermoleküle durch Anziehung bindet und in der Flüssigkeit mit fortführt. Dann würde der Hydropleondurchmesser 3,995 betragen. Je nachdem nun das Eine oder Andere der Fall ist, muss für die Circulation der Glycosemoleküle der Abstand zweier Micelle zum Mindesten 5 oder 7 Wassermoleküldurchmesser betragen ¹⁾.

Für dieses Minimum des Abstandes lässt sich bei bestimmtem Wassergehalt der Stärke oder Cellulose die Grösse und Molecülzahl der Micelle als Minimalwerthe berechnen. Für die Rechnung ist die Kenntniss des Molecularvolumens von Stärke und Cellulose, somit des Moleculargewichts und spezifischen Gewichts erforderlich. Da die Constitution der genannten Verbindungen noch unbekannt ist, so bleibt nichts Anderes übrig als die Rechnung für Einheiten von je 12 C. mit den zugehörigen Mengen H und O, somit für die Formel $C_{12}H_{20}O_{10}$ auszuführen. Was das spezifische Gewicht betrifft, so wird dasselbe für Stärkemehl zu 1,530 angegeben. Mit Rücksicht auf die Stärkemicelle ist dies offenbar zu gering. Es giebt zwei Ursachen, warum Stärkekörner ein geringeres spezifisches Gewicht haben als ihre Micelle. Einmal ist es schwer, selbst nach sorgfältigem Trocknen, alles Wasser aus den Stärkekörnern zu entfernen, — und ferner bleiben, wenn dies auch geschehen ist, immer leere Lücken zwischen den Micellen, deren Betrag nicht zu beurtheilen ist. Es giebt ebenfalls zwei Gründe, welche dafür sprechen, dass die Stärkemicelle ein grösseres spezifisches Gewicht selbst als Rohrzucker besitzen. Einmal ist die Stärke verhältnissmässig reicher an C, ärmer an H und O, — und ferner sind ohne Zweifel die Moleküle grösser und enthalten ein Mehrfaches von 12 C. Da indessen keine Gewissheit hierüber besteht, so habe ich das spezifische Gewicht von Stärke und Cellulose bloss zu 1,6 (gleich dem Rohrzucker) angenommen. Dadurch wird das Volumen der Einheiten $C_{12}H_{20}O_{10}$ grösser, als es zweifellos in Wirklichkeit ist; in Folge dessen giebt die Rechnung kleinere Zahlen für die Micellgrösse und somit auch in dieser Beziehung Minimalwerthe.

Der Wassergehalt der Stärkekörner und vieler Zellmembranen beträgt 50 Proz. In sehr dichten Schichten kann er unter 17 Proz. sinken, in sehr weichen Schichten beträchtlich über 90 Proz. steigen. Bei mittlerem Wassergehalt (100 Gew.th. Substanz + 100 Wasser) bestehen die Micelle für die Annahme, dass ihr mittlerer Abstand 5 Wassermoleküldurchmesser betrage, aus 213 Molecülen (d. h. Einheiten von

1) Man könnte nach den angegebenen Dimensionen meinen, dass der Abstand von 4 und 6 Wassermoleküldurchmessern genüge. Es ist aber zu berücksichtigen, dass die Zuckermoleküle bloss für die Rechnung kugelig und kubisch angenommen wurden, dass sie ohne Zweifel ziemlich weit von dieser Gestalt entfernt sind und daher für ihre wälzenden Bewegungen zum Mindesten den angesetzten Raum bedürfen.

$C_{12}H_{20}O_{10}$), für die Annahme eines Abstandes von 7 Wassermoleculen dagegen aus 585 Mol. Wenn der Wassergehalt sich seinem Maximum nähert und 90,9 Prozent beträgt (100 Substanz + 1000 Wasser), so bestehen die Micelle für den Abstand gleich 5 und für denjenigen gleich 7 Wassermoleculen, aus 3 und beziehungsweise aus 8 Moleculen ($C_{12}H_{20}O_{10}$). Nähert sich der Wassergehalt seinem Minimum und beträgt er 16,7 Proz. (100 Substanz + 20 Wasser), so sind die Micelle für den Abstand von 5 und von 7 Wassermoleculen aus 12344 und beziehungsweise aus 33862 Moleculen ($C_{12}H_{20}O_{10}$) zusammengesetzt ¹⁾.

Für die Rechnung wurde eine regelmässige Anordnung kubischer Micelle angenommen, so dass der Zwischenraum zwischen denselben überall genau entweder 5 oder 7 Wassermoleculdurchmesser beträgt. Die Annahme anderer, auch unregelmässiger und unter sich ungleich grosser, polyedrischer Formen würde, vorausgesetzt, dass dieselben überall genau in einander passen und gleiche Abstände zeigen, ganz ähnliche Resultate für eine mittlere Grösse ergeben. Nun sind aber sehr wahrscheinlich die Zwischenräume an den Ecken der Micelle grösser als an den Seiten, so dass dort etwas weitere diosmotische Wege offen stehen. Dadurch wird die Grösse der Micelle für einen bestimmten Wassergehalt der Gesamtsubstanz erhöht, — und diese Grösse wird noch mehr gesteigert für den Fall, dass in den Membranen, wie ich es als wahrscheinlich bezeichnet habe, besondere Wasserkanälchen vorkommen. Es ist dies ein ferneres Moment, warum die berechneten Zusammensetzungen der Micelle Minimalwerthe darstellen. — Endlich ist noch zu bemerken, dass ich die Micelle als krystallwasserfrei angenommen habe, was mir aus chemischen und physikalischen Gründen wahrscheinlich ist. Zwar besteht immerhin die Möglichkeit, dass Stärke- und Cellulosemicelle, nicht dem Beispiel des Rohrzuckers, sondern dem des Traubenzuckers folgend, etwas Krystallwasser enthalten. Wäre dies der Fall, so würden dadurch die berechneten Moleculzahlen für die Micelle abermals vergrössert.

Nachdem ich die micellaren Verhältnisse der Kohlenhydrate einlässlicher besprochen habe, will ich diejenigen der anderen Gruppe von Verbindungen, welche

1) Das Molecularvolumen von Stärke und Cellulose (zu $C_{12}H_{20}O_{10}$ angenommen) verhält sich, wenn das spezifische Gewicht dem des Rohrzuckers gleich gesetzt wird, zu dem Molecularvolumen des Wassers wie 1 : 0,09 und die Durchmesser der beiden Moleculen verhalten sich wie $1 : \sqrt[3]{0,09}$ oder 1 : 0,44814. Der benetzte organisirte Körper (Zellmembran, Stärkekorn oder eine einzelne Partie derselben) bestehe aus 100 Gew.th. Substanz und m Gew.th. Wasser, somit aus 62,5 Volumtheilen Substanz und m Vol.th. Wasser. Ferner sei x die Zahl der Moleculen ($C_{12}H_{20}O_{10}$), aus denen ein Micell zusammengesetzt ist, somit $\sqrt[3]{x}$ der Durchmesser des Micells, n die Zahl der Wassermoleculschichten zwischen zwei Micellen (in unserm Fall ist n = 5 und 7 gesetzt). Wir haben somit die Proportion $\sqrt[3]{x} : n \cdot 0,44814 = \sqrt[3]{62,5} : \sqrt[3]{m + 62,5} = \sqrt[3]{62,5}$ und daraus $\sqrt[3]{x} = \frac{n \cdot 0,44814 \cdot 3,9685}{\sqrt[3]{m + 62,5} - \sqrt[3]{62,5}}$.

Durch Einsetzen der Werthe für n (5 und 7) und für m (100, 1000 und 20) ergibt sich der Betrag von x.

an der Organisation der Pflanze theilnimmt, der Albuminate nämlich, nur kurz in ihren Hauptmomenten betrachten, da ohnehin hier alle Anhaltspunkte für eine ins Einzelne gehende Erörterung mangeln. Der wichtigste Umstand, von dem auch die ganze Beurtheilung abhängt, liegt in der Thatsache, dass die Albuminate bloss in micellaren Lösungen vorkommen. Ich glaube dies mit vollkommener Sicherheit aussprechen zu können, da ihren Lösungen durchaus die Eigenschaften abgehen, welche die Krystallogene auszeichnen. Sie verhalten sich bei neutraler Reaction wie die übrigen Colloide rücksichtlich der Diosmose und anderer physikalischer Eigenschaften; ihre Theilchen legen sich nicht zu Krystallen, sondern zu Krystalloiden an einander. Die so auffallenden Erscheinungen, welche die verschiedenen Albuminate beim Uebergang aus dem gelösten in den coagulirten Zustand und umgekehrt zeigen, lassen sich, wie ich glaube, in genügender Weise nur erklären, wenn Micelle und nicht Molecüle die Lösung bilden.

Dass die Micelle der Albuminate, wie diejenigen der Stärke und Cellulose, krystallinische Körperchen sind, geht aus dem Verhalten der Krystalloide hervor. In diesem Zustande, in welchem zahlreiche Micelle in ihrer Orientirung übereinstimmen, offenbaren sie doppelbrechende Eigenschaften. Dass sie in allen anderen Zuständen diese Eigenschaften nicht erkennen lassen, ist leicht erklärlich, weil sie bald wegen unregelmässiger Anordnung, bald wegen zu spärlichem Vorkommen in wasserreicher Substanz es nicht zu einer bemerkbaren optischen Wirkung zu bringen vermögen.

Die Albuminate, die in den Organismen immer mehr oder weniger verunreinigt oder mit anderen Verbindungen gemengt vorkommen, bezeichnet man gewöhnlich, je nachdem sie gelöst oder nicht gelöst sind, als Plasma oder Protoplasma. Zweckmässiger für den Gebrauch und logischer in der Auffassung würde man sie allgemein plasmatische Substanzen oder Plasma nennen und die beiden Modificationen, die gelöste und coagulirte (oder ungelöste) als Hygroplasma und Stereoplasma unterscheiden. Ueberdem wäre ja, da gemeinhin der feste Zustand einer chemischen Verbindung aus dem gelösten hervorgeht (und bei den Albuminaten wird es sich im Allgemeinen ebenso verhalten), gegenüber dem gelösten „Plasma“ das ungelöste „Protoplasma“ richtiger Hysteroplasma zu nennen.

Die Albuminatlösungen (Hygroplasma) sind vollkommene Lösungen mit unbedingter Beweglichkeit der Micelle, wie beispielsweise eine Gummilösung. Aber die Micelle haben eine sehr grosse Neigung sich zu Verbänden an einander zu legen, sei es, dass sie sich überhaupt in unregelmässiger Weise vereinigen, sei es, dass sie Ketten bilden, welche sich baumartig verzweigen oder zu einem Netz verbinden können. Lösungen, welche solche Verbände in geringeren Grössenverhältnissen enthalten, ändern desswegen nicht wesentlich ihren Charakter, indem sie bloss mehr schleimig, mehr opalisirend und weniger zur Diosmose geneigt werden. Nehmen die Verbände an Grösse zu und verbinden sie sich unter einander, so geht das Hygroplasma in Stereoplasma über. Zwischen beiden Zuständen giebt es aber so allmälige Uebergänge, dass es zuweilen ganz willkürlich wird, ob man den einen oder andern annehmen will. Im Allgemeinen wird man es als Stereoplasma bezeichnen, sobald

es unter dem Mikroskop nicht mehr als homogene Flüssigkeit erscheint, sondern sich gegen eine wirkliche Flüssigkeit (Wasser) als verschieden abhebt.

Was die Gestalt der Micelle und die Art ihrer Zusammenordnung im ungelösten Zustande betrifft, so lässt sich nur bezüglich des Krystalloidplasmas mit Sicherheit eine bestimmte Vorstellung bilden. Die Gestalt der Micelle ist in diesem Falle polyedrisch, ihre Anordnung zeigt die nämliche Regelmässigkeit, welche wir für die Molecüle oder Pleone in einem Krystall voraussetzen, und das Imbibitionswasser ist so vertheilt wie in der Stärke und Cellulose. Das Krystalloidplasma zeigt im benetzten Zustande unter den bekannten Stereoplasmaformen allein die Eigenschaften einer relativ festen und nicht dehnbaren Substanz.

Alles übrige Stereoplasma befindet sich bei Anwesenheit von Wasser in einem halbflüssigen Zustande, indem die kleinsten mikroskopisch sichtbaren Massen gegen einander verschiebbar sind; dabei besitzt es entweder aktive Massenbewegung in seinem Innern (Plasmaströmungen), oder es kommt ihm passive Bewegung zu, da es das Bestreben einer Flüssigkeit hat, sich zu Tropfenform zu gestalten. Es lässt uns aber bezüglich der Gestalt, Grösse und Vereinigung der Micelle gänzlich im Ungewissen. Bloss von dem wasserhellen Stereoplasma, das mit Recht Hyaloplasma genannt worden, lässt sich mit ziemlicher Sicherheit annehmen, dass die Micelle in demselben eine gleichmässige Vertheilung besitzen. Das Hyaloplasma bildet immer die äusserste Begrenzung der Plasmamassen als ein meistens sehr dünnes Häutchen, in welchem die Micelle wohl eine bestimmte Orientirung gegen die Oberfläche besitzen, sodass das Häutchen, wenn es dichter und dicker wäre, doppelbrechend erscheinen würde. Die zarte, zur Oberfläche rechtwinkelige Streifung desselben, welche in einzelnen Fällen beobachtet wird, darf aber nicht etwa als der unmittelbare Ausdruck der Micellanordnung angesehen werden; sie mag damit zusammenhängen, hat aber als nächste Ursache wahrscheinlich eine andere Erscheinung, von der ich nachher sprechen werde.

Das Hyaloplasma stellt nur einen fast verschwindend kleinen, Theil des ganzen Stereoplasmas dar, welches im übrigen weisslich-trübe erscheint, — ein Beweis, dass die Plasmasubstanz und das Wasser nicht gleichmässig vertheilt sind, sondern in ihrer Zusammenordnung einen Wechsel von dichteren und weniger dichten Stellen bedingen. Es ist als „Körnerplasma“ bezeichnet worden, ein Ausdruck, der mir weniger passend dünkt, weil dasselbe, wenn es auch meistens granulirt aussieht, doch oft keine Körnchen enthält, und weil die Körnchen wohl nicht als nothwendiges Merkmal anzusehen sind. Ich würde es daher, im Gegensatze zu Hyaloplasma, lieber Polioplasma nennen, wegen seines graulich-weissen Aussehens.

Wenn ich das Polioplasma richtig auffasse, so entsteht es aus Hyaloplasma, und zwar in vielen, vielleicht in allen Fällen dadurch, dass sehr zahlreiche winzige (mit Wasser gefüllte) Vacuolen in demselben auftreten. Diese Vacuolenbildung und in Folge derselben eine schwammige oder maschenartige Beschaffenheit des Polioplasmas ist in einzelnen Fällen sehr deutlich, und in anderen Fällen beobachtet man

von derselben aus bis zu einem fast homogenen weisslichen Aussehen eine allmähliche Abstufung, so dass man an der Identität der Structur kaum zweifeln kann. Man begreift auch, dass die maschige Beschaffenheit bei hinreichender Kleinheit der Maschen bloss als Trübung wahrgenommen wird, bei einer gewissen Grösse der Maschen dagegen granulirt erscheint, indem die Vacuolen als Körnchen gesehen werden können.

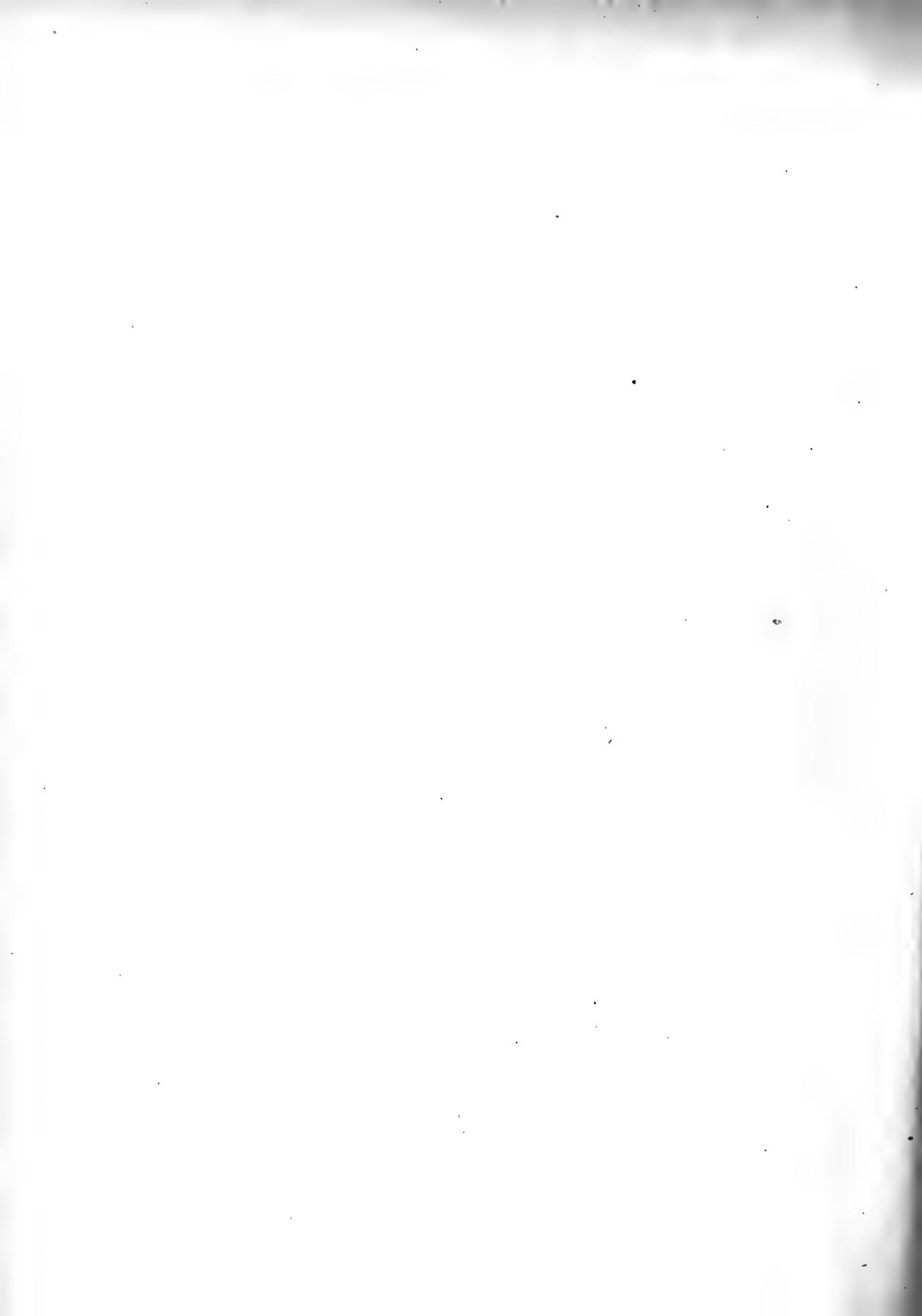
Ein neues Moment in der Differenzirung des Stereoplasmas tritt mit dem Vorkommen wirklicher Körnchen auf. Diese Körnchen können fremdartige Substanzen (z. B. winzige Fetttropfchen) sein; meistens bestehen sie aus verdichtetem Stereoplasma und sind Plasmakörnchen. Dass die Körnchen in maschigem Polioplasma eingebettet sind, kann zuweilen keinem Zweifel unterliegen, und die Möglichkeit lässt sich nicht bestreiten, dass die Grundsubstanz des „Körnerplasmas“ immer maschiges Polioplasma ist, wenn sie auch ausnahmsweise ein fast hyalines Aussehen zeigen mag. Indessen muss ich auch die andere Möglichkeit zugeben, dass Körnchen in wirklichem Hyaloplasma sich bilden und dasselbe in eine zweite, ihrem Entstehen nach verschiedene Modification von Polioplasma umwandeln.

Die Verschiedenheit zwischen Hyaloplasma und Polioplasma besteht, wenn nicht etwa die chemische Zusammensetzung eine andere sein sollte, vielleicht bloss in der gleichmässigen und ungleichmässigen Dichtigkeit, also in der räumlichen Vertheilung von Substanz und Wasser. Wahrscheinlich kommt aber noch ein fernerer Umstand hinzu, nämlich eine Ungleichheit in der micellaren Structur. Das Hyaloplasma-Häutchen, welches das Polioplasma umgiebt, hat wohl, wie ich bereits bemerkt habe, nicht bloss eine gleichmässige, sondern auch eine regelmässige Anordnung der Micelle, ähnlich wie in einer Cellulosemembran. Von den Micellvereinigungen im Polioplasma dagegen möchte ich annehmen, dass sie überhaupt unregelmässig seien, mit grösseren und kleineren Zwischenräumen zwischen den Micellen. — Die Abgrenzung der Plasmakörper gegen das Polioplasma geschieht durch das Hyaloplasma; wenn z. B. der Zellkern in Plasma von gleicher Dichtigkeit sich befindet, so ist er nur durch eine zarte Kreislinie, welche von seinem Plasmahäutchen herrührt, sichtbar.

Das Hyaloplasma ist, wie die Cellulosemembran, für Micellarlösungen unter besonderen Bedingungen durchgangbar. Dies zeigen uns die Hefenzellen, welche Eiweiss sowohl in alkalischer Flüssigkeit, als bei vorhandener Gärthätigkeit in neutraler und schwach saurer Flüssigkeit heraustreten lassen, wobei dasselbe das Hyaloplasmahäutchen passiren muss. Im Uebrigen scheint letzteres der Diosmose micellarer Lösungen grössere Hindernisse zu bereiten als die Cellulosemembran, wie die Thatsache beweist, dass gewisse Farbstoffe mit Leichtigkeit durch die lebende Cellulosemembran, aber durchaus nicht durch das lebende Plasmahäutchen diosmiren. Ich möchte aus diesem Verhalten gegen verschiedene Lösungen den Schluss ziehen, dass das Hyaloplasma, wenigstens soweit dasselbe als begrenzendes Häutchen auftritt, wie die Schichten der Cellulosemembran und der Stärkekörner, aus einem regelmässigen Gefüge von Micellen besteht, deren Zwischenräume im Allgemeinen für Micelle un-

wegsam sind, dass aber in dieser gleichmässigen Zusammenordnung kanalartige Erweiterungen vorkommen, welche senkrecht gegen die Oberfläche verlaufen und die durchschnittlich enger sind als diejenigen der Cellulosemembran, vielleicht auch im Gegensatz zu diesen sich je nach den massgebenden Einflüssen verengern und erweitern können. Von diesen Kanälchen würde die zuweilen sichtbar werdende Streifung herrühren.

Dass das Wasser, welches das Polioplasma durchdringt, Albuminatmicelle in Lösung enthalte, ist wenigstens für die Vacuolen und die gröblichen Zwischenräume überhaupt nicht zu bezweifeln; denn wenn in einer entstehenden Vacuole nicht schon ursprünglich gelöste Micelle enthalten sind, so werden sich dieselben bald aus den darin befindlichen Peptonen bilden. Hat die Substanz des Polioplasmas einen analogen Bau wie das Hyaloplasma, so kann es selber abgesehen von besonderen kanalartigen Erweiterungen, nicht von einer Micellarlösung durchdrungen sein. Besteht es aber, wie ich vermuthe, aus unregelmässigen, mehr ketten- und netzartigen Micellverbänden, so ist es auch überall für die Aufnahme und den Durchgang von Micellarlösungen geeignet. Von dem Bau des Polioplasmas muss es beispielsweise abhängen, ob in die pulsirenden Vacuolen eine Molecularlösung oder eine Micellarlösung ausgeschieden wird, womit sich die andere Alternative verbindet, ob dabei ein grösserer oder geringerer Filtrationswiderstand zu überwinden ist. Es würde eine Molecularlösung in die Vacuolen austreten und dabei ein grösserer Widerstand zu überwinden sein, wenn das Polioplasma ähnlich dem Hyaloplasma aus einem gleichmässigen Micellgefüge bestände, oder wenn die Vacuolen mit einem Hyaloplasmahäutchen von solcher Beschaffenheit ausgekleidet wären, was Beides indess nicht sehr wahrscheinlich ist. Für diese und manche andere ähnliche Frage mangelt es übrigens noch durchaus an den nöthigen Beobachtungsthatsachen, sowie an hinreichend gesicherten Haltpunkten der Theorie, von denen aus ein bestimmtes Urtheil gestattet wäre.



Vergleichend anatomische Untersuchungen

über die

äusseren weiblichen Geschlechts- und
Begattungs-Organen

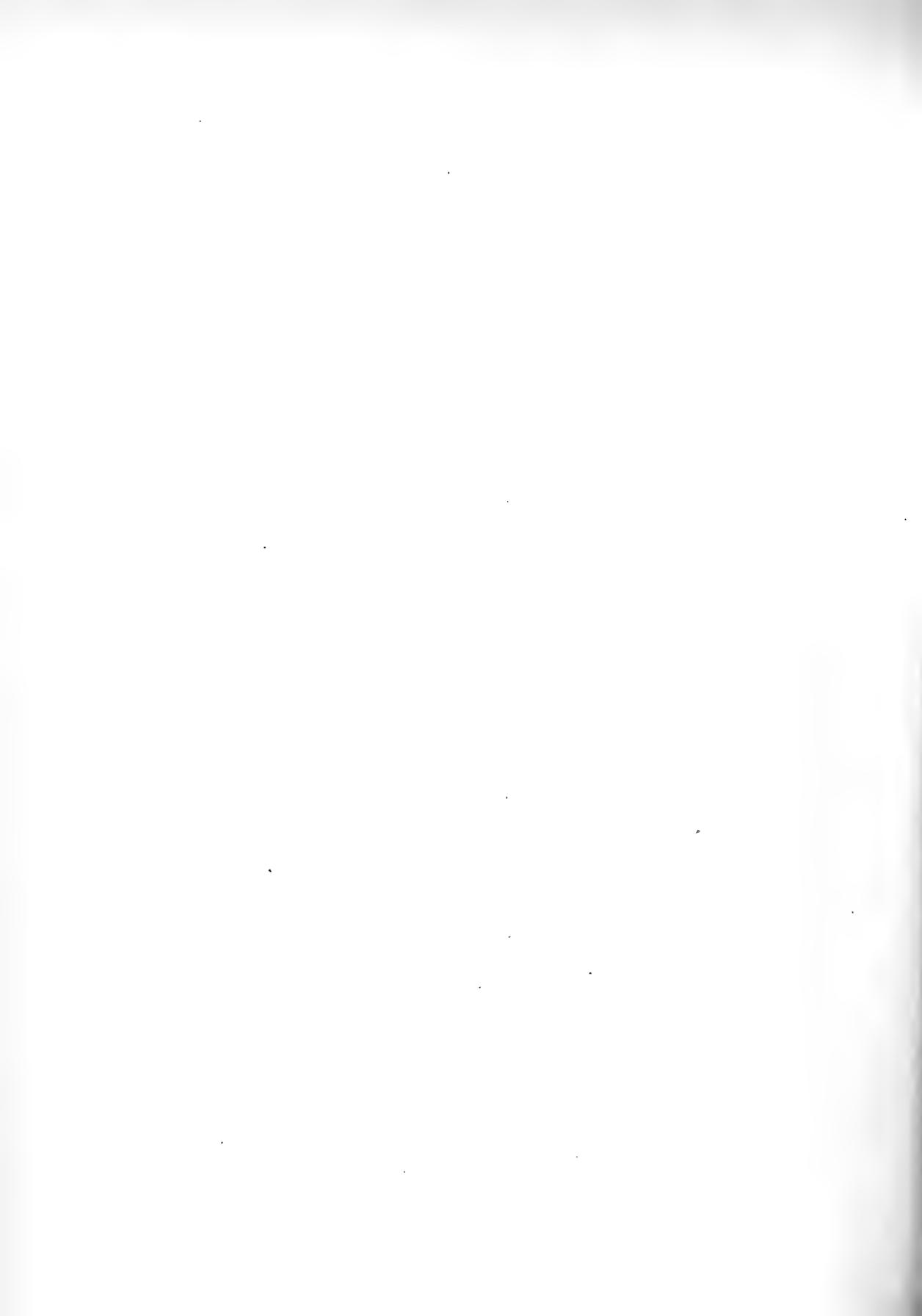
des

Menschen und der Affen,
insbesondere der Anthropoiden.

Von

Dr. Th. L. W. v. Bischoff.

Mit sechs Tafeln Abbildungen.



Vergleichend anatomische Untersuchungen

über

die äusseren weiblichen Geschlechts- und Begattungs-
Organe des Menschen und der Affen, insbesondere
der Anthropoiden.

Von

Prof. Dr. Th. v. Bischoff.

Der geneigte Leser wird sich vielleicht erinnern, dass ich es mir seit längeren Jahren zur Aufgabe gemacht habe, den so oft gemissbrauchten Ausspruch Huxleys genauer zu prüfen: „Dass wir ein System von Organen vornehmen können, welches wir wollen, die Vergleichung ihrer Modificationen in der Affenreihe uns zu einem und demselben Resultate führe, dass die anatomischen Verschiedenheiten, welche den Menschen vom Gorilla und Chimpanse scheiden, nicht so gross sind, als die, welche den Gorilla von den niedrigeren Affen trennen.“ Ich glaube durch diese Prüfung bewiesen zu haben, dass dieser Satz in Beziehung auf das Gehirn, die Muskeln und die Eingeweide der Anthropoiden ein irriger ist, während Owen, Virchow, Aeby, Gratiolet, Lucæ u. A. seine Unrichtigkeit auch für den Schädel und das Skelet überhaupt dargethan haben. Dieser Nachweis hat indessen nicht verhindert, dass die einseitigen Anhänger der Descendenzlehre unverdrossen fortfahren, jenen Huxley'schen Satz als Beweis der bis jetzt durch Thatsachen nicht zu begründenden Abstammung des Menschen von den Affen anzuführen. Herr Häckel hat denselben im vorigen Jahre hier in München in seiner Rede bei der

Naturforscher-Versammlung, und wiederum in seiner neuesten Schrift: Freie Wissenschaft und freie Lehre p. 37 citirt, als wenn derselbe gar nicht bestritten und zu bestreiten wäre; die gegen denselben sprechenden Thatsachen, werden einfach ignorirt, oder wie man zu sagen pflegt, tod geschwiegen. Werden sie aber irgendwo mit zu grossem Nachdruck geltend gemacht, dann heisst es: Wir sagen ja gar nicht, dass der Mensch von den jetzt lebenden Affen abstammt, sondern leiten ihn nur von einem gemeinsamen Stamme mit diesen Affen ab. Die Beweise aber für diesen gemeinsamen Stammbaum werden immer wieder nur in der Anatomie der jetzt lebenden Affen gesucht, die dann freilich Nichts Anderes liefert, als die alte Einsicht, dass diese Affen in ihrem Baue dem Menschen von allen Thieren am Nächsten stehen. Aber selbst bei dem Nachweise dieses alten Satzes bleibt man gewöhnlich dabei stehen, die Aehnlichkeiten zwischen Menschen und Affen aufzusuchen; die Verschiedenheiten werden stillschweigend übergangen. Dieser die ganze Descendenzlehre tief durchziehende grosse Fehler wird auch hier unbefangen durchgeführt. Ich habe mir vorgenommen, denselben diesesmal auch in Beziehung auf die weiblichen Genitalien, besonders die äusseren, zu vermeiden und die Unterschiede zwischen den äusseren, weiblichen Genitalien der Anthropoiden und des menschlichen Weibes nachzuweisen.

Ich trete dadurch auch diesesmal der Entwicklungslehre, selbst in Beziehung auf den Menschen, principiell durchaus nicht entgegen. Allein ich will abermals dazu beitragen, ihre übereilte, kritiklose Annahme und Geltendmachung, durch welche der Sache nur geschadet wird, zu mässigen. Die Descendenzlehre ist, wie nun auch Hr. Prof. Häckel unumwunden ausspricht, eine historische, keine exacte Wissenschaftslehre. Ihre Wahrheit beruht also ganz auf Richtigstellung ihrer Documente, und reicht nicht weiter als diese Documente. Würde das nicht vergessen, so würden wir keine solche Ausschreitungen auf Gebiete wahrnehmen, auf welche die Descendenzlehre bis jetzt noch keine Ansprüche hat.

Vielleicht wird man geneigt sein, mit Linné zu denken: Genitalium curiosior indagatio abominabilis displicet. Ich erlaube mir indessen darauf mit Clemens Alexandrinus Paedagogus Lib. II Cap. 10 zu antworten:

Non turpe videtur ad Lectorum utilitatem nominare et delineare partes, quas quidem Deum fabricari non puidit.

Auch dürfte es heute, wo die Descendenzlehre auf die geschlechtliche Zuchtwahl, als freilich sehr dunkele Einwirkung zur Hervorbringung neuer organischer Formen, so grosses Gewicht legt, gerechtfertigt sein, die Frage genauer zu untersuchen, in welchem Verhältniss diese, bei der geschlechtlichen Zuchtwahl gewiss keine unbedeutende Rolle spielenden Genitalien, bei den Affen und Menschen stehen. Scheint mir doch die ausserordentlich grosse und wunderbar mannigfaltige, oft höchst auffallende und sonderbare Formverschiedenheit der äusseren Genitalien in der Thierwelt, überhaupt eines der merkwürdigsten Probleme für die Metamorphosenlehre der Descendenstheorie zu sein.

Leider ist das Material zur Beantwortung der mir gestellten Frage, sowohl was die verschiedenen Menschenrassen, als die Anthropoiden und Affen überhaupt betrifft, ausserordentlich selten und sehr schwierig zu beschaffen. Namentlich haben mir von den Anthropoiden nur die Genitalien jüngerer Thiere zu Gebote gestanden. Dadurch habe ich zwar den Vortheil gehabt, diese Theile in ihrer intacten Beschaffenheit kennen zu lernen. Da es indessen sehr wahrscheinlich ist, dass sich in der Configuration dieser äusseren Genitalien auch bei den Affen mancherlei individuelle und Altersverschiedenheiten finden, so wie solche unter den Menschen vorkommen, so werden meine Angaben in gewissen Beziehungen nur einen relativen Werth haben, Allein im Wesentlichen werden sie genügen auch hier die Unrichtigkeit des Huxley'schen Satzes nachzuweisen. Ausserdem werde ich aber auch Gelegenheit haben, das ganze Thema etwas ausführlicher zu besprechen, als es sich bis jetzt in der Literatur berücksichtigt findet.

Es wird zweckmässig sein, zuerst eine kurze Erinnerung an die Beschaffenheit der äusseren Genitalien von Europäerinnen voranzuschicken; wenn ich gleich dieselben als hinlänglich bekannt voraussetzen kann. Aber es kommt mir darauf an, diejenigen Gestaltungsverhältnisse derselben besonders hervorzuheben, welche bei dem Vergleich der verschiedenen Rassen und mit den Anthropoiden besonders zu berücksichtigen sind.

Wir unterscheiden bekanntlich an den weiblichen äusseren Genitalien 1. die grossen Schamlippen, 2. die kleinen Schamlippen, 3. die Clitoris, 4. den Scheidenvorhof mit der Harnröhren-Mündung, dem Bulbus vestibuli, dem M. bulbocavernosus, den Duverney'schen Drüsen und 5. die Scheidenklappe oder den Hymen, an welchen sich 6. die Scheide anschliesst.

1. Die grossen Schamlippen sind zwei senkrecht zwischen den Schenkeln von der Schamfuge nach dem Damm sich herabziehende, wulstige Hautfalten, welche die Schamspalte, Rima pudendi, zwischen sich lassen. Sie gehen oben vor der Schamfuge in den Schamberg, Mons Veneris, über und bilden hier die Commissura anterior s. superior. Ebenso sollen sie nach den meisten Autoren auch unten und hinten durch eine Commissura posterior s. inferior in einander übergehen, und hier bei ihrem Zusammentreffen, namentlich wenn man sie etwas anspannt, eine scharf vorspringende Falte, das s. g. Schambändchen, Frenulum labiorum, und oberhalb derselben, gegen den Scheidenvorhof zu, die s. g. schiff förmige Grube, Fossa navicularis bilden. Beide verschwinden in der Regel nach der Geburt eines ausgetragenen Kindes, indem das Frenulum einreisst, oder doch sehr ausgedehnt wird. Ich muss Luschka beistimmen, welcher in seiner Anatomie II. 2. p. 404 behauptet, dass dieses Frenulum labiorum nicht durch die hintere Commissur der grossen, sondern der kleinen Schamlippen gebildet werde. Wenn die letzteren stark entwickelt sind, und weit nach abwärts und hinten reichen, ist dieses offenbar der Fall. Aber auch wenn die kleinen Schamlippen wie gewöhnlich kürzer sind, und das hintere Ende der Schamspalte nicht erreichen, wo es dann den Anschein hat, als wenn die grossen Schamlippen die hintere Commissur und das Frenulum mit der Fossa navicularis bilden, überzeugt man sich doch, dass es die kleinen sind, welche an diesen Gebilden vorzüglich theilhaft sind, wenn man sie etwas nach oben anspannt. Dann tritt das in diesem Fall meist nur schwach bemerkbare Frenulum deutlich hervor, und man sieht, dass sie es sind, welche auch hier hinten die unmittelbare Begrenzung der Schamspalte darstellen. Man kann dieses besonders deutlich bei neugeborenen Kindern sehen, bei welchen es zugleich meist deutlicher als bei Erwachsenen zu erkennen ist, dass die grossen Schamlippen an ihren unteren Enden mehr in den Damm verlaufen, als sich miteinander

verbinden. Auch die Entwicklungsgeschichte der grossen und kleinen Schamlippen, von der weiter unten noch die Rede sein wird, thut daselbe dar.

Die grossen Schamlippen tragen an ihrer äusseren, gegen die Schenkel hin gerichteten Fläche noch ganz die Charaktere der äusseren Haut, sind nur stärker pigmentirt und mit längeren und stärkeren Haaren besetzt; an ihren inneren Flächen, mit welchen sie gegeneinander gerichtet sind, fangen sie allmähig an den Charakter der äusseren Haut zu verlieren, werden feiner und verlieren die Haare. Im kindlichen und jungfräulichen Zustande, liegen sie mit diesen ihren inneren Flächen dicht aneinander, so dass sie die zwischen ihnen gelegenen inneren Theile verbergen, während sie nach oft vollzogenem Beischlaf und noch mehr nach Geburten, sich von einander entfernen, klaffen und die innerhalb gelegenen Theile sehen lassen.

Bei Deutschen und, so viel ich weiss, bei allen Europäerinnen sind die grossen Schamlippen so stark entwickelt, dass sie sich deutlich mit einer Furche von der inneren Fläche der Schenkel absetzen, und als ein paar ansehnliche Hautwülste erscheinen. Sie mögen vielleicht in der Stärke ihrer Entwicklung bei verschiedenen Individuen Verschiedenheiten zeigen. Allein diese sind jedenfalls nicht so bedeutend, dass sie den Anatomen und Geburtshelfern auffallend gewesen wären. Gänzlich Fehlen derselben, wird nur als Missbildung bei Atresie der Genitalien oder als Bildungshemmung in Begleitung anderer Defecte beobachtet und beschrieben. (Parmentier. *De Genitalium muliebrium externorum formae varietate*. Diss. Bonnens. 1834.)

2. Die kleinen Schamlippen oder Nymphen werden gebildet durch zwei an der inneren Fläche der grossen Schamlippen und mit ihnen parallel herablaufende Hautfalten, deren obere oder vordere Vereinigung (Commissur) vorzüglich dadurch ausgezeichnet ist, dass sie hier zur Bedeckung des vorderen Endes, der sogenannten Glans der Clitoris dienen. Sie spalten sich nämlich bei dieser ihrer Vereinigung in zwei Schenkel, deren obere über der Glans clitoridis zusammenfliessen und das sogenannte Praeputium clitoridis bilden, die unteren aber sich an die untere Fläche der Glans als sogenannte Frenula clitoridis ansetzen. Dieses Verhalten, dass sie das Praeputium und die Frenula Clitoridis

bilden, sowie die Schamspalte unmittelbar begränzen, ist für die kleinen Schamlippen das Charakteristische und dient als Kritik für sie. Sonst sind sie in ihrem Verhalten so wechselnd, dass man zu sagen pflegt, kein Theil des weiblichen Körpers komme in so verschiedener Gestaltung vor, als eben diese Nymphen. Gewöhnlich sind sie allerdings nur so lang, dass sie längs der inneren Fläche der grossen Schamlippe herablaufend, sich doch unten und hinten nicht miteinander vereinigen, sondern nur seitlich den Scheidenvorhof begränzen. Wie ich aber schon angegeben habe, fliessen sie zuweilen doch unten auch in einer Commissur in einander über und bilden dann in deutlicher Weise das Frenulum labiorum. Andere male sind sie so klein, dass sie auf das Präputium und die Frenula clitoridis beschränkt sind. Meist sind sie oben breit und laufen nach unten spitz zu, aber ihre Breite ist doch gewöhnlich nicht so gross, dass sie nicht bei an einander genäherten Schenkeln von den grossen Schamlippen verdeckt seien. Oft aber sind sie so breit, dass sie als mehr oder weniger wulstige Kämme über die Rima pudendi beträchtlich hervorragen. Sie sind ferner vielleicht häufiger asymmetrisch als symmetrisch auf beiden Seiten entwickelt. Wenn sie innerhalb der Schamspalte von den grossen Schamlippen verdeckt liegen, so gleicht ihre Oberfläche nicht mehr der äusseren Haut, namentlich tragen sie niemals Haare, sondern sie nehmen besonders an ihrer inneren Fläche die Charaktere der Schleimhäute an. Ragen sie aber vor der Schamspalte hervor, so ist der vorstehende Theil hautähnlicher und namentlich stärker pigmentirt. Zwischen ihren Lamellen enthalten sie kein Fett, sondern nur gefässreiches Bindegewebe.

3. In Beziehung auf die Clitoris will ich nur erwähnen, dass wenn dieselbe gleich auch bei Europäerinnen Verschiedenheiten in ihrer Entwicklung darbietet, und zuweilen selbst eine ansehnliche Grösse erreichen kann, sie doch in der Regel nicht vorsteht, und selbst ihre Glans von dem Präputium vollkommen bedeckt wird.

4. Der Scheidenvorhof, Vestibulum vaginae, hat bei Europäerinnen keine sehr bedeutende Tiefe und ist jedenfalls sehr viel kürzer, als die dahinter befindliche Scheide. Er ist von einer Schleimhaut bekleidet, die keine Falten bildet. An seiner oberen Wand bemerkt man die meist etwas vorspringende Mündung der Harnröhre, und an den Seitenwänden

die Mündungen von Schleimdrüsen, deren zwei meist etwas grösser sind, und den Ausführungsgängen der s. g. Duverney'schen oder Cowper'schen Drüsen angehören. Diese liegen an der äusseren Seite der unteren Enden der Seitenwände des Scheidevorhofes, und sind von einem Venengeflecht, dem Bulbus Vestibuli, und dieses von einem Muskel, dem M. bulbocavernosus, früher als Constrictor cunni bezeichnet, umgeben.

5. An dem Uebergang zwischen Vestibulum und Scheide findet sich bei dem menschlichen Weibe als normale und constante Bildung eine den Eingang in die Scheide theilweise verschliessende Hautfalte, der Hymen. Ich halte nach meinen Erfahrungen das Fehlen desselben für sehr selten, denn ich erinnere mich keines einzigen der vielen von mir untersuchten älteren Embryonen und Neugeborenen, bei welchem derselbe gefehlt hätte. Die Stärke der Entwicklung und nähere Configuration ist allerdings verschieden; bei weitem am häufigsten stellt er indessen eine von dem unteren und hinteren Umfange des Scheiden-Einganges nach oben vorspringende halbmondförmige Falte dar, deren Hörner sich mehr oder weniger weit längs den Seitenrändern des Scheiden-Einganges bis zu der an der oberen Wand des Scheidenvorhofes befindlichen Harnröhren-Mündung hinziehen. Sind diese Hörner besonders stark entwickelt, so dass sie sich oben erreichen, so entsteht der ring- oder scheibenförmige Hymen. Der von Luschka unterschiedene Hymen fimbriatus, wo derselbe in einzelne Fasern zertheilt ist, sowie ein doppelt perforirter Hymen, sind seltene Ausnahmefälle.

6. Von der weiblichen Scheide ist, wie schon Blumenbach hervorhebt, zunächst zu bemerken, dass sie sich wegen der Krümmung des Kreuz- und Steissbeines und der geringeren Beckenneigung, in ihrem Verlauf mit ihrer Axe sich weit mehr nach vorne wendet, als bei irgend einem anderen Säugethier. Ausserdem sind die Falten ihrer Schleimhaut besonders bemerkenswerth. Sie sind bei den Europäerinnen meistens stark entwickelt und bestehen aus zwei an der vorderen und hinteren Wand in querer Richtung verlaufenden Falten-Reihen (Columnae rugarum), die besonders in ihrem unteren Theile und an der vorderen Wand stärker entwickelt sind. An der vorderen Wand bilden sie gleich hinter der Harnröhren-Mündung einen stärkeren Vorsprung, der sehr gewöhnlich durch eine Längs-Furche in zwei Wülste getheilt ist. In das Scheidengewölbe

ragt die Portio vaginalis uteri, vorne 5—7 mm., hinten 18 mm. hinein, und bietet den Muttermund, mit der längeren vorderen und kürzeren hinteren Muttermunds-Lippe, dar.

Es erscheint ferner zweckmässig hier auch noch an einige Punkte aus der Entwicklungsgeschichte, namentlich der äusseren Genitalien zu erinnern.

Schon in einer sehr frühen Zeit, bei dem menschlichen Embryo aus der 8—9. Woche, (Tab. I. Fig. 5.) und bei einer Länge von etwa 3 cm. erhebt sich vor der Kloaken-Oeffnung, d. h. vor der noch gemeinschaftlichen Mündung des Mastdarms und der Urogenitalorgane ein kegelförmiger Höcker, der zukünftige Penis oder die Clitoris, welcher bald an seiner unteren Fläche eine Furche zeigt, die sich mit ihren Rändern in die Ränder der Cloakenöffnung verliert. Derselbe wächst in der nächsten Zeit stark, und nach aussen von ihm und der Cloakenöffnung bilden sich, ebenfalls noch ehe sich die Afteröffnung von der Urogenitalöffnung geschieden hat, zwei laterale starke Hautwülste aus, die selbst nach hinten die Cloakenöffnung umgeben.

Dann scheidet sich der After unter Entwicklung des Dammes von der Urogenitalöffnung, und jene Hautwülste begränzen dann seitlich nur noch diese Oeffnung, indem sie sich nach hinten und unten in den Damm verlieren. (Tab. I. Fig. 6.) Sie sind die Anlage für die grossen Schamlippen bei dem weiblichen, und für den Hodensack bei dem männlichen Geschlecht.

Indem sich nämlich jetzt der Geschlechtsunterschied entwickelt, verwachsen bei dem männlichen Geschlecht sowohl die Ränder der Furche des Geschlechtshöckers zur Bildung der Harnröhre, als die Ränder der Hautwülste zur Darstellung des Hodensackes, und der Höcker wird unter immer stärkerem Wachstum zum Penis. Bei dem weiblichen Geschlecht dagegen (Tab. I. Fig. 7.) erfolgen diese Verwachsungen nicht, sondern die ineinanderübergenden Ränder sowohl der Furche des Genitalhöckers als der Urogenitalöffnung entwickeln sich stärker, und werden zu den Nymphen oder kleinen Schamlippen. Der Genitalhöcker bleibt in seinem Wachstum zurück, wird zur Clitoris und wird von der oberen Vereinigung der Nymphen in der Form des Praeputiums und der Frenula umgeben; die äusseren Hautwülste aber werden zu den grossen Schamlippen. Nym-

phen und Praeputium schreiten in ihrem Wachsthum bis zur Mitte des fünften Fötus-Monates rasch und stark vorwärts, so dass sie stark vor den grossen Schamlippen vorstehen. Dann aber bleiben sie in ihrem Wachsthum gegen das der grossen Schamlippen zurück und werden nach und nach so von diesen verdeckt, dass sie bei dem europäischen Kinde bei der Geburt oft kaum noch gesehen werden. (Tab. I Fig. 8).

Von der Entwicklung der inneren Genitalorgane erinnere ich nur daran, dass die Endstücke der Ausleitungskanäle der embryonalen Genitalorgane, Wolff'sche und Müller'sche Gänge, in die hintere Wand des unteren Endes der Allantois oder der zukünftigen Harnblase, mittelst eines alle vier Enden umschliessenden Stranges, des s. g. Genital-Stranges nach Thiersch, einmünden. Innerhalb dieses Stranges entwickeln sich, nach Verschmelzung der Endstücke der Müller'schen Gänge, aus denselben Scheide und Uterus. Diese haben dann mit dem untersten Ende der Allantois, der zukünftigen Harnröhre, nachdem sich dieselbe von dem Mastdarne getrennt hat, ein gemeinsames Endstück, den s. g. Sinus urogenitalis, d. h. bei dem weiblichen Geschlechte den Scheidenvorhof. Da wo der Genitalstrang oder die sich aus ihm und in ihm entwickelnde Scheide in den Sinus urogenitalis einmündet, erhebt sich nach Dohrn (Schriften der Marburger Gesellschaft zur Beförderung der Naturwissenschaften. Supplementheft 1. zu Bd. X) von dem hinteren Umfang dieser Einmündung von der 19. Embryonal-Woche an, eine Falte, der Hymen, welcher die Scheide von dem Sinus urogenitalis in der Form eines Halbmonds, oder auch wenn die Hörner desselben höher hinaufwachsen, eines Ringes, mehr oder weniger abschliesst.

Wenn ich mich nun zuerst zur Beantwortung der Frage wende, ob die Beschaffenheit und Configuration der äusseren Genitalien der Weiber anderer Racen mit der beschriebenen der Europäerinnen übereinstimmt, oder ob sich Abweichungen finden, so habe ich es zunächst zu beklagen, dass sich weder in ethnologischen, noch anthropologischen, noch anatomischen, noch geburtshülflichen Schriften darüber genauere Auskunft oder Mittheilungen finden. Im Allgemeinen gilt die Ansicht, dass im Wesentlichen Uebereinstimmung herrsche, und nur in Beziehung auf die Nymphen,

so wie die Clitoris und ihr Praeputium, finden sich zahlreiche und oft wiederholte Angaben über nationale Abweichungen, besonders bei den Weibern der äthiopischen Race. So sagt Cuvier in seinen *Leçons d'Anatomie comparée* Sec. Ed. Vol. VIII p. 249. „La conformation ordinaire des organes intérieurs de l'accouplement chez la femme ne présente de différence dans les différentes nations, que celle, qui dépend de la grande proportion des Nymphes chez les femmes de l'Asie et de l'Afrique.“

Es sind namentlich die Mittheilungen und Discussionen über die sogenannte Hottentotten-Schürze, deren ich hier wegen ihrer Beziehung zu den grossen und kleinen Schamlippen Erwähnung mache. Nachdem dieselbe von älteren Schriftstellern und Reisenden, besonders Ten Rhyne (*Schediasma de promontorio Bonae Spei* 1686 p. 33) bei Hottentottenweibern als eine Verlängerung der Nymphen bezeichnet worden war, behauptete Le Vaillant (*Voyage dans l'Interieur de l'Afrique* I. II p. 348 Tab. VII), dass dieselbe durch eine künstliche Verlängerung der grossen Schamlippen hervorgebracht werde, und bildete sie in der Form zweier mehrere Zoll langer, von der Gegend des Schamberges herabhängender, die Scham deckender Hautlappen ab, von welcher Abbildung ich bemerke, dass an derselben kein Haarwuchs an der Stelle des Abganges dieser Hautlappen zu bemerken ist. In ähnlicher Weise beschrieb Otto (*Seltene Beobachtungen* II. p. 135) an dem Präparate einer vor vielen Jahren in dem Hospitale zu Breslau verstorbenen Negerin, einen zwischen der oberen Commissur der grossen Schamlippen entspringenden, vier Zoll lang vor der Scham herabhängenden „Fleischlappen“ als Hottentottenschürze. Die grossen Schamlippen werden dabei zwar als klein und mager, aber doch bestimmt angegeben und abgebildet, ebenso der Haarwuchs auf dem Mons Veneris. Auch die kleinen Schamlippen werden als ungewöhnlich gross, um den After herumlaufend und eingekerbt beschrieben.

Auch nach Sonnini^{*} (*Sonnerat Voyages aux Indes orientales* T. III. nouv. ed. par Sonnini Paris 1806 p. 321.) welcher den Angaben von Péron und Lesueur folgt, soll die Hottentotten-Schürze ein Anhang von $8\frac{1}{2}$ cm. Länge sein, welcher dem Anschein nach von der oberen Commissur der grossen Schamlippen herkommt. Es wird bestimmt gesagt, dass er nicht die Clitoris sei, denn diese existire darunter.

Dagegen wurde durch Cuvier (*Memoires du Museum d'Hist. nat.* I. III. p. 159), durch Joh. Müller (*Archiv f. Physiologie* 1834 p. 319.), durch Luschka (*Monatsschrift für Geburtskunde* 1868. Bd. XXXII. Hft. 5), neuerdings auch durch Prof. Fritsch (*Die Eingebornen Süd-Afrikas* pag. 283) diese Hottentoten-Schürze als eine Hypertrophie der kleinen Schamlippen, auch wohl des Präputiums bei Hottentottinnen und Buschmänninnen erwiesen, und gezeigt, dass Le Vaillants Angaben auf oberflächlicher Beobachtung, die von Otto auf Verwechslung mit einer Hypertrophie der Clitoris beruhen.

Dabei bemerkt indessen Cuvier, dass bei der von ihm untersuchten Venus Hottentotte die grossen Schamlippen wenig entwickelt waren, ein Oval von 4 Zoll umfassten und an der Scham keine anderen Haare als einige kurze wollige Flocken zu bemerken waren. Cloquet hat in seinem *Atlas d'Anatomie de l'Homme* Tab. 278 Fig. 4 und 5. die äusseren Genitalien dieser Venus Hottentotte, allerdings nur nach einer Nachbildung von Rousseau und verkleinert abbilden lassen, und diese Darstellungen finden sich in dem *Atlas* von Busch zu dessen: *Theoret. u. prakt. Geburtskunde* Taf. X Fig. 66—68 reproducirt. In beiden Abbildungen sieht man die grossen Schamlippen und auch den Haarwuchs, wenn auch nicht stark entwickelt, doch deutlich dargestellt. Auf einer sehr schön ausgeführten Zeichnung, welche mein verstorbener Schwiegervater Tiedemann im Jahre 1833 in Paris von dem in der *Collection du Cabinet de l'Anatomie comparée au Jardin du Roi* befindlichen Präparate jener Venus Hottentotte anfertigen liess, sieht man die grossen Schamlippen zwar nicht stark, aber deutlich entwickelt. Der *Mons Veneris* ist wenig entwickelt, und Haare fehlen auf der Abbildung ganz, welche indessen nach einer Bemerkung des Herrn Dr. Brunner-Bay, dass er diese Haare zu seinen bekannten Untersuchungen über die Haarbildung bei verschiedenen Racen benutzt habe, doch vorhanden sein müssen. Da die Abbildungen des Falles bei Cloquet nur in verkleinertem Massstabe, und wie gesagt, nur nach einem Modelle gegeben sind, so reproducire ich hier die von Tiedemann entnommene Abbildung, welche das ganze Verhalten sehr deutlich darstellt mit Ausnahme der Haare. (Tab. II. Fig. 9.)

Auch Sommerville (*Med. Chirurg. Transactions* Vol. VIII. P. I. p. 154. 1816) sagt, dass die grossen Schamlippen bei den Hottentoten-Weibern,

kleiner seien als bei andern Weibern, so dass sie oft ganz zu fehlen scheinen; und die Grenze zwischen ihnen und den Nymphen schwer zu bestimmen sei; der Schamberg sei nur mit wenigem wollartigem Pflaum bedeckt, und schon bei Neugeborenen klaffe die Rima so, dass die Nymphen hervortreten, und dieses vermehre sich um die Zeit der Pubertät.

Hr. Professor Fritsch beschreibt die Hottentotten-Schürze nach einem in Berlin befindlichen Präparate, welches er selbst mitgebracht hat, und sagt: die Labia majora zeigten sich in dem fraglichen Falle zwar nicht besonders stark entwickelt, doch waren sie deutlich und begränzten die Rima pudendi in normaler Weise gegen die Schenkel hin. Pag. 26 findet sich noch die besondere Angabe, dass die Ama-Xosa-Weiber die Pubes spärlich und schwach entwickelt, aber kraus wie das Haupthaar besitzen.

Nach diesen über die Hottentotten-Schürze gemachten Angaben muss man annehmen, dass die Weiber gewisser Stämme der äthiopischen Race sich dadurch auszeichnen, dass bei ihnen die grossen Schamlippen nebst dem Mons Veneris und dem beiden angehörenden Haarwuchse, wenn auch nicht ganz fehlen, doch bemerkenswerth schwach entwickelt sind, während bei ihnen eine Hypertrophie der kleinen Schamlippen und des Praeputiums der Clitoris sich findet.

Ein anderes Thema bei dessen Besprechung von vielen Reisenden, Ethnologen, Aerzten etc. von der Beschaffenheit der äusseren weiblichen Genitalien die Rede ist, bildet die besonders bei vielen Stämmen der äthiopischen aber auch der caucasischen Race, bei Aegyptern, Arabiern, Nubiern, Abyssinieren, bei den Gallas, Mandingos, Congos, in Sudan, Sierra Leone etc., aber auch unter den Malayen und den Indianern in Peru vorkommende Sitte, der Beschneidung und der Excision der Clitoris, der Nymphen mit dem Präputium und der künstlichen Verschliessung der Scheide durch Circumcision und Infibulation. Eine ziemlich umfassende Mittheilung giebt darüber Dr. Ploss in der Zeitschrift für Ethnologie 1871 p. 381. Von den grossen Schamlippen ist dabei meistens gar nicht, oder nur dann die Rede, wenn durch Excision der Clitoris und Nymphen eine Verwachsung derselben in der Rima pudendi absichtlich oder zufällig erzielt wird. Ich entnehme daraus nur, dass bei allen diesen Völkerschaften, die grossen Schamlippen nicht fehlen, sondern in gewöhnlicher Weise entwickelt vorhanden sind. In Beziehung

auf die kleinen Schamlippen und die Clitoris geht aus diesen Mittheilungen hervor, dass zwar zuweilen eine ungewöhnliche Grösse und Entwicklung derselben, die aber auch öfter eine künstliche durch mechanische Manipulationen herbeigeführte ist, die Veranlassung zu deren Extirpation und Circumcision zu geben scheint. In der Mehrzahl der Fälle ist diese Ursache aber offenbar nicht vorhanden, sondern Clitoris und Nymphen von gewöhnlicher Entwicklung. Ihre Aus- und Beschneidung ist offenbar meistens eine Keuschheitsmassregel, durch welche Selbstbefleckung und Beischlaf vor und ausser der Ehe ohnmöglich gemacht werden soll. Von einem Bericht, welchen Dr. A. Bilharz in der Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. X pag. 291 über Beschneidung der Clitoris und der Nymphen giebt, will ich noch erwähnen, dass derselbe angiebt, dass die in den beiden von ihm beobachteten Fällen vorhandenen Carunculae mystiformes am Scheiden-Eingang ganz evident die End-Köpfe der *Palmae plicatae* (soll wohl heissen *Columnae rugarum*) der Scheide, und keine Spur von Resten des Hymens zu sehen gewesen sein. Ich denke nicht, dass Dr. Bilharz selbst daraus etwa hat ableiten wollen, dass hier kein Hymen vorhanden gewesen sei; dagegen mache ich darauf aufmerksam, dass nach dieser Mittheilung die *Columnae rugarum* der Scheide bei der betreffenden Neger- und Fella-Frau vorhanden waren. Im Ganzen kann man aus allen dahin gehörigen Mittheilungen nur schliessen, dass die Beschaffenheit der äusseren Genitalien des Weibes der betreffenden Racen, keine wesentlich von der der Europäerinnen abweichende ist.

Von weiteren über die Beschaffenheit der äusseren weiblichen Genitalien verschiedener Racen gemachten Mittheilungen, erwähne ich noch einer Aeusserung des Herrn Dr. von Scherzer in den Mittheilungen über die Körpergrösse verschiedener Völker der Erde in dem anthropologischen Theile der Beschreibung der Reise der Fregatte Novara um die Erde pag. 96, wo derselbe von javanischen Weibern sagt: „deren Hinterbacken seien flach, die Kreuzbeingegend convex vertieft, die Schamlippen wenig sichtbar, d. h. also wohl die Beckenneigung gross, die Vulva nach hinten gerichtet, und die grossen Schamlippen wenig entwickelt.

Sodann findet sich auch in der Abhandlung des Dr. Weisbach: Ueber Körpermessungen verschiedener Racen (Zeitschrift für Ethnologie Bd. IX

Supplement 1877) eine Angabe, über zwei Sudannegerinnen, die der Verfasser in Constantinopel zu untersuchen Gelegenheit hatte. Es heisst daselbst p. 176 von der älteren, welche schon geboren hatte: „Ihre rasirten Geschlechtstheile waren fast schwarz. Sie hatte ein volles Gefäss und kleine Schamtheile. Die Symphysis bildete keinen solchen Vorsprung wie bei deutschen Weibern, indem der vordere Theil des Beckens gleichförmig bogenförmig verlief. Die ebenfalls rasirten Geschlechtstheile der Jüngeren hatten eine mattschwarze Hautfarbe . . . eine sehr kleine Vulva mit sehr niedrigen grossen Schamlippen und wenig entwickelten schiefergrauen Nymphen, und die Symphyse von ähnlicher flachbogiger Gestalt, wie die Andere.“

Ernst Marno beschreibt in den Mittheilungen der anthropologischen Gesellschaft in Wien Bd. V, 1875 pag. 157 ein 13—15 jähriges Akka-Mädchen und pag. 366 ein älteres Akka-Weib, giebt auch von beiden eine Abbildung. Leider sind seine Angaben über die Geschlechtstheile dieses durch seine geringe Körpergrösse, grosse Entwicklung des Bauches und starke Einsattelung der Kreuzgegend ausgezeichneten Negerstammes sehr kurz und dürftig. Von dem Mädchen heisst es nur: „die äusseren Geschlechtstheile zeigten nichts Besonderes“ und weiter: die übrigen ausser dem Kopfe bei nordischen Völkern behaarten Körpertheile (daher also auch wohl die Schamtheile), kahl“. Von dem älteren Weibe wird p. 367 nur gesagt: Aeussere Genitalien normal; wie die Achselhöhlen schwach behaart. Die gegebenen Abbildungen zeigen auch nur bei dem Weibe die Behaarung des Schambergs. Man kann indessen aus diesen Mittheilungen doch wohl mit Sicherheit schliessen, dass die grossen Schamlippen in gewöhnlicher Weise entwickelt waren.

Dass Dr. Peschuel-Loesche in seiner Abhandlung: *Indiscretus* aus Loango, in der Zeitschrift für Ethnologie 1878. X. p. 17, in welcher er doch über die Geschlechtsverhältnisse dieses Negervolkes genauere Nachrichten giebt, als man sie sonst in Reisebeschreibungen zu finden pflegt, über die anatomische Beschaffenheit der weiblichen Genitalien Nichts mittheilt, bedaure ich zwar, glaube aber aus diesem Stillschweigen schliessen zu können, dass dieselben nichts Abweichendes von der Formation der Geschlechtsorgane anderer Weiber darbieten. Dass keine Art von Verunstaltungen Excision, Circumcision vorkommt, wird erwähnt.

Sehr erwünscht war es mir endlich in dem literarischen Nachlasse meines Schwiegervaters F. Tiedemann zwei sehr schöne und sorgfältig ausgeführte Zeichnungen der äusseren Genitalien zweier Negerinnen zu finden. Die eine derselben liess er 1835 auf einer Reise nach England nach einem in dem Hunterian Museum in London aufbewahrten Präparate anfertigen. Die zweite erhielt er durch Prof. Sebastian, von einem in der anatomischen Sammlung in Gröningen befindlichen Präparate. Bemerkungen hat er weiter nicht dazu gemacht.

Auf beiden Abbildungen sieht man die grossen Schamlippen ansehnlich entwickelt und sie selbst wie den Mons Veneris stark mit krausen Haaren besetzt. An dem Londoner Präparate (dessen Abbildung ich auf Tab. II Fig. 10 wieder gebe) fällt es besonders auf, dass diese grossen Schamlippen unten und hinten in eine stark entwickelte nach hinten spitzig zulaufende Commissur übergehen, wie ich sie mir nicht jemals gesehen zu haben erinnere. Es scheint auch im Frenulum Labiorum vorhanden zu sein. Sie fehlt an dem Gröninger Präparat, wo diese Labia hinten zwar convergiren, aber dann in der Haut des Dammes verlaufen. Bei beiden ist die vordere oder obere Commissur deutlicher ausgesprochen, als man sie gewöhnlich bei uns sieht, daher dieselbe z. B. Luschka in Abrede stellt.

Auch die kleinen Schamlippen sind bei beiden Präparaten keineswegs schwach entwickelt, wenn sie auch nicht bis ganz nach hinten und unten reichen und hier in keine Commissur übergehen. Aber ihre obere Commissur zur Bildung des Praeputium und der Frenula Clitoridis ist bei Beiden, besonders bei dem Gröninger, vollkommen, wenn auch nicht in ungewöhnlichem Maasse entwickelt.

Ausserdem scheinen die Genitalien der Londoner Negerin von einer jüngeren noch weniger verbrauchten Person herzurühren, als die der Gröninger. Bei letzterer tritt die vordere Scheidewand mit der Columna rugarum im Hintergrunde des Scheiden-Eingangs sehr deutlich vor, wie dieses bei Personen, die oft geboren haben, gewöhnlich der Fall ist.

Die Clitoris ist bei keinem der beiden Präparate irgendwie ungewöhnlich gross.

Ich habe mich dann weiter an einige lebende Autoritäten gewendet, um von denselben Etwas über die Gestaltungs-Verhältnisse der äusseren Genitalien bei nicht europäischen Racen zu erfahren.

Zunächst richtete ich meine Fragen an meinen Schwager, Dr. Heinrich Tiedemann, der als practischer Arzt in Philadelphia lebt, indem ich hoffte, von demselben Etwas über die Genitalien von Negerinnen zu erfahren. Derselbe wendete sich an Herrn Dr. Leydi, Professor der Anatomie in Philadelphia und Mitglied unserer Akademie. Allein ausser der bestimmten Aussage, dass die Negerinnen entschieden entwickelte grosse Schamlippen besitzen, ward es bis jetzt nicht möglich, genauere Auskunft, eine Photographie oder ein Präparat zu erhalten. Zwar hatte Prof. Leydi die Güte, meinem Schwager die Pudenda von drei Negerinnen von der anatomischen Anstalt zukommen zu lassen, und derselbe sendete solche auch an mich, aber leider mit dem Dampfschiff Pommerania, welches bekanntlich unterging, und damit auch die sehnlichst erwarteten Präparate.

Sodann wandte ich mich an Herrn Dr. Prunner Bey in Pavia, welcher mir mit grösster Bereitwilligkeit alle ihm mögliche Auskunft auf meine Fragen ertheilte. Allein da er bei seinem Aufenthalte in Aegypten keine Gelegenheit zur Zergliederung einer Frauenleiche und zur Untersuchung von Kindern oder Jungfrauen hatte, so mussten sich seine Mittheilungen auf nachfolgende Angaben beschränken. Bei Weibern dunkler Racen schien ihm der Schamberg durchaus weniger gepolstert, als bei gut gebildeten Europäerinnen. Die Schamlippen sind bei der Negerin entschieden weniger aufgerichtet; sie klappen nach innen und nähern sich dem kindlichen Zustande bei uns. Die Nymphen sind nicht besonders entwickelt, sondern mehr verkümmert, was indessen auch von deren oft vorkommenden Beschneidung herrühren konnte. Auch bei Aegyptierinnen haben die grossen Schamlippen nur bei besonders gut gestalteten Personen die volle Schwellung und Aufrichtung wie gewöhnlich bei Europäerinnen. Eine grosse Clitoris kam Herrn Dr. Prunner Bey nicht zu Gesicht. Die Vagina ist bei der Negerin sicher wenig gerunzelt und oft fast glatt.

Ferner hatte auch Herr Dr. Wernich in Berlin die grosse Freundlichkeit, mir auf meine Fragen als Frucht seines Aufenthaltes und seiner gynäkologischen Praxis in Japan nachfolgende Notizen mitzutheilen,

welche gewiss als sehr erwünschte Ergänzungen seiner sehr ausführlichen Beschreibung der japanischen Frau, ihres Baues und ihrer Eigenthümlichkeiten in seinen geographisch-medicinischen Studien auf einer Reise um die Erde Berlin 1878 zu erachten sind.

„1. Die Labia majora der Japanerinnen sind bei weitem nicht so gross und voll, wie die gleich gebauter Europäerinnen; sie fallen durch ihren Fettarmuth auf und sind auch bei jungen Personen durchgehends sehr schlaff. Auch der Mons Veneris zeigt ein weit dürftigeres Fettpolster. Die hintere Commissur und das Frenulum labiorum treten weit weniger hervor als bei uns. Der Haarwuchs am Mons Veneris ist gegenüber der Stärke des Haupthaares und der Dicke des einzelnen Haarschaftes dürftig. Ausserordentlich bildet er ein scharf markirtes mit der Spitze nach unten gerichtetes Dreieck, der schmalovale, die Vulva oberhalb imitirende Contour herrscht vor. Der Schluss des Vestibulum Vaginae ist ein mangelhafter, auch bei Personen, die als jungfräuliche bezeichnet wurden, sah ich bei gespreizten Beinen die Rima klaffen.

2. Die Nymphen sind klein, schlaff, zu Faltungen geneigt, selten von frisch rosenrother Farbe. Die hintere Commissur ist sehr dürftig entwickelt. Das Praeputium clitoridis ist mässig ausgebildet; besonderer Gestaltungen und Asymmetrien dieser Theile finde ich in meinen Notizen nicht Erwähnung gethan.

3. Die Clitoris bot aussergewöhnliche Grössenverhältnisse bei Anfang gynäkologischer Explorationen nicht dar, auch ragte sie nicht ohne weiteres stärker hervor als bei Europäerinnen. Doch fand bei mindestens einem Drittheil der untersuchten Fälle eine deutliche Congestionirung der äusseren Theile statt, welches dann auch regelmässig von einer Volumszunahme und nicht selten von Erection der Portio vaginalis begleitet war. Sehr bedeutende Grösse der Clitoris ist mir unter den 87 gynäkologischen Fällen nicht vorgekommen.

4. Ein unzerstörtes Hymen sah ich bei einer Japanerin nie. Eine mögliche Erschwerung der Immissio durch dasselbe wurde von den japanischen Assistenzärzten als eine sehr unwahrscheinliche Sache angesehen. Die Reste des beseitigten Hymens — als Carunculae myrtiformes — waren nur bei wenigen Frauen in dürftigen Spuren, bei den meisten überhaupt nicht auffindbar.

Auch von den *Columnae rugarum* habe ich stets nur sehr unbedeutende Eindrücke erhalten. Die meisten Scheiden waren, besonders auch bezüglich der vorderen Wand, sehr glatt und dabei sehr kurz. Die Einführung auch weitmündiger *Specula* ohne *Obturator* stiess nicht im Mindesten auf Schwierigkeiten.“

Endlich hat auch Herr Prof. Fritsch auf meine Bitte die Güte gehabt, durch nachfolgende Notizen über die äusseren Genitalien der von ihm besuchten Völkerschaften Süd-Afrikas, die in seinem interessanten Werke: *Die Eingebornen Süd-Afrikas*, Breslau 1872 mitgetheilten That-sachen zu vervollständigen.

Es sind auch in Beziehung auf die Genital-Verhältnisse, die beiden Gruppen der Eingeborenen Süd-Afrikas, der A-bantu oder Kaffern im Süden, und der Koi-Koin oder Hottentotten mit den Buschmännern zu unterscheiden.

In Beziehung auf die grossen Schamlippen und den Mons Pubis, sind dieselben bei den A-bantu gewöhnlich gut entwickelt, prall und voll, denjenigen der Europäerinnen durchschnittlich vielleicht sogar überlegen. Die Behaarung besteht aus spärlichen aufgekräuselten Löckchen von geringer Grösse (0,5 cm. als Maximum) und an Beschaffenheit des Haares dem Haupthaare ähnlich. Entsprechend der guten Entwicklung der Labien ist der Verschluss der *Rima pudendi* bei jüngeren Personen vollständig, und scheint auch länger erhalten zu bleiben als bei Europäerinnen. — Bei den Koi-Koin ist bei starker Beckenneigung der vortretende Unterleib scharf gegen den Mons pubis abgesetzt, unter welchem die *Rima pudendi* stark nach hinten sinkt. Die Entwicklung und Fülle der *Labia majora* ist sehr wechselnd, durchschnittlich aber schwächer als bei den A-bantu und Europäerinnen. Dieselben sind häufig sehr kurz, nicht selten schlaff im Zusammenhange mit dem wechselnden allgemeinen Ernährungszustande des Körpers. Letzteres gilt besonders von den *Labia majora* der Buschmänninnen. Der Verschluss der *Rima pudendi* ist in der Regel auch bei jüngeren Personen nicht erreicht. Die Behaarung verhält sich wie bei den A-bantu.

Eine auffallende Vergrösserung der kleinen Schamlippen gehört nicht unter die Stammes-Merkmale der A-bantu und kommt nur gelegentlich vor. Die durchschnittliche Grösse dürfte die der Europäerinnen nicht

übertreffen, sie ist vielleicht sogar geringer. Die Pigmentirung ist ein schmutziges Grau. Starke individuelle Schwankungen der Grösse sind wohl vorhanden, doch fallen sie bei der mässigen Entwicklung im Ganzen nicht auf. — Bei den Koi-Koin ist dagegen eine Verlängerung der Labia minora als Stammes-Eigenthümlichkeit häufig beträchtlich, und scheint durch mechanische Dehnung befördert zu werden. Die Färbung ist sehr dunkel; die Epidermis fest, verhornt, einer Schleimhaut unähnlich. Diese Eigenthümlichkeiten sind bei den Buschmänninnen besonders auffallend.

Eine Vergrösserung der Clitoris in irgend auffallendem Grade wurde bei den A-bantu nicht beobachtet, ist jedenfalls nicht häufig, und gewöhnlich übertrifft die Grösse die bei den Europäerinnen nicht. Dagegen ist die Clitoris bei den Koi-Koin häufig etwas vergrössert, wozu ebenfalls mechanische Manipulationen beitragen mögen. Andeutungen einer Furchung der Clitoris kommen bei beiden Stämmen nicht vor.

Schleimhautfalten kommen im Scheidenvorhofe bei beiden Stämmen nicht vor. Bei Neugeborenen wurde ein halbmondförmiges Hymen beobachtet.

Die Scheide scheint sowohl bei A-bantu als Koi-Koin durchschnittlich kürzer und weiter zu sein, als bei Europäerinnen. Zu einer Ocular-Inspection fand sich keine Gelegenheit; aber an dem mitgebrachten Präparate der Buschmännin sind die Columnae rugarum noch deutlich zu erkennen.

Ich habe mir sodann Präparate der Genitalien der Weiber und weiblichen Embryonen von verschiedenen Racen zu verschaffen gesucht. Beide Quellen konnten freilich der Natur der Sache nach nicht sehr ergiebig sein; ich habe aber doch einige interessante Resultate erhalten.

Herr Prof. Welcker in Halle hat die Güte gehabt, mir die Genitalien zweier Weiber aus Surinam zur Untersuchung zu überschicken, welche unzweifelhaft der dortigen Indianer-Race angehört hatten. Beide sind von erwachsenen Personen, einer wie es scheint älteren, und einer jüngeren. Ich schliesse auf die ältere, weil bei derselben die inneren Geschlechtsorgane: Eierstöcke, Eileiter, Uterus untereinander und mit dem Mastdarm durch alte Adhäsionen so vielfach verwachsen sind, dass diese einzelnen Gebilde kaum mehr erkannt und unterschieden werden können, dieselbe auch nach der Beschaffenheit des Muttermundes und der äusseren Geni-

talien sehr wahrscheinlich geboren hat. Bei der zweiten, (von deren Genitalien ich Tab. III, Fig. 11 eine Abbildung gebe) ist dieses nicht der Fall, diese Organe sind alle vollkommen deutlich und getrennt, und in einer gewissen Gracilität oder Magerkeit entwickelt. Was ich aber von beiden hier besonders hervorhebe, ist Folgendes:

Beide besitzen sehr vollständig und vollkommen entwickelte Labia majora, die nach oben in einen Mons Veneris übergehen, der so wie die Labia selbst reichlich mit Haaren besetzt ist, wenn auch die von II grösstentheils mit der Scheere abgeschnitten zu sein scheinen. An der unteren oder hinteren Commissur ist bei keiner von Beiden ein Frenulum labiorum mit Fossa navicularis deutlich ausgebildet; doch scheint dasselbe bei der jüngeren durch öftere starke Ausdehnung, um in das Vestibulum und die Scheide sehen zu können, eingerissen zu sein.

Im jetzigen Zustande liegen die Labia majora mit ihren inneren Flächen nicht so dicht beieinander, dass die Rima pudendi geschlossen wäre, vielmehr treten die Labia minora und der Scheidenvorhof frei zu Tage. Die Labia minora sind bei beiden schwach entwickelt, und besonders bei II fast nur auf das Präputium und die Frenula clitoridis reducirt. Bei I. ist das linke Labium etwas grösser als das rechte; bei beiden erreichen die unteren auslaufenden Enden dieser Nymphen nicht die Mitte der Vulva. Die Clitoris ist bei beiden schwach entwickelt, und die Glans von dem Präputium vollkommen gedeckt. Der Scheideneingang ist bei beiden, theils allerdings in Folge der Einwirkung des Alkohols, eng; bei I. finden sich einige Carunculae myrtiformes, bei II. noch ein erhaltener, wenn gleich durch die mechanische Untersuchung etwas eingerissener, auch nicht sehr ansehnlich entwickelter Hymen. Die Scheide ist bei beiden weder auffallend weit, noch lang, sie ist in ihrem oberen Theile weiter als im unteren und misst bei Berührung ihrer vorderen und hinteren Wand gegen 2,6 cm. im Querdurchmesser, wodurch die Angabe Vespuccis (Lettere a Lorenzo di Medici. Edit. Badini p. 110) dass die Ureinwohnerinnen Amerikas sehr enge Geschlechtstheile haben sollen, kaum unterstützt wird. In ihrem Inneren ist dagegen die Scheide auffallend glatt, die Columnae rugarum, selbst die vorderen, nur schwach und nur in ihrem unteren Theile entwickelt. Auch ist diese bei Nro. II. nicht, wie so häufig bei europäischen Weibern, in zwei Wülste gespalten. Da II. jedenfalls

einer Jungfrau, die nicht geboren hatte, angehörte, ist diese Faltenarmuth der Scheide auffallend. I. besitzt gar keine Portio vaginalis uteri, sondern man bemerkt am Scheidengrund nur eine schwache Wölbung auf der sich der quere, ziemlich grosse Muttermund befindet, von welchem ich, obgleich er keine Narben und Einrisse zeigt, doch glauben möchte, dass er geboren hat. Nr. II besitzt eine Portio vaginalis uteri mit einem kleinen grubchenförmigen Muttermund, wie man sie auch bei uns bei jüngeren, jungfräulichen Personen, und solchen die nie geboren haben, findet.

Von den übrigen inneren Genitalien will ich nur noch bemerken, dass selbst bei Nr. II die Eierstöcke auffallend klein und mager sind; der linke grössere ist nur 9,5 mm. lang, 5,0 mm. hoch und 2,3 mm. dick. Die Eileiter sind dagegen ziemlich lang; der rechte misst auspräparirt 14,7 cm. Der Fundus uteri misst zwischen den Mündungen der beiden Eileiter 20 mm.; die Dicke des Uterus beträgt nur 6 mm.

Durch die Güte des Herrn Dr. Med. W. Nicati in Marseille erhielt ich ferner die Genitalien eines in Marseille am Typhus verstorbenen achtzehnjährigen Mädchens, der Tochter eines Franzosen aus den Pyrenäen (Basken) und einer eingeborenen Neu-Caledonierin, also einer Papua- oder Nigrito-Bastardin. Die Hautfarbe des Präparates ist grau-schwarz; dasselbe trägt alle Charaktere einer ganz intacten jungfräulichen Beschaffenheit an sich. Die grossen Schamlippen sind nicht gross aber kräftig entwickelt, auffallend gewölbt, und bis auf ihre innere Oberfläche mit krausen schwarzen, nicht wolligen Haaren besetzt. Sie sind 6,5 cm. lang und 1,7 cm. hoch, gehen nach oben in den Schamberg über, nach unten in den Damm, und bilden, wenn von einander entfernt, mit den kleinen Schamlippen eine Commissur, ein Frenulum labiorum mit Fossa navicularis. Die 5,0 cm. lange Rima pudendi ist geschlossen, und lässt keine Theile des Scheidenvorhofes sichtbar werden. Der Damm von dem Frenulum bis zum vorderen Afterrande misst nur 2,0 cm. Wenn man die grossen Labium von einander entfernt (Tab. III, Fig. 12), sieht man in dem ziemlich tiefen Scheidenvorhofe oben, die durchaus nicht stark entwickelte Clitoris, umgeben von ihrem Präputium und mit ihren Frenula, welche den gut entwickelten kleinen Schamlippen angehören. Dieselben sind 2,0 cm., von der Spitze der Clitoris an gemessen, lang und verlieren sich an der inneren Seite der grossen Schamlippen unterhalb deren

Mitte; bilden mit denselben die hintere Commissur, und haben Antheil an dem Frenulum labiorum. Die rechte Nymphe ist 0,6 cm. hoch, die linke etwas niedriger. An dem Scheiden-Eingang befindet sich ein deutlicher, halbmondförmiger Hymen, wenn gleich derselbe, wahrscheinlich durch etwas unvorsichtige Inspection, an seinem Rande eingegrissen ist. Die Scheide ist vom Scheiden-Eingang bis zum Scheidengewölbe an der hinteren Wand 6,0 cm. lang und unten 3,3 cm. breit. Sie bietet an ihrer inneren Oberfläche zwei stark entwickelte Columnae rugarum dar. An den Seiten des Scheidenvorhofes war ein M. bulbocavernosus und Bulbus vestibuli deutlich zu erkennen, wenn gleich schwach entwickelt. Eine Duverney'sche Drüse konnte ich nicht mit Bestimmtheit auffinden; jedenfalls muss sie sehr klein sein, und in dem vielen Fett der ganzen Dammgegend verborgen. Die Portio vaginalis uteri hat die Beschaffenheit einer jungen Person, die noch nie geboren hat, mit kleinem queren Muttermund. Die Uterus ist klein zu nennen: 5,0 cm. lang; 2,2 cm. im Fundus breit, 1,5 cm. dick. Die rechte Eileiter ist 9,0 cm., der linke 8,5 cm. lang; das rechte Lig. ovarii 2,5, das linke 1,5 cm. lang. Das Infundibulum mit den Fimbrien ist schwach entwickelt, die rechte Fimbria ovarii 3,5; die linke 4,7 cm. lang. Das rechte Ovarium ist 3,0 cm. lang; 1,3 hoch; 1,2 dick; das linke 2,0 lang; 2,0 hoch und 0,8 dick.

Es war mir ferner möglich vier weibliche Fötus von verschiedenen aussereuropäischen Racen zu untersuchen, worauf ich, bei deren intacter Beschaffenheit, einen grossen Werth lege. Zwei, einen Neger und einen Japanesen Fötus erhielt ich durch die Güte des Herrn Professor Welcker in Halle; einen zweiten Neger-Fötus durch die Freundlichkeit des Herrn Prof. v. Lavalette St. George in Bonn. Ein Mulatten-, ein Chinesen- und ein Hottentotten-Fötus befinden sich in der hiesigen anatomischen Anstalt.

Der Negerfötus aus Halle misst vom Scheitel bis zum Steiss 23, und bis zur Ferse bei gestrecktem Kinn 35 cm. und ist also wohl aus dem 7. Schwangerschafts-Monat. Die grossen Schamlippen (Tab. I. Fig. 3) sind an demselben auffallend stark und wulstig entwickelt, gehen oben in ein deutliches, doch nicht auffallend hervortretendes Promontorium über, und verlieren sich nach hinten und unten in den Damm. Die Nymphen

sind sehr stark entwickelt, und ragen, selbst bei geschlossener Rima, stark vor den grossen Schamlippen hervor. Sie bilden oben ein stark entwickeltes Praeputium clitoridis, laufen an der ganzen inneren Fläche der grossen Schamlippe herab und verbinden sich unten und hinten durch eine Commissur zur Darstellung eines Frenulum labiorum. In der Mitte ihres Verlaufes bilden sie auch noch eine auf beiden Seiten symmetrische, nach auswärts gerichtete Falte. Die Glans clitoridis ist vollständig von dem Praeputium bedeckt, keineswegs stark entwickelt, und ihre Frenula erst wenig ausgebildet. Am Scheiden-Eingang findet sich ein gut ausgebildeter halbmondförmiger Hymen.

Der Bonner Negerfötus misst vom Scheitel bis zum Steiss 22, bis zur Ferse 33 cm. und schätze ich denselben etwa 6 Monate alt. Die Bildung der äusseren Genitalien stimmt sehr mit der des oben beschriebenen Hallenser Fötus überein. Auch hier sind die äusseren Genitalien sehr entwickelt; die grossen Schamlippen treten stark wulstig hervor, gehen aber weder oben noch unten in eine ausgesprochene Commissur ineinander über. Oben verlieren sie sich in den nicht sehr stark entwickelten Schamberg, unten convergirend in die Haut des Dammes. Die kleinen Schamlippen sind ebenfalls stark entwickelt und ragen beträchtlich zwischen den grossen hervor. In ihrem oberen Theile bilden sie ein dickes Praeputium und die Frenula clitoridis; sodann verlaufen sie längs der ganzen inneren Fläche der grossen Schamlippen nach abwärts, gehen unten ganz in dieselbe über, vereinigen sich aber auch von beiden Seiten und bilden ein Frenulum labiorum. Die Clitoris ist nicht gross, und kommt mit ihrer Glans nicht unter dem Präputium zum Vorschein. Der Scheidenvorhof ist sehr wenig tief, besonders dadurch dass der sehr grosse halbmondförmige Hymen stark nach aussen gewölbt hervortritt, und mit seinem unteren Rande dicht hinter dem Frenulum labiorum abgeht.

In einem Briefe G. Vroliks an meinen Schwiegervater Tiedemann aus dem Jahre 1836, in welchem er nach einem in seiner Sammlung befindlichen Präparate der Genitalien einer Buschmännin und eines Neugeborenen angiebt, dass die s. g. Hottentotten-Schürze aus einer Vergrösserung und Verlängerung ausschliesslich der Vorhaut der Clitoris und nicht der Nymphen bestehe, sagt er: Et ce, que me paroît plus curieux

encore, dans l'enfant nouveau-né se trouve déjà la première ébouche de ce prolongement comme prédisposition innée.

Der Mulattenfötus gehört einem 1864 hier in München gebornen Zwillingspaar an. Er misst vom Scheitel bis zum Steiss 25 bis zur Ferse 38 cm. und ich schätze ihn aus dem Ende des 8. Monates, indem der männliche Fötus ansehnlich viel stärker und grösser und vom Scheitel bis zur Ferse 44 cm. lang ist. Die Vulva ist auffallend stark und gross und zwar zunächst schon die Labia majora, welche sehr breit und wulstig sind und mit ihren oberen Enden in einen deutlich entwickelten Mons Veneris übergehen. (Tab. I. Fig. 2.) Nach unten verlaufen sie sich mit ihren äusseren Rändern in die Haut des Dammes; die inneren Ränder gehen in Verbindung mit den unteren Enden der Nymphen in eine untere, hintere Commissur über, welche ein Frenulum labiorum bildet. Die Nymphen sind nämlich sehr stark entwickelt, besonders in ihrem oberen Theile, welcher ein sehr wulstiges Praeputium clitoridis bildet; aber auch die Frenula sind stark ausgebildet. Beide Nymphen laufen dann an der ganzen inneren Seite der grossen Schamlippen, sogar mit Entwicklung einer nach aussen gerichteten Falte, herab, und vereinigen sich, wie gesagt, in einer unteren hinteren Commissur. Die Clitoris scheint nicht besonders gross zu sein, und ihre Glans wird ganz von dem Praeputium und den Frenula bedeckt. Es findet sich am Scheiden-Eingang ein deutlich entwickelter Hymen.

Der Chinesen-Fötus misst vom Scheitel bis zum Steiss 15, bis zur Ferse 25,5 cm. und ich schätze ihn 5 Monate alt. Er besitzt deutliche grosse Schamlippen die indessen weder oben noch unten durch eine Commissur in einander übergehen. (Tab. I. Fig. 4.) Das spitze obere Ende des rechten Labiums geht nicht so weit nach oben hinauf als das des linken, welches letztere allein in einen den Mons Veneris vertretenden Wulst übergeht, welcher die Fortsetzung der von ihrem Praeputium umhüllten Clitoris ist. Nach unten verlaufen die grossen Schamlippen in die Haut des Dammes. Die kleinen Schamlippen bestehen eigentlich nur aus den Schenkeln des grossen Praeputiums, an denen noch keine Theilung in Frenula und Praeputium ausgebildet ist. Die hinteren Enden dieser schwach entwickelten Nymphen gehen nur bis etwa zur Mitte der Rima pudendi herab, bilden aber doch hinten ein Frenulum labiorum. Am

Scheiden-Eingang ist der Hymen erst sehr wenig entwickelt. Der Damm erschien mir auffallend breit, beinahe 5 mm.

Der Javaner Fötus ist jetzt vom Scheitel bis zum Steiss 20 und bis zur Ferse 30 cm. lang. Allein er ist stark mitgenommen und vielfach an ihm präparirt, der Hals besonders lang gedehnt, so dass er wirklich wohl kleiner und daher jünger war, als er nach der Länge scheinen könnte. Jedenfalls ist er jünger als der Neger-Fötus. Um die Vulva herum ist die Haut wegpräparirt, allein die grossen Schamlippen sind doch ganz vollkommen erhalten, wengleich nicht sehr wulstig. (Tab. III. Fig. 13.) Sie gehen oben ineinander über, nähern sich auch unten einander, aber vorzugsweise sind es die kleinen Schamlippen, welche unten das Frenulum labiorum bilden. In ihrem oberen Theile sind die letzteren als Praeputium und Frenula Clitoridis stark entwickelt. Ein Hymen ist erst in schwachen Anfängen seiner Entwicklung zu erkennen.

Ausserdem besitze ich noch einen kleinen Hottentotten-Fötus, welchen ich von Herrn v. Scherzer zum Geschenk erhielt. Er ist etwas gekrümmt, 3 cm. lang, also noch sehr jung etwa aus der 8. bis 9. Woche. Da sind dann freilich die Genitalien in ihrer Bildung noch so weit zurück, dass sie Nichts Specificisches darbieten. Die Scheidung der Urogenital- und After-Oeffnung ist noch nicht erfolgt, aber im Beginn. Das Geschlechtsglied ist ansehnlich lang und an seiner unteren Fläche gefurcht; zwei Wülste umgeben seitlich die Kloaköffnung. Es ist hienach freilich fraglich, ob er ein männlicher oder ein weiblicher Fötus ist.

Aus diesen Mittheilungen und Untersuchungen, die freilich noch als dürftig bezeichnet werden müssen, geht, wie mir scheint, dennoch mit genügender Sicherheit hervor: dass die Weiber aller Menschenrassen grosse und kleine Schamlippen besitzen. Beide variiren allerdings in der Stärke und Vollheit ihrer Entwicklung. Die grossen Schamlippen sind bei einigen afrikanischen Völkerstämmen, aber durchaus nicht bei allen Negerinnen, dann auch bei Japaneserinnen schwächer als bei Europäerinnen entwickelt, fehlen aber wohl nie ganz. Ebenso sind umgekehrt die kleinen Schamlippen bei mehreren afrikanischen Stämmen sehr gross, so dass sie eine die Scham mehr oder weniger deckende Schürze bilden,

oder zur Beschneidung Veranlassung geben, während sie im Allgemeinen ihren Namen durch geringere Entwicklung rechtfertigen, in ihrer Beziehung zur Clitoris als Praeputium und Frenula derselben aber nie fehlen. Die Clitoris ist nur ausnahmsweise so gross, dass sie mit ihrer Glans frei vorsteht; sie ist niemals gefurcht. Ein Hymen findet sich allgemein, und zwar als weitgiltige Regel, ein halbmondförmiges. Die Scheide hat, wenn gleich in verschiedenem Grade der Ausbildung, immer Quer-Runzeln (*Columnae rugarum*), nie Längsfalten.

Wenn ich mich nun zu den Affen wende, so habe ich es auch hier zuerst im Allgemeinen zu beklagen, dass die Angaben der Zoologen und Zootomen über die äusseren weiblichen Geschlechts-Organen derselben, namentlich in Beziehung auf die Schamlippen, sehr unbestimmt und unkritisch sind.

So finden sich selbst bei Buffon, *Allgem. Historie der Natur*. Leipzig 1770 Bd. VII. 2 u. Bd. VIII., dessen Mitarbeiter Daubenton doch sonst so gute und genaue Beschreibungen gibt, in Beziehung auf die Schamlippen nur bei wenigen Affen unbestimmte Angaben über das Verhalten derselben; z. B. heisst es vom Gibbon pag. 57: die Lefzen der Scham waren nicht dick; p. 34 vom Orang: die Geburtsglieder des Weibleins sind äusserlich der Weibspersonen ihren sehr ähnlich; pag. 97 vom Mandrill: Die Ränder der Scham waren sehr klein. Bd. VIII p. 23 vom Coaita (*Ateles*): Die Lefzen des Wurfes waren an dem Eingange der Scheide viel dicker als längs der Rinne der weiblichen Ruthe, welche einen Theil des Wurfes ausmachte; pag. 72 vom Uistiti (*Hapale Jachus*): Die Lefzen des Wurfes waren stark und ragten hervor; pag. 83 von der Pinche, (*Hapale Oedipus*): Die Vulva war gross und hatte starke Lefzen. Cuvier und Duvernoy (*Leçons d'Anat. comp. Second edit. Vol. VIII p. 251*) begnügen sich mit der Bemerkung: dass bei den Säugethieren die grossen Schamlippen oft zu fehlen scheinen; die Vulva besitze nur einen feinen Hautrand; auch der Mons Veneris fehle, da die Begattungsart eine andere wie bei dem Menschen sei, wenn man nicht die enormen Hautwülste der Cynocephalen, welche die Scheidemündung umgeben, dahin rechnen wolle. Selbst von den kleinen Schamlippen scheint Cuvier der Meinung gewesen zu sein, dass diese meistens bei den Affen fehlten. Denn in der oben

erwähnten Abhandlung über die Venus Hottentotte sagt er p. 268: Le voile des Boschimannes n'est pas un de ces particularités d'organisation, qui pourroient établir un rapport entre les femmes et les singes; car ceux-ci, loins d'avoir des nymphes prolongées, les on en général à peine apparentes. Und p. 255 der Leçons heisst es sogar, dass die kleinen Schamlippen bei den Säugethieren überhaupt fehlen, wozu Duvernoy hinzufügt, dass dieses zu viel gesagt sei, da sie sich bei den meisten Nagern fänden, und bei dem Kaninchen sehr entwickelt seien. — Auch R. Wagner sagt in seinem Lehrbuch der vergleichenden Anatomie 1835 p. 357: Die Nymphen oder inneren Schamlippen fehlen (bei den Säugethieren), und auch die äusseren sind wenig entwickelt oder nur ein paar haarlose Wülste, welche eine meist rundliche Schamspalte begränzen; der Schamberg fehlt. — F. S. Leuckart macht in seinen: Zoologischen Bruchstücken II. 1841. p. 37. Mittheilungen über die Bildung der Geschlechtsorgane, insbesondere der äusseren, einiger Affen. Pag. 41 heisst es von Kapuziner-Affen (*Callithrix*) s. *Cebus capucinus*: Der der Glans penis entsprechende Theil der Clitoris sei von einer kleinen Hautfalte, einer Andeutung der Vorhaut ohne Zweifel umgeben, welche sich an den Seiten der äusseren Geschlechtstheile in die wulstigen grossen äusseren Schamlippen verliere, was offenbar falsch ist, da sich das Praeputium in die kleinen Schamlippen fortsetzt. Derselbe Irrthum findet sich p. 43 in Beziehung auf *Cercopithecus Sabaeus* wo es heisst: Es war dieser Theil (die Glans clitoridis) oberhalb und an den Seiten von einem starken Wulst, offenbar dem Praeputium, umgeben, und an demselben lagen jeder Seits die äusseren Schamlippen, die besonders in dieser Gegend deutlich waren, breit, nach vorne abgerundet, nach hinten schmaler werdend, faltig und sich in der Gegend der engen Scheidenöffnung, die etwas über $\frac{1}{2}$ “ hinter dem Kitzler lag, allmählig in die allgemeinen Bedeckungen verlierend. An jenen beschriebenen Theilen fanden sich keine Haare (!) Die beigegebenen Abbildungen zeigen, dass es sich nur um die kleinen Schamlippen handelt. — Stannius äussert sich in seinem und v. Siebolds Lehrbuch für vergl. Anatomie II. p. 463. „Die Scham wird von kaum erhobenen Rändern oder von einfachen Wülsten, welche den grossen Schamlippen des Menschen entsprechen, begränzt. Von den kleinen Schamlippen wird gar nicht gesprochen. — Milne Edwards der in seinen Leçons sur

la physiologie meist eine sehr vollständige Uebersicht der anatomischen Verhältnisse der besprochenen Organe gibt, begnügt sich T.IX p. 61 anzugeben: L'entrée des vois génito-urinaires affecte ordinairement la forme d'une fente longitudinale dont les deux bords, appelés grandes lèvres de la vulve, sont garnis de poils entièrement et tapissés en dedans par une membrane muqueuse très vasculaire. Und ebenso heisst es pag. 63. „Elle (la glans du Clitoris) se continue en arrière avec de replis membraneux, situés sur les côtés de la vulve, laquelle on a donné les noms de petites lèvres ou de nymphes, d. h. also Milne Edwards nimmt an, dass es sich bei den Säuethieren und Affen überall so verhält, wie bei dem Menschen. — Auch in den Vorlesungen von Prof. Huxley über Classification und Structur der Säugethiere, mitgetheilt in der Medical Times 1864. I. finden sich kaum einige Notizen über das Verhalten der Genitalien; und in dessen Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere, übersetzt von Ratzel 1873, wird bei den Säugethieren und speciell den Affen nur etwa des Verhaltens des Penis und der Clitoris Erwähnung gethan. Pag. 97 wird noch an der Hand der Entwicklungs-Geschichte erwähnt, dass die grossen Schamlippen dem Hodensack, die kleinen oder Nymphen der Vorhaut des männlichen Begattungsorganes entsprechen; aber wo diese und jene sich finden wird nicht gesagt.

Aus dieser Uebersicht der Angaben der angesehensten Autoren über vergleichende Anatomie geht wie mir scheint unzweifelhaft hervor, dass dem Verhalten der äusseren weiblichen Geschlechts- und Begattungsorgane der Affen bisher nicht die hinreichende Aufmerksamkeit gewidmet worden ist, um über dasselbe irgend Etwas Zuverlässiges aussagen zu können. Ich habe mir also so viel Material als möglich zu verschaffen gesucht, um durch eigene Untersuchung eine Gewissheit zu erhalten.

Ich wende mich zunächst zu den anthropoiden Affen und zwar beginne ich mit dem Chimpanzé weil mir von demselben das meiste Material zugänglich gewesen ist. Ich habe zwar die Genitalien der Dresdener Mafuka bereits in den: Mittheilungen der Kgl. zoolog. Museums zu Dresden 1877. Hft. II. pag. 252 beschrieben, allein der Zusammenhang des Themas und neues Material, welches mir seitdem zu Gebote stand, erfordern hier die dortigen Angaben erweitert zu wiederholen.

Herr Dr. A. B. Meyer hat die Güte gehabt mir seitdem die Eingeweide eines zweiten, wenn auch etwas jüngeren Schimpanzé-Weibchen zur Untersuchung zu überlassen. Von Herrn Prof. Welker in Halle erhielt ich noch zwei andere wieder etwas jüngere Exemplare; und von zwei noch jüngeren, verdanke ich das Eine Herrn Prof. Lucae in Frankfurt, das andere gehört der hiesigen anatomischen Anstalt. Auch die Besitzerinnen der beiden letzteren hatten schon sämtlich Milchzähne, während die übrigen gewiss Alle schon im Zahnwechsel, die Mafuka auch bereits 110 cm. hoch war. Allerdings waren alle sechs noch nicht geschlechtsreif; allein wenn dieses vielleicht einer Seits meine Untersuchung mangelhaft erscheinen lässt, war doch, wie ich glaube, der Vortheil, dass namentlich die äusseren Geschlechts- und Begattungsorgane intact waren, grösser.

Schon bei der Beschreibung der Mafuka lag eine literarische Notiz über die Genitalien zweier erwachsener Chimpanzé-Weibchen von Dr. Savage im Boston Journ. of nat. History 1844. p. 367 vor. Nach demselben befand sich die Vulva sehr weit nach hinten (posteriorly of the centre of the body), so dass sie bei sitzender Stellung der Thiere nicht gesehen werden konnte. Bei dem einen noch jüngeren aber doch trächtigen Thiere, sagt Dr. Savage, seien die Vulva und der Anus von dicken, schlaffen, stark hervortretenden Hautfalten von schmutzig brauner Farbe umgeben gewesen. Bei dem zweiten, älteren Individuum, welches zwei Junge hatte, befand sich der vordere Winkel der Vulva $5\frac{1}{2}$ Zoll (engl.) von der Symphysis ossium pubis entfernt und war dieselbe gemeinschaftlich mit dem After von sehr dicken hervorragenden Falten einer mit gelblichen Haaren besetzten Haut umgeben. Er sagt: This enlargement of the skin bildete ein elastisches Kissen von mehr als drei Zoll Dicke, welches bei dem Weibchen die Nates ersetzt, welche fast ganz fehlen.

Ausführlichere Nachrichten über die weiblichen Genitalien einer, wie Sie glauben, besonderen Species von Chimpanzé, Troglodytes Aubry gaben Gratiolet und Alix in ihrer Abhandlung in den Archives du Museum d'Hist. nat. II. 1865 p. 244. Nach denselben sind die grossen Schamlippen nur durch zwei kaum vortretende Falten repräsentirt, welche die kleinen Schamlippen bei weitem nicht umgeben oder bedecken. Diese bilden einen starken Wulst und vereinigen sich nach vorne zu einer Falte,

welche die Clitoris umgibt und sich auch an deren Wurzel ansetzt. Die Clitoris hat zwei Wurzeln und liegt 3 cm. vor der Harnröhren-Oeffnung. Zwischen den kleinen Schamlippen findet sich die längliche Schamspalte, welche in einen trichterförmigen, mindestens 3 cm. tiefen Scheidenvorhof führt. Aus demselben entwickeln sich drei Oeffnungen: eine in die Scheide, zwei andere, gegenüber der Harnröhre-Mündung, welche in zwei weite ohngefähr $2\frac{1}{2}$ cm. lange Kanäle führen, die in eine buchtige, in mehrere Abtheilungen getheilte Höhle übergehen. Dieselben liegen zwischen der Scheide und dem Rectum und sind mit einer talgartigen Materie erfüllt. Sie scheinen den Duverney'schen Drüsen des Weibes zu entsprechen. — Die Scheide ist ohngefähr $6\frac{1}{2}$ cm. lang, eng, und hat ungefähr 1 cm. im Durchmesser, 3 cm. im Umfang. In ihrem Inneren besitzt sie zwei Reihen, eine vordere und hintere, transversaler oder vielmehr schräg gegen einander convergirender Falten. In ihrem unteren Ende ist sie von einem starken Sphincter umgeben, der auch die Urethra umfasst und mit dem Levator ani zusammenhängt. Von einem Hymen findet sich keine Spur. Der Uterus ist klein und dick, nicht mehr als 1 cm. hoch, aber 3 cm. breit, da er sich in zwei Hörner auszieht. Der Mutterhals ist 3 cm. lang, eng und zeigt in seinem Innern einen Arbor vitae sehr deutlich. Die Portio vaginalis besitzt einen 4 mm. langen linearen Muttermund, der durch eine Querleiste in zwei Theile getheilt ist. Die Eileiter waren 5—6 cm. lang; die Eierstöcke 17 mm. lang, 12 mm. breit und zeigten keine Narben von zerplatzten Grafschen-Bläschen. Da ausserdem die zweite Dentition noch nicht beendet war, so glauben sie, dass das Thier noch nicht geschlechtsreif war, und sich noch nicht begattet hatte.

In dem grossen Sammelwerke Barkows: Comparative Anatomie des Menschen und der menschenähnlichen Thiere 1862 Theil II Tab. 61 finden sich Abbildungen der äusseren Genitalien des männlichen und weiblichen Chimpanzé. Sie sind nicht unrichtig, wenn auch nicht charakteristisch, aber doch desswegen von Werth, weil man bei einem Vergleich des Männchen und Weibchen sieht, dass die äussere Hautpartie, welche dem nicht entwickelten Hodensack entspricht, bei dem Weibchen durch eine ebenfalls wenig entwickelte Hautpartie repräsentirt wird, die den grossen Schamlippen analog sein würde, wenn sie stärker ausgebildet wäre. Die die Schamspalte unmittelbar begrenzenden Hautfalten, welche

die Autoren als grosse Schamlippen bezeichnen, sind aber um so mehr nur als die Kleinen anzuerkennen. Tab. IV sind Fig. 14 die inneren Genitalien eines jungen Chimpanzé sehr ungenügend dargestellt.

Endlich ist neuerdings in der Zeitschrift für Geburtshülfe und Gynäkologie Bd. II 1877 eine Abhandlung von Dr. G. v. Hoffmann über die weiblichen Genitalien eines 1876 im Berliner Aquarium verstorbenen, auch noch im Zahnwechsel begriffenen Chimpanzé erschienen, die viel Eigenthümliches enthält. Von den äusseren Genitalien heisst es p. 3, dass die Clitoris, das Praeputium clitoridis und die kleinen Schamlippen unverhältnissmässig stark entwickelt, zwischen den mageren und flachen grossen Labien frei zu Tage gelegen. Der Hymen aber war ganz besonders beschaffen und bestand gewissermassen aus einer transversalen und vertikalen Schleimhautduplicatur, von welchen erstere von einer doppelten Oeffnung durchbrochen war, letztere ein unvollständiges Septum des unteren Theiles der Scheide bildete, und eine Raphe des transversalen Blattes erzeugte. Dr. v. Hoffmann ist geneigt, diese Bildung des Hymens für die eigentlich normale auch bei dem Menschen zu halten. Er meint der Hymen sei als aus zwei bilateralen Hälften zusammengewachsen zu betrachten. Weiter besass die Vagina Querfalten, die besonders im Scheidengewölbe stark entwickelt waren, aber auch im unteren Ende derselben an der vorderen und hinteren Wand zwei den Columnae rugarum entsprechende Wülste bildeten, die sich zu jenem senkrecht zum Hymen gestellten Septum vereinigten, und dadurch den unteren Theil der Vagina in eine rechte und linke Hälfte theilten. An der Innenfläche des Collum uteri bemerkte man niedrige Längsfalten. Das Vestibulum vaginae fand v. Hoffmann auffallend tiefer als das des Menschen. Er leitet aus diesen Verhältnissen, zu welchen noch einige in Betreff der Befestigungen des Uterus kommen, ganz beträchtliche Verschiedenheiten zwischen den Genitalien des Menschen und des Chimpanzen ab. Obwohl ich solche ebenfalls finde, bin ich doch nach der Untersuchung der Genitalien der sechs mir zu Gebote gestandenen Exemplare nicht im Stande, diese Angaben Dr. v. Hoffmanns alle zu bestätigen, und muss einen Theil derselben für individuelle Eigenthümlichkeiten des untersuchten Thieres halten, wie ich deren auch noch andere bei Einzelnen der von mir untersuchten Präparate bemerkt habe.

Bei der Mafuka, dem ältesten der von mir untersuchten Chimpanzé Weibchen, sieht man (Tab. IV Fig. 14 und 15) zu beiden Seiten der etwa 3 cm. langen Schamspalte zwei ziemlich stark entwickelte Hautwülste, welche von blasser Farbe nach aussen zu mit sparsamen Haaren besetzt sind. Auf den ersten Blick würde Jeder geneigt sein, dieselben für die grossen Schamlippen zu halten. Allein eine genauere Betrachtung lehrt sogleich, dass dieses nicht der Fall sein kann. Denn an ihrer oberen Commissur schliessen sich diese beiden Falten an die Clitoris an und bilden deren Praeputium und Frenula; auch begrenzen sie die Schamspalte allein, und sind daher nur für die kleinen Schamlippen oder Nymphen zu erklären. Sie gehen auch hinten in eine Commissur über, aber entschieden nicht hinter dem After, wie Savage angiebt, sondern vor dem After. Dasselbe ist auch bei dem zweiten Dresdener Chimpanse der Fall. Bei diesem aber ist der After an seinem hinteren und Seitenrändern ebenfalls von einem ziemlich starken Wulste umgeben, der aber von den Schamwülsten ganz getrennt ist. Offenbar hatte Savage einen ähnlichen Fall vor sich, übersah aber die Trennung der Schamwülste von dem Afterwulst, und glaubte, dass jene sich um den After herumzögen. Uebrigens zeigen keine der vier anderen Präparate diesen Afterwulst, während die hintere Commissur der Schamwülste vor dem After bei den jüngeren Exemplaren sehr entwickelt ist, und ein Frenulum labiorum und eine Fossa navicularis bildet. Die beiden Schamwülste sind von der inneren Fläche der Schenkel deutlich abgesetzt, ich finde aber bei keinem der sechs Exemplare an ihrer äusseren Seite noch irgend Etwas, was man mit Dr. v. Hoffmann, als wenn auch schwach entwickelte und schlaffe, grosse Schamlippen deuten könnte. Das Einzige, was sie von den kleinen Schamlippen oder Nymphen des Menschen unterscheidet, ist der sparsame Haarwuchs an ihrer äusseren Fläche; wo sie sich aber in die Schamspalte einsenken, sind sie bereits vollkommen schleimhautartig.

Die Clitoris ist ansehnlich entwickelt und springt bei der Mafuka gegen 2,5 cm. vor. Sie ist eigenthümlich und von den aller anderen Anthropoiden und sonst mir bekannten Affen verschieden gestaltet, dreieckig mit breiter Basis und scharfer Spitze, an ihrer oberen von dem Praeputium keineswegs verhüllten Fläche gewölbt, an ihrer unteren, an

welche sich die Frenula ansetzen, gefurcht, und zieht sich diese Furche längs der oberen Wand des Scheidenvorhofes bis zur Harnröhrenmündung hin. Bei der Mafuka ist diese Clitoris eigenthümlich nach aufwärts gebogen an ihrer oberen Fläche der Länge nach concav an der unteren convex, und daher stark vorstehend; bei den anderen Exemplaren ist dieses nicht der Fall. Hier ist die Spitze der sonst gleichgestalteten Clitoris nach abwärts umgebogen. Ihr hinter der Haut gelegener Körper sowie ihre Crura sind stark entwickelt, und letztere von einem starken *M. ischiocavernosus* umgeben. Mit dem von Duvernoy Archives du Museum d'Hist. nat. Tom. VIII. Tab. XVI Fig. 9 und 10 abgebildeten Penis des Männchen hat diese Clitoris keine Aehnlichkeit, es sei denn, dass man den freistehenden Theil derselben allein mit der sehr kleinen Glans des Männchen vergleicht. Dieselbe sieht auch dreieckig aus, und wenn man sie sich vergrößert und gespalten denkt, würde sie allerdings der Clitoris des Weibchen gleichen. Bei Barkow ist l. l. Fig. 1 und 2 die Glans penis des Männchen lange nicht so bestimmt dargestellt als bei Duvernoy, und gleicht daher auch gar nicht der Glans clitoridis.

Der Scheidenvorhof ist, wie Dr. v. Hoffmann richtig bemerkt, bei allen diesen Chimpanze verhältnissmässig tiefer als bei dem Menschen. Ausser der meist vorspringenden Mündung der Harnröhre, ist die Schleimhaut dieses Scheidenvorhofes mit Falten versehen, deren Anordnung mit der Uebergangsweise des Scheidenvorhofes in die Scheide in Beziehung steht. Hier finde ich nämlich bei keinem der sechs Präparate ein Hymen, namentlich kein irgendwie ähnliches, wie es Dr. v. Hoffmann beschreibt. Die Stelle ist allein durch die bogenförmigen Uebergänge der Längsfalten des Scheidenvorhofes ausgezeichnet. Ich kann die Anordnung derselben nicht besser als mit der der Columnae und Sinus mucosi Recti s. Morgagni des menschlichen Afters vergleichen; die Sinus finden sich an der Grenze zwischen Scheidenvorhof und Scheide und die Falten verlaufen sich in jenem nach aussen. Nur bei einem der aus Halle erhaltenen Präparate, kann man geneigt sein, von einer Hymen ähnlichen Anordnung zu sprechen, indem hier den Eingang in die Scheide eine niedrige ringförmige Falte umgiebt. Allein dieses Präparat kann man nicht für ein normales halten; denn zu meiner Verwunderung bemerkte ich, dass an demselben die Harnblase, oder wenn man will, die Harnröhre in einer

weiten offenen Verbindung mit der Scheide steht, oder mit anderen Worten die vordere Scheidenwand hier fehlt. Ausserdem adhärirt hier den Wandungen der Scheide ein eigenthümliches faseriges Gewebe, wie von einer zerstörten Membran herrührend. Es muss also hier entweder ein pathologischer Process stattgefunden haben, oder es handelt sich um irgend eine Bildungs-Hemmung. Dasselbe möchte ich von dem von Dr. v. Hoffmann beschriebenen Verhalten annehmen, obgleich ich nicht glaube, dass man dasselbe als eine Hemmung in der gewöhnlichen Entwicklung des Hymens betrachten kann. Der Hymen ist, wie ich oben angegeben, besonders nach den Untersuchungen von Prof. Dohrn, eine transversal vorwachsene Schleimhaut-Falte an der Einmündungsstelle des Endes der Müller'schen und Wolff'schen Gänge oder des Genitalstranges von Thiersch in den Sinus urogenitalis. Eine vertikale Scheidewand, theilweise oder totale, in der Scheide, kann als eine Bildungshemmung in der Entwicklung des Genitalstranges aufgefasst werden; nicht aber jene transversal sich erhebende Falte des Hymens. Eine Bildungshemmung dieser, würde nur zu einem Fehlen oder einer unvollständigen Entwicklung derselben führen. Und dieses ist der Fall bei dem Chimpanzé, und wie wir sehen werden, auch bei allen anderen Anthropoiden und Affen.

Die den Scheidenvorhof umgebenden Gebilde sind bei dem Chimpanzé-Weibchen besonders stark entwickelt. Bei der Mafuka konnte ich dieselben, wegen ihrer übermässigen Erhärtung im Weingeist, bei und durch die gewöhnliche Präparationsweise nicht einzeln unterscheiden; eine Zerlegung in Querschnitte war nicht ausführbar. Bei einigen der anderen Präparate überzeugte ich mich aber, dass erstens der Levator ani sich mit seinen vorderen Bündeln zu beiden Seiten um das Ende der Scheide bis auf deren vordere, mit der Harnröhre vereinigten Fläche hinaufzieht, und so einen Constrictor oder Compressor cunni darstellt. Sodann findet sich ein gut entwickelter *M. bulbo-cavernosus*, oder der ältere Constrictor cunni, und von demselben bedeckt ein Bulbus Vestibuli. Ob sich auch eine Duverney'sche Drüse findet, konnte ich aber nicht herausbringen, weil sich ausser jenen Muskeln und dem Bulbus hier bei diesen Affen ein sehr stark entwickeltes und festes Fasergewebe findet, in viel stärkerer Weise als bei dem menschlichen Weibe. Etwas Aehnliches wie die von Gratiolet und Alix beschriebenen Blindsäcke als Anhang zu dem Scheiden-

vorhof habe ich nicht finden können. Es müssen dieselben durch eine bedeutende Erweiterung der oben von mir beschriebene Sinus mucosi an der Uebergangs-Stelle des Scheidenvorhofes in die Scheide entstanden sein.

An der Schleimhaut der Scheide kann ich bei allen sechs Präparaten nur Längsfalten, und zwar nur schwach entwickelte Längsfalten entdecken, und durchaus Nichts den Columnae rugarum der Scheide des Weibes Entsprechendes. Die gegentheilige Angabe Dr. v. Hoffmann's ist mir daher sehr befremdend.

Die übrigen Verhältnisse der inneren Genitalien übergehe ich hier, zumal da ich dieselben in meiner erwähnten früheren Abhandlung ausführlich angegeben habe. Sie boten übrigens keine spezifischen Verschiedenheiten von denen des menschlichen Weibes dar. Doch gebe ich von denselben die Abbildung Tab. IV. Fig. 15. Ebenso füge ich noch eine Abbildung (Fig. 16) der äusseren Genitalien eines jüngeren Thieres hinzu, die ein ziemlich verschiedenes Ansehen von denen der älteren Mafuka besitzen; namentlich ist die Clitoris lange nicht so gross, obwohl grösser als es in der Abbildung scheint, weil man sie hier en face verkürzt sieht.

Ueber die weiblichen Geschlechts-Organen des Orang-Utan kenne ich nur eine Mittheilung von Sandifort von einem ausgewachsenen Thiere. (Verhandelingen over de natuurlyke Geschiedenis der Nederland'sche overzeeische Bezittingen. Zoologie I. 1839—44 Text. II Atlas p. 45.) Dieselbe enthält indessen nur Angaben über die inneren Genitalien. Der Uterus war trüchtig und enthielt ein Ei von 0,020 m. Länge; die Placenta war noch nicht entwickelt, daher noch nicht zu entscheiden, ob sie wie nach Hunter (Observations on certain parts of animal oeconomy Lond. 1786. p. 137.) aus zwei Theilen bestand. Die Eileiter waren 0,054 lang; das Infundibulum mit Franzen besetzt. Die Eierstöcke 0,027 lang und 0,012 breit. — Barkow hat l. l. Tab. IV. Fig. 15 die inneren weiblichen Genitalien sehr ungenügend abgebildet.

Ich selbst kann über die weiblichen Genitalien des Orang-Utan nach drei Präparaten berichten. Die am meisten entwickelten stammen von einem halb ausgewachsenen vom Scheitel bis zum After 50 cm. bis zur Ferse bei möglichst gestreckten Knien 76 cm. langem Thiere. Es besass dasselbe eine sehr gedrungene Figur, mass von einer Schulter über den

Rücken zur anderen 21 cm. und der grösste Umfang des Rumpfes in der Gegend der falschen Rippen betrug 24 cm. Der Zahnwechsel ist vollkommen abgelaufen und auch der erste hintere Backzahn ist bereits unten und oben vorhanden. Auch die Untersuchung dieses Thieres verdanke ich Herrn Dr. A. B. Meyer in Dresden.

Die beiden anderen Präparate rühren von jüngeren Exemplaren her, deren eines mir Herr Prof. Lucae in Frankfurt a. M. zur Untersuchung überliess, das andere der hiesigen anatomischen Sammlung angehört, für die ich dasselbe von Herrn Frank in Amsterdam erhielt. Beide Thiere waren wohl gleich alt, besaßen alle 20. Milchzähne aber noch keine Anzeichen des Wechsels.

Die äusseren weiblichen Genitalien des Orangs (Tab. V. Fig. 17) sind nach diesen Präparaten sehr verschieden von denen des Chimpanzé. Es findet sich hier nicht wie bei dem Chimpanzé eine von irgend beträchtlicheren Hautwülsten umgebene Schamspalte, sondern etwa 2,5 cm. vor dem, von zahlreichen sternförmigen Falten umgebenen After, bemerkt man eine rundliche Vertiefung, in welche von oben eine von einem gut entwickelten Praeputium umgebene Glans clitoridis hineinschaut. Zu ihren beiden Seiten verlaufen zwei kleine hinter der Clitoris convergirende und ineinander übergehende, nach aufwärts divergirende, und sich bald verlierende Hautfalten. Drängt man die Theile etwas voneinander, so sieht man in die rundliche Schamöffnung hinein, über die die Clitoris herüberragt, und hinter der jene Hautfalten eine Commissur bilden. Man kann ja nicht darüber in Zweifel sein, dass die das Praeputium bildende Hautfalte den kleinen Schamlippen entspricht, aber ob die beiden seitlichen, die hintere Commissur bildenden Falten, ebenfalls den kleinen oder den grossen Schamlippen entsprechen, ist schwer zu entscheiden. Bei den beiden jüngeren Präparaten würde ich mich unzweifelhaft für die kleinen Schamlippen entscheiden. Der Zusammenhang und der Uebergang des Praeputium in dieselben ist hier ganz deutlich, die seitliche divergirende Fortsetzung nach oben, noch kaum angedeutet. Bei dem älteren Präparat aber treten diese beiden Fortsetzungen nach oben neben der Clitoris so hervor, dass ich keine Gründe dagegen geltend machen könnte, wenn Jemand sie für die Rudimente von grossen Schamlippen erklären wollte. Ich für meine Person halte sie nur für eigenthümliche nach oben tre-

tende Ausbuchtungen der kleinen Schamlippen bei gänzlichem Mangel der grossen. Die Clitoris ist ganz verschieden von der des Chimpanzé, walzenförmig, seitlich etwas zusammengedrückt und besitzt eine abgerundete Eichel, die der des männlichen Orang Penis ganz ähnlich ist. (Siehe Barkow l. l. Tab. IX. Fig. 1, 2 und 3.) An ihrer unteren Fläche zeigt sie eine Furche, deren Ränder in die Frenula clitoridis übergehen, während sie selbst zu der nur etwa 0,5 cm. dahinter liegenden Harnröhren-Mündung führt. Das Vestibulum Vaginae ist nicht so tief wie bei dem Chimpanzé, aber ebenfalls ganz deutlich von der Scheide durch ähnliche Sinus mucosi und zwischen derselben stark vorspringende Falten abgegränzt, die besonders an der oberen Wand neben der Harnröhren-Mündung stark entwickelt sind. Etwas dem menschlichen Hymen Aehnliches findet sich nicht.

Die Scheide (Tab. IV Fig. 18) ist bei dem älteren Exemplar gegen 2,6 cm. lang und 1 cm. im queren Durchmesser; ihre Schleimhaut besitzt schwache Längsfalten, die auch wo sie am stärksten entwickelt sind, keine Columnae bilden. Ihr Anfang ist auch hier von den vorderen Bündeln des Levator ani umgeben, die einen kräftigen Compressor vaginae bilden müssen. Ebenso findet sich ein Bulbo-cavernosus und ein Bulbus vestibuli; eine Glandula Duverneyis konnte ich nicht unterscheiden.

Der Uterus ist einfach, in seinem Körper noch wenig entwickelt, stärker in seinem Collum. Er hat mit letzterem einen Längendurchmesser von 1,6 cm.; der Breitendurchmesser des Fundus ist 0,8 cm.; der Dickendurchmesser 0,5 cm. Die Portio vaginalis ist schwach entwickelt, fast noch häutig; der Muttermund rundlich, ziemlich weit; die vordere Muttermundlippe länger als die hintere. Der Canalis colli uteri zeigt eine ganz schön entwickelte Palma plicata.

Die Eileiter verlaufen in den oberen Rändern der mit sehr vielem Fett durchsetzten breiten Mutterbänder, wenig gewunden, biegen sich aber mit ihren Abdominal-Enden ziemlich stark im Bogen nach hinten und innen gegen das laterale Ende der Eierstöcke hin, mit dem sie indessen, wie mir scheint, nicht durch eine riennenartige Fimbria ovarii, sondern nur durch eine feine Peritonealfalte in Verbindung stehen. Das Infundibulum ist mit stark entwickelten Fimbrien umgeben. Bei dem ältesten Exemplar ist der Eileiter 3,1 cm. lang.

Die Ovarien haben bei demselben Individuum einen Längendurchmesser von 1,7 cm., einen Höhendurchmesser von 0,7 cm. und einen Dickendurchmesser von 0,5 cm. Sie sind an ihrer Oberfläche ganz glatt, zeigen keine Hervorragungen von Graafschen Bläschen, keine Narben, keine Pigmentflecken, so dass ich nicht glaube, dass bereits eine Ovulation stattgefunden hatte. Auf sagittalen Schnitten eines Eierstockes zeigten sich in der Randzone desselben eine ganz ungeheure Menge primärer Follikel von durchschnittlich $0,056 = \frac{1}{18}$ mm. Durchmesser, zusammengesetzt aus einer kernfaserigen Follikelwand, und einem kaum ange deuteten inneren Epithel derselben (Membr. granulosa), so wie einem das Innere fast ganz erfüllenden Keimbläschen mit Kern. Nur in wenigen grösseren Follikeln, deren grösster einen Durchmesser von 0,902 mm. hatte, konnte ich ein bereits fertig gebildetes Ei mit Zona von $0,113 = \frac{1}{9}$ mm. Durchmesser entdecken.

Von einem Parovarium konnte ich wegen des vielen Fettes auch zwischen den Blättern der Ala Vespertilionis nur bei einem der jüngeren Exemplare eine Spur wahrnehmen.

Ueber die Beschaffenheit der weiblichen Genitalien eines Gorilla kann ich in der ganzen Literatur keine Angabe finden, ausser der von Dr. R. Meyer in seiner Abhandlung über den Gorilla p. 25 gegebenen Notiz, dass Gautier Laboullay bei einem weiblichen Gorilla-Cadaver die Scheide und die Schamlippen gut ausgebildet gefunden habe, (ein Citat, welches ich nicht auffinden kann) und dass nach einer Angabe von Dr. H. Walter an dem in Lübeck befindlichen (ausgestopften) Weibchen eine Clitoris von einigen Linien Länge zu bemerken sei.

Das mir von Gorilla zu Gebot stehende Material stammt von drei allerdings noch sehr jungen, aber doch schon mit dem vollständigen Milchgebiss versehenen Thieren. Zuerst erhielt ich von Herrn Dr. Bolau in Hamburg nur innere Genitalien, Uterus-Eierstöcke und Eileiter; dann von einem zweiten Exemplar nur die äusseren, und auch diese ohne den After. Endlich überliess mir Herr Director Dr. Meyer in Dresden einen ganzen jungen weiblichen Gorilla zur Untersuchung, der vom Scheitel bis zum Steiss 40 cm., bis zur Ferse 60 cm. misst.

Zuerst ist hervorzuheben, dass die äusseren Schamtheile (Tab. VI, Fig. 19) von einer noch grösseren Unscheinbarkeit sind, als die bei dem

Orang. Die Gegend vor und unterhalb der Symphyse, zwischen den Schenkeln und den aufsteigenden Sitz- und absteigenden Schambein-Aesten zeichnet sich durch eine etwas weniger schwarze Hautfarbe, etwas geringeren Haarwuchs als an der inneren Seite der Schenkel, und durch eine layerförmig gestaltete schwache Hervorragung der Haut aus, deren kleineren oberen Abschnitt die Scham, den hinteren grösseren, der After einnimmt. Beide sind kaum 1,5 cm. voneinander entfernt. Die Scham besitzt wieder eine layerförmige Gestalt, deren grösseren oberen Abschnitt die Clitoris mit ihrem Präputium, den hinteren längeren, schmaleren Abschnitt, die Rima pudendi einnimmt. Die letztere wird von kaum vorstehenden Hauträndern begränzt, die an ihrer äusseren Seite schwarz pigmentirt und mit schwachen Haaren besetzt sind, mit ihren innern Rändern in den nicht pigmentirten, im frischen Zustand wahrscheinlich röthlichen haarlosen Scheidenvorhof übergehen. Oben bilden diese Hautränder ein ziemlich stark entwickeltes Präputium und setzen sich von unten als Frenula an die Glans clitoridis an. Sie sind also den kleinen Schamlippen zu parallelisiren, und von grossen Schamlippen findet sich keine Spur.

Die Clitoris ist verhältnissmässig gross; ihr frei stehender Theil ist 5—6 mm. lang, die Glans deutlich abgesetzt, pilzförmig und gleicht der von Duvernoy l.l. Tab. XIV Fig. 5 und 6 abgebildeten Glans Penis des Männchen. An ihrer unteren Fläche ist sie gefurcht, und diese Furche zieht sich auch längs der oberen Wand des Scheidenvorhofes bis zur Harnröhren-Mündung fort. Der Körper der Clitoris zeigt zwei gut entwickelte Corpora cavernosa und ein Septum. Im Scheidenvorhofe finden sich ausser den die Harnröhrenöffnung umgebenden Vorsprüngen, am Scheiden-Eingang in einander übergehende und Sinus mucosi bildende Falten, welche bei dem einen Exemplar durch eine schwache feine ringförmig vortretende Falte mit einander verbunden werden, wodurch ein Rudiment eines Hymen gebildet wird. Bei dem Dresdener Exemplar fehlt diese ringförmige Falte. Die Scheide (Fig. 20) ist an der hinteren Wand 4,5 cm. lang und 1 cm. breit, in ihrem Inneren ganz glatt. Die Portio vaginalis uteri ist deutlich mit vorderer, längerer, und hinterer, kurzer Muttermunds-Lippe entwickelt; der Muttermund eine kleine quere Grube.

Der Uterus ist noch schwach entwickelt, in seinem Halse stärker, als im Körper; bei dem Einen Exemplar 3, bei dem Andern 2,5 cm. lang, im Fundus etwas mehr als 1 cm. breit. Die Eileiter gehen ganz oben aus den Winkeln des Fundus hervor, sind gegen 5 cm. lang und verlaufen nur an ihrem Abdominal-Ende etwas gewunden und gegen das laterale Ende der Eierstöcke gebogen hin. Das Infundibulum ist nicht stark entwickelt und mit nur wenigen und kurzen Fimbrien besetzt, deren eine sich an das laterale Eierstock-Ende ansetzt.

Die Eierstöcke sind verhältnissmässig lang und schmal, 3,4 mm. lang und 5 mm. breit und etwa 2—3 mm. dick. An ihrer Oberfläche zeigen sie die von Dr. Kapf beschriebene körnige und netzförmige Beschaffenheit der Eierstöcke jüngerer menschlicher Embryonen.

Ueber die Genitalien von *Hylobates* habe ich bereits früher in meiner Abhandlung: Beiträge zur Anatomie des *Hylobates leuciscus* p. 74 (270) berichtet, wiederhole aber hier das Wesentliche zur Vervollständigung um so mehr, als ich Einiges dort Gesagte zu berichtigen habe, nach den jetzt gesammelten weiteren Erfahrungen. Wie nämlich angegeben, sind allerdings auch bei dem *Hylobates* eigentliche Schamlippen, ausser den die Schamspalte begrenzenden Hauträndern nicht vorhanden (Tab. IV Fig. 21); da dieselben sich aber auch hier um die ziemlich stark vorstehende Clitoris als Präputium herumziehen und mit Frenula an dieselbe ansetzen, so sind dieselben nicht mit den grossen, sondern nur mit den kleinen Schamlippen zu vergleichen. Die ganz frei hervorragende Glans clitoridis ist ziemlich stark entwickelt, und wirklich eichel-förmig abgesetzt, und gleicht der des Orang. An ihrer unteren Fläche ist sie gefurcht, und diese Furche führt an der oberen Wand des Scheidenvorhofes bis zur Harnröhren-Mündung. Der Scheidenvorhof und seine Trennung von der Scheide ist bei *Hylobates* ganz besonders, und mehr als bei irgend einem anderen mir bekannten Affen, durch starke Entwicklung der Sinus mucosi und der dieselben von einander trennenden Falten ausgezeichnet, von denen namentlich zwei die Harnröhrenmündung umgebende so gross sind, dass sie in auffallender Weise vor die Rima pudendi hervorragen. Hier wird es ganz besonders deutlich, dass diese Falten des Scheidenvorhofes Etwas Anderes sind, als der Hymen, obgleich man bei oberflächlicher Untersuchung ganz besonders leicht sich versucht

finden könnte, sie als Hymen in Anspruch zu nehmen. — Die Scheiden-Schleimhaut (Fig. 22) zeigt ziemlich entwickelte Falten, oder eigentlich mehr Runzeln von denen man kaum sagen kann, ob die Längs- oder Quer-Richtung vorherrscht. Eine Portio vaginalis uteri ist kaum vorhanden, indem der Muttermund dicht an der vorderen Wand des Scheiden-Gewölbes liegt, und nur eine hintere Muttermunds-Lippe (nicht vordere, wie ich irrig früher l. l. angegeben) vorhanden ist. Der Uterus ist einfach und von der Grösse und Gestalt des Uterus eines einjährigen Mädchens. Die Eileiter verlaufen ziemlich stark geschlängelt, messen auspräparirt 3 cm. und haben ein stark befranztes Infundibulum, welches sich mit einer 10 mm. langen Fimbria ovarii an den lateralen Winkel des Eierstocks ansetzt. Die Eierstöcke sind 12 mm. lang, 5 hoch, 3 dick und an ihrer Oberfläche ganz glatt, ohne Narben, grössere Graaf'sche Bläschen oder Corpora lutea. In der Randzone der Eierstöcke aber befanden sich sehr zahlreiche primäre Follikel mit darin enthaltenen Eiern.

Aus dieser Untersuchung der äusseren weiblichen Genitalien der anthropoiden Affen geht hervor, dass dieselben im Ganzen wenig auffällig entwickelt sind. Die grossen Schamlippen und ein Mons Veneris fehlen ihnen fast ganz; denn, wenn ihr Analogon bei dem Orang bei erwachsenen Thieren absolut und relativ auch ausgebildeter sein sollte, als bei den jungen, so werden sie doch immer gegen die menschlichen nur als unbedeutend bezeichnet werden können. Die Schamspalte wird von zwei Falten der äusseren Haut begränzt, die ihrer Beziehung zur Clitoris wegen mit den kleinen Schamlippen verglichen werden müssen. Dieselben sind bei den Chimpanzé-Weibchen noch am Meisten entwickelt, werden aber bei den drei anderen Arten selbst im erwachsenen Zustande kaum eine gleich starke Ausbildung besitzen. Die Clitoris ist dagegen bei diesen Affen immer ansehnlich gross und tritt mit ihrer Glans frei hervor; sie gleicht der Glans penis des Männchen, ist aber bei dem Weibchen von Chimpanzé selbst grösser als bei dem Männchen. An ihrer unteren Fläche ist sie immer gefurcht. Der Scheidenvorhof dieser Affen ist immer ansehnlich tief und zeichnet sich überall durch Falten der Schleimhaut und Schleimcrypten aus, welche wie es scheint bei Einzelnen selbst zu grös-

seren Schleimbälgen werden können, und wahrscheinlich die Bartholinischen und Duverney'schen Drüsen repräsentiren. Ein eigentlicher Hymen findet sich nirgends, doch ist die Gränze zwischen Scheidenvorhof und Scheide immer durch Vorsprünge markirt, welche meistens durch die bogenförmigen Uebergänge jener Falten des Scheidenvorhofes hervorgebracht werden. Der um den Scheidenvorhof und Scheideneingang gelagerte Muskelapparat ist stark entwickelt, obgleich nicht von dem Sphincter und Levator ani gesondert; die vorderen Muskel-Bündel ziehen sich nicht nur um die Scheide, sondern selbst um die Harnröhre herum, auf deren oberer Fläche sie sich aponeurotisch vereinigen. Ob sich überall ein Bulbus Vestibuli findet, bin ich nicht sicher; stark entwickelt ist er aber nirgends. — Die Scheidenschleimhaut besass, bei den von mir untersuchten Thieren nie quere Falten, Columnae rugarum, sondern war entweder ganz glatt, oder hatte schwache Längsfalten. — Die Portio vaginalis uteri ist, mit Ausnahme von *Hylobates*, gut ausgebildet, mit quer gerichteten Muttermund und vorderer und hinterer Muttermunds-Lippe vorhanden.

Ich habe mir nun auch noch die weiblichen Genitalien von möglichst vielen anderen Affen zu verschaffen gesucht, und habe deren, ausser den in der hiesigen anatomischen Sammlung befindlichen, mit Unterstützung der Herren Professoren H. Welcker und R. Leuckart der verschiedensten Art in hinreichender Anzahl untersucht, um einen Vergleich mit denen der Anthropoiden anstellen zu können.

An einem in der hiesigen anatomischen Sammlung befindlichen Präparate eines ausgewachsenen *Colobus ursinus*, wird die ansehnliche und klaffende Schamspalte von zwei an ihrer äusseren Seite schwarz pigmentirten und mit Haaren besetzten, mässig starken Hautwülsten umgeben, welche als grosse Schamlippen gedeutet werden könnten, wenn nicht an ihrer oberen Commissur die Clitoris von ihnen nach Art eines Präputiums umfasst würde, und sie zugleich an ihrer inneren Fläche in die Schleimhaut des Scheidenvorhofes übergingen, wesshalb ich sie nur den kleinen Schamlippen parallelisiren kann. Die Clitoris ist übrigens auffallend klein, von einem zarten ausgezackten Blättchen von oben bedeckt, und an der unteren Fläche ihrer Glans nur schwach gefurcht,

auch setzt sich diese Furche nicht längs der oberen Wand des Scheidenvorhofes bis zur Harnröhrenmündung fort, was als seltene Ausnahme unter den Affen bezeichnet werden muss. Der Scheidenvorhof besitzt auch nicht jene Falten mit ihren Sinus mucosi bildenden, bogenförmigen Uebergängen, welche bei den Anthropoiden vorhanden sind. Der Uebergang in die Scheide wird aber durch ansehnliche Schleimhaut-Vorsprünge bezeichnet, die man geneigt sein könnte für Carunculae myrtiformes zu halten. Allein die Untersuchung der Scheiden-Schleimhaut zeigt, dass dieselbe in ihrem ganzen Verlauf, vorzüglich aber an ihrem unteren Ende mit Längsreihen von eigenthümlichen Zotten besetzt ist, deren unterste eben jene Vorsprünge in den Scheidenvorhof bilden. Die Scheide selbst ist sehr auffallend lang, 6,3 cm.; dünnhäutig und misst platt gelegt, 1,5 cm. im Querdurchmesser. Eine Portio vaginalis uteri fehlt; der kleine runde Muttermund liegt nicht von Lippen umgeben an der etwas verdickten vorderen Wand des Scheidengewölbes. Der Uterus ist fast nur häutig entwickelt, vom Fundus bis zum Muttermund 3,6 cm. lang, im Fundus 2,3 cm., in Cervix 0,8 cm. breit; übrigens einfach, mit etwas gewölbtem Fundus. Die Eileiter verlaufen besonders in ihrer lateralen Hälfte stark geschlängelt in den freien Rändern der breiten Mutterbänder und setzen sich mit einer langen, gezackten Fimbrie an das laterale Ende der Eierstöcke an. Sie sind auffallend, 6—7 cm. lang. Die Eierstöcke sind länglich gestaltet 16 mm. lang, 6 mm. breit und 2—3 mm. dick.

Durch die Güte des Herrn Prof. Leuckart in Leipzig erhielt ich die Genitalien eines jedenfalls ausgewachsenen *Cynocephalus Babuin*, denn nach der Beschaffenheit des Muttermundes hatte das Thier bereits geboren. Ueber die äusseren Genitalien kann ich freilich Nichts aussagen, denn die Haut ist dicht an der Schamspalte abgeschnitten und ausserdem Scheidenvorhof und Scheide aufgeschnitten. Die Clitoris war auch abgeschnitten, und ist nur an das Präparat wieder angesteckt. Doch kann ich von ihr berichten, dass ihre Glans wie ein Hacken nach abwärts gekrümmt ist, und dieselbe sonderbarer Weise nicht an ihrer unteren Fläche, sondern auf ihrer oberen eingekerbt ist; man sieht keine Furche von ihr längs der oberen Wand des Scheidenvorhofes zur Harnröhrenmündung hinziehen. Trotzdem die Clitoris losgeschnitten war, lässt sich doch constatiren, dass sie auffallend weit, 5,5 cm. von der Harnröhren-

Mündung entfernt war, was wohl auch durch die Angabe von Cuvier (Leçons d'Anatomie comparée Vol. VIII p. 253) bestätigt wird, dass die Clitoris bei den Cynocephalen ganz von der Vulva getrennt und ansehnlich weit von derselben entfernt sei. Da das Thier jedenfalls bereits geboren hatte, so kann über das Fehlen eines Hymens Nichts Bestimmtes ausgesagt werden. Indessen finden sich an dem Scheiden-Eingang keine Spuren von Carunculae myrtiformes, sondern statt derselben einige Falten und Sinus mucosi, ähnlich wie bei den Anthropoiden. Die Scheide ist an ihrer hinteren Wand 6 cm. lang, unten eng, oben auffallend weit, 4 cm. Sie zeigt in ihrem Inneren auffallend viele Falten, wie ich sie bei keinem anderen Affen gesehen habe. Dieselben bilden zwar nicht solche Columnae quer verlaufender Falten wie bei dem Menschen, aber doch besonders an der vorderen Wand ein Palmblatt d. h. eine vertikale Falte von der seitlich zahlreiche schräg aufwärts verlaufende Falten ausgehen. Die Portio vaginalis uteri ist gross und hat zwei wulstige Muttermunds-Lippen, die einen ziemlich weit offenstehenden Muttermund umgeben, woraus ich schliesse, dass das Thier bereits geboren hatte. Der Uterus ist sonst nicht gross, sondern eher schlank zu nennen; er ist gegen 5,5 cm. lang, im Fundus 2 cm. breit und gegen 1 cm. dick. Die Eileiter sind gegen 7 cm. lang und verlaufen in ihrer Abdominal-Hälfte gewunden, und wie es scheint stark rückwärts und einwärts gekrümmt, indem sie sich mit einer kurzen Fimbrie an den Eierstock ansetzen. Das Infundibulum und seine Fimbrien sind gut entwickelt. Die Eierstöcke sind klein und rundlich, 1 cm. lang und hoch und 0,5 cm. dick. Ueber ihre sonstige Beschaffenheit ist nicht viel zu sagen, da sie aufgesteckt gewesen waren.

Im vorigen Winter hatte ich Gelegenheit, hier in einer Menagerie das Weibchen eines Cynocephalus Hamadryas während der Brunst zu beobachten. Allein bei demselben war die ganze Umgebung der Geschlechtstheile und selbst des Afters so enorm angeschwollen, dass gar keine Einzelheiten unterschieden werden konnten, und die ganze hellrothe Geschwulst nur einen scheusslichen Anblick darbot.

Auch von einem zweiten, angeblich einem Cynocephalus angehörigen Präparate der hiesigen anatomischen Sammlung, bin ich nicht im Stande das Verhalten der äusseren Genitalien genau anzugeben, da auch hier

die Haut dicht um die Scham-Oeffnung herum weggeschnitten ist. Die Clitoris ist indessen eigenthümlich gestaltet, und liegt in einer von den verlängerten Schamlippen gebildeten, als ihr Präputium zu bezeichnenden Rinne, aber mit ihrem vorderen, fast 8 mm. langen Ende frei; die Eichel besteht aus zwei Blättchen, die sich mit ihren inneren Flächen aneinander legen, doch hat die Clitoris selbst keine Furche an ihrer unteren Fläche. Der Scheidenvorhof ist verhältnissmässig tief, und an seiner obern Wand mündet auf einem kegelförmigen Vorsprunge die Harnröhre. Von der Basis dieses Vorsprunges ziehen sich rechts und links zwei feine halbmondförmige Fältchen längs des Scheiden-Eingangs hinab, hinter welchen sich andere Längsfalten der Schleimhaut des Scheidenvorhofes verlieren. Der untere Umfang des Scheiden-Einganges zeigt ebenfalls eine feine kleine halbmondförmige Falte, in welche zwei Längsfalten des Scheidenvorhofes übergehen. Man könnte also sagen, es finde sich hier ein aus drei halbmondförmigen Fältchen bestehender Hymen; allein bei Vergleich mit den Verhältnissen bei anderen Affen überzeugt man sich, dass es sich hier auch nur um die Sinus mucosi handelt, welche sich in dem Scheidenvorhof, an dem Scheideneingang bei fast allen Affen finden. — Die Scheide ist verhältnissmässig (2,5 cm.) lang und besitzt in ihrem unteren Abschnitt Längsfalten. Es ist eine Portio vaginalis uteri mit zwei Muttermundslippen vorhanden. Der Uterus ist einfach, menschenähnlich, aber noch fast häutig; wahrscheinlich war das Thier noch jung. Die Eileiter verlaufen nicht in den freien Rändern der breiten Mutterbänder und biegen sich mit ihrem lateralen Ende und Infundibulum so gegen das laterale Ende des Eierstockes um, dass dadurch eine Tasche erzeugt wird, in welcher der Eierstock theilweise gedeckt liegen konnte. Die Eierstöcke selbst sind noch klein, 5—6 mm. lang und bohnenförmig.

Die in der hiesigen anatomischen Sammlung befindlichen äusseren Genitalien von *Macacus nemestrinus* sind denen des Orang, wie auch denen des jungen Chimpanzé nicht unähnlich. Zwischen den beiden Gesässchwieneln findet sich die längliche Schamspalte, umgeben von zwei schmalen Hautfalten, welche sich, nach oben etwas stärker entwickelt, als Präputium um die Clitoris herumziehen, und sich zugleich als Frenula an dieselbe ansetzen. Die Clitoris ist gefurcht, ihre Glans ist sichtbar, aber doch nicht sehr vorstehend. Von einem Hymen ist Nichts zu sehen,

sondern der Scheidenvorhof hat nur einige Längsfalten, welche an dem Scheiden-Eingang bogenförmig, Sinus mucosi bildend, in einander übergehen. Die Scheide ist auffallend weit und ihre Schleimhaut stark gefaltet; es finden sich Längsfurchen, zwischen denen die Schleimhaut mehr gerunzelt als gefaltet ist; mit den Columnae rugarum besteht eigentlich keine Aehnlichkeit. Die Portio vaginalis uteri ist gut entwickelt mit queren Muttermund, aber doch nicht so ausgesprochener vorderer und hinterer Lippe. — Der Uterus ist einfach, es läuft aber über den ganzen Körper und Fundus eine senkrechte seichte Furche; der Körper ist dick. Die Eierstöcke sind rundlich, an ihrer Oberfläche ganz glatt. Die Eileiter verlaufen stark geschlängelt, aber nicht in dem freien Rande der breiten Mutterbänder, sondern dieser ist sehr fein entfaltet und legt sich über die Eierstöcke herüber. Da zugleich auch die runden Mutterbänder mehr breite Falten bilden, so liegen die Eierstöcke fast wie in einer Tasche. Das Infundibulum des Eileiters schliesst sich ganz dicht an das laterale Ende des Eierstockes an.

Bei einem *Macacus cynomolgus* der hiesigen anatomischen Sammlung verhält sich Alles fast gradeso. Die äussere Schaam ist auch hier eine Spaltöffnung zwischen den oberen Abschnitten der Gesässschwien. Die Schamlippen beschränken sich fast ganz auf das Präputium und die Frenula der gefurchten und etwas mehr vorstehenden Clitoris. Am Scheiden-Eingang zeigen sich zahlreiche Sinus mucosi mit in dem Scheidenvorhofe verlaufenden Falten. Die Scheide ist sehr weit, mit dicken Wandungen, die Schleimhaut mit Längs- und Quer-Falten oder vielmehr Wülsten versehen. Die Portio vaginalis uteri ist sehr gross, wulstig, der Muttermund eine quere Spalte, die hintere Muttermundlippe länger als die vordere. Der Cervix uteri stark entwickelt, der Körper rundlich. Die Eileiter verlaufen stark geschlängelt, ebenfalls nicht in dem freien Rande der breiten Mutterbänder und setzen sich mit einer Fimbrie an das laterale Ende des Eierstocks. Die breiten Mutterbänder und die Ala Vespertilionis bilden eine gut entwickelte Tasche für die Eierstöcke.

Die äusseren Genitalien eines zweiten, ebenfalls der hiesigen anatomischen Sammlung angehörenden *Macacus cynomolgus*, welcher vor Kurzem geboren hatte, ja wahrscheinlich kurz nach dem Geburts-Acte verstorben ist, zeigen eine längliche, ziemlich grosse Schaamspalte,

welche nach hinten fast bis zum After eingerissen ist. Auch hier kann die umgebende Hautfalte meiner Ansicht nach nicht mit den grossen, sondern nur mit den kleinen Schamlippen verglichen werden, indem sie oben in eine die Clitoris deckende Commissur übergehen, und sich auch an die Clitoris mit Frenula ansetzen. Letztere ist nicht sehr gross und bis in ihre Glans an ihrer unteren Fläche gefurcht. Am Scheiden-Eingange finden sich ziemlich stark vorragende, unregelmässige Schleimhautwülste. Die noch ansehnlich weite Scheide zeigt schwache Querfalten, aber keine Columnae rugarum. Die Portio vaginalis ist sehr gross, der Muttermund weit offen und auch hier die hintere Muttermundlippe viel dicker und länger und tiefer in die Scheide herabragend, als die vordere. — Der Uterus hat eine eiförmige Gestalt; Längendurchmesser 7—8 cm.; Querdurchmesser 4,3 cm.; Dickendurchmesser auch 4,3 cm. Die Wände des Uterus sind gegen 2 cm. dick; die Uterushöhle ist gross, und inwendig ganz rauh, uneben, zottig von der abgelösten Placenta. Besonders der Fundus uteri muss sich bei der Schwangerschaft stark entwickelt haben; denn die Eileiter münden fast in der Mitte des Uterus. Diese Eileiter verlaufen stark geschlängelt in den breiten Mutterbändern, aber nicht in deren freien Rande, sondern in einer vorderen Falte, während in einer hinteren Falte die Eierstöcke liegen. Eine stark entwickelte Fimbria ovarica setzt sich an das äussere Ende der Eierstöcke. Diese sind oval gestaltet; der rechte 1 cm. lang, 0,6 hoch, 0,4 dick, der linke 1,2 lang, 0,9 hoch, 0,5 dick; denn in diesem linken befindet sich das Corpus luteum, welches warzenartig über die Oberfläche hervorragt, und noch fast die ganze Dicke des Eierstockes einnimmt.

Bei *Cercopithecus sabaëus*, dessen Genitalien ich von Hrn. Prof. Welker erhielt, liegt die nicht sehr grosse Clitoris ziemlich weit nach vorn und oben, umgeben von einem mächtigen, faltigen, runden Hautwulst, an welchem F. Leuckart grosse und kleine Schamlippen unterscheiden will, die ich aber nur für das merkwürdig stark entwickelte Präputium Clitoridis halten kann. Es setzt sich dasselbe auch mit zwei feinen Fältchen an die untere Fläche der gespaltenen Glans clitoridis an, und geht dann in eine 2 cm. lange Rinne über, welche in die ebenso weit nach hinten, 1 cm. vor dem After, zwischen den Gefässschwienel liegende Vulva führt. Der Eingang in dieselbe ist rund und eng, und führt in einen Scheiden-

vorhof, der durch eine grössere Zahl von Sinus mucosi und deren Bogenfalten von dem Scheiden-Eingang abgetrennt ist. Ein eigentlicher Hymen findet sich nicht, und war nach der ganzen Beschaffenheit der Theile auch sicherlich nie vorhanden. Die Scheidenschleimhaut besitzt feine Längsfalten. Die Portio vaginalis uteri ist schwach entwickelt, indem fast nur eine vordere Muttermunds-Lippe vorhanden ist. Der Uterus ist einfach und menschenähnlich gestaltet; die Eileiter verlaufen wenig geschlängelt und zeigen an ihrem Abdominal-Ende ein eigenthümliches Verhalten. Ihr Infundibulum zeigt nämlich erstens keine Fimbrien, sondern besteht aus einer feingefaltelten Membran, und dann wendet sich der Eileiter im letzten Stücke seines Verlaufes wieder medianwärts, und setzt sich auffallender Weise ohngefähr an die Mitte der vorderen Fläche des Hilus des Eierstockes fest, von wo aus dann eine Falte zum lateralen Ende dieses Eierstockes verläuft. In der That bedurfte es bei dem in Weingeist aufbewahrten Präparate einer sehr aufmerksamen Untersuchung, bis dieses Verhältniss klar wurde. Die Eierstöcke sind bohnenförmig und liegen ziemlich weit von dem Uterus entfernt, indem die Ligamenta ovarii über 1 cm. lang sind. Die von Leuckart gegebene Abbildung Tab. II, Fig. 4, die überhaupt fast nur in Umrissen ausgeführt ist, entspricht der Beschaffenheit wenigstens des mir vorliegenden Präparates, sehr wenig.

Von *Hapale* hatte mir Hr. Prof. Welcker zwei Exemplare zu Gebote gestellt; aber welcher Art sie wären, weiss ich nicht, da sie alle Haare verloren hatten. Da sie aber sehr grosse Ohren haben, so vermüthe ich, dass sie *H. rosalia* oder *chrysomelas* angehören. Bei beiden sehr abgemagerten Thieren springt die Symphysis ossium pubis sehr stark vor, und vor ihrer unteren Hälfte zeigt sich die 7 mm. lange vertikale, enge Schamspalte. Sie ist von zwei schwachen Hautwülsten umgeben, welche sich oben an die wenig vorspringende kleine Clitoris mit Präputium und Frenula ansetzen, sich nach aussen in die Haut verlieren, und nach innen in die Schamspalte fortsetzen. Nach hinten verlieren sie sich zum Theil in die Haut des Darmes, gehen aber auch mit ihren inneren Rändern, ein Frenulum bildend, ineinander über. 7 mm. dahinter liegt die grosse, weit aufstehende Afteröffnung. Die Clitoris ist in ihrer kleinen Eichel stark eingeschnitten, und längs ihrer unteren Fläche zieht sich, bis zu dem an dem hinteren Ende der Rinna pudendi

liegenden Eingang in den Scheidenvorhof und bis zur Harnröhren-Mündung eine Rinne. Die Scheide ist verhältnissmässig lang und an ihrem Eingang konnte ich eine namentlich von Duvernoy beschriebene hymenartige Bildung nicht auffinden. Duvernoy sagt in Cuviers Leçons d'Anat. compare T. VIII, p. 262: Cette membrane consiste dans l'Ouistiti et Mari-kina et le Coaita en deux replis semilunaires, dont les cornes se runissent en haut et en bas a deux colonnes, qui partagent dans leur longueur le parois supérieure et inférieure de la Vulve. Leur bord libre est un peu tourné du côté de celle-ci; ils interceptent une fente perpendiculaire, ouverte entre le vagin et la Vulve. Ich gestehe, das ich leider bei der von mir untersuchten Hapale Nichts der beschriebenen Art habe finden können. Die Uebergangsstelle zwischen Scheidenvorhof und Scheide ist wie immer durch einige Faltenvorsprünge bezeichnet, in welcher ich aber keine hymenartige Bildung erkennen kann. Die Scheidenschleimhaut besitzt schwache Längsfalten. Die Portio vaginalis uteri ist wenig ausgesprochen entwickelt; der Uterus klein und einfach; die Eileiter verlaufen wenig gewunden und setzen sich mit ihrem Infundibulum dicht an das laterale Ende der länglichen Eierstöcke.

Die hiesige anatomische Sammlung besitzt auch noch ein von mir selbst aus dem Thiere herausgenommenes Präparat der weiblichen Geschlechtsorgane von Hapale penicillata. Die Schamspalte ist hier ganz wie bei den Hallenser Exemplaren. An der oberen Commissur der beiden die Schamspalte einschliessenden Hautfalten, findet sich eine sehr kleine gefurchte Clitoris. An der Stelle des Hymens finde ich auch bei dieser Species Nichts von der von Duvernoy beschriebenen Bildung, sondern auch hier ist die Uebergangsstelle zwischen Scheidenvorhof und Scheide nur durch die zahlreichen Vorsprünge der Längsfalten der Scheide sehr bestimmt ausgezeichnet. Der Uterus ist dem menschlichen sehr ähnlich gestaltet, mit einer gut ausgebildeten Portio vaginalis und Muttermunds-Lippen; die Eierstöcke sind rundlich und gut entwickelt.

Bei einem gleichfalls von mir der hiesigen anatomischen Sammlung einverleibten Präparat von Hapale Oedipus, ist die Schamspalte von verhältnissmässig starken rundlichen Wülsten umgeben, welche in ihrer oberen Vereinigung, die kleine gefurchte Glans clitoridis mit einem Präputium umgeben. Die Furche zieht sich längs des ziemlich tiefen Schei-

denvorhofes zwischen zwei ansehnlichen Falten bis zu der sehr engen Harnröhrenmündung. Der Scheidenvorhof hat noch einige andere Längsfalten und wird von der Scheide durch die vorspringenden unteren Enden zahlreicher Längsfalten der Scheide abgeschieden. Die Scheide ist verhältnissmässig lang, 1,5 cm. Die Portio vaginalis uteri zeigt einen gefranzten Muttermund. Der Uterus ist einfach; die Eileiter verlaufen geschlängelt und haben ein grosses Infundibulum mit zahlreichen Fimbrien.

Bei dem ersten Blicke auf die äusseren Genitalien eines weiblichen *Stentor* s. *Mycetes ursinus* aus der hiesigen anatomischen Sammlung, könnte man sehr geneigt sein zu glauben, man habe ein Männchen mit gespaltener Harnröhre vor sich. Denn die kegelförmige Clitoris sieht ganz wie ein kleiner Penis mit zurückgezogener Vorhaut aus, der zwischen den beiden sehr wulstigen und aufgetriebenen Schamlippen so hervorragt, dass man die beiden Hälften eines Hodensackes, in welchem die Hoden liegen, zu sehen glaubt. Inzwischen ist es doch nur die Clitoris, welche sie zwischen sich fassen, sie setzen sich auch, freilich mit starkem Absatz, auf die Clitoris fort, und begränzen die an der unteren Fläche der Clitoris sich hinziehende und hinten in den Scheidenvorhof übergehende Schamspalte, wobei sie sowohl ihren Haarwuchs verlieren, als auch zuletzt an der Spitze der Clitoris und an ihrer Furche schleimhautartig werden. Der sehr grosse After liegt fast 1,5 cm. hinter der Schamöffnung und ist sehr eigenthümlich von einer glatten, fast 3 cm. im Durchmesser haltenden Hautplatte umgeben, welche sich nach vorne durch eine bogenförmige Falte vom Damme abgränzt.

Hinter der kleinen Schamöffnung bildet der Scheidenvorhof einen ansehnlichen Hohlraum an dessen Uebergang in die Scheide und an anderen Stellen seiner Wandungen sich halbmondförmig gestaltete feine Schleimhaut-Vorsprünge finden, deren Anordnung schwer zu beschreiben ist, die ich aber am liebsten als entstanden durch bedeutende Erweiterung des Sinus mucosi des Scheidenvorhofes bei anderen Affen bezeichnen möchte. Das Verhalten dieses Scheidenvorhofes ist so auffallend, dass man geneigt sein könnte, es für ein pathologisches zu halten, wenn nicht alle sonstigen krankhaften Erscheinungen fehlten, und nicht ein zweites Präparat einer anderen Species von *Mycetes* dieselbe Erweiterung des Scheidenvorhofes darböte, an welchem allerdings die klappenartigen Vor-

sprünge der Schleimhaut auf zwei von dem Vorsprunge der Harnröhren-Mündung ausgehende kleine Falten beschränkt sind. — Die Scheide ist 3,5 cm. lang, ihre Schleimhaut ganz glatt, und zeigt an ihrem Gewölbe hinter der hinteren Muttermunds-Lippe eine einseitige Erweiterung. Die Portio vaginalis uteri ist fast auf die hintere Muttermunds-Lippe reducirt, indem der Muttermund dicht an der vorderen Wand des Scheidengewölbes liegt. Der Uterus ist auffallend klein, denn er hat nur einen Längendurchmesser von kaum 1 cm. und ist im Fundus eben so breit. Seine Höhle ist beträchtlich und man kann nicht wohl zwischen einem Körper und Hals unterscheiden. — Die Eileiter sind kurz, und setzen sich mit ihrem beträchtlich entwickelten Trichter so an das laterale Ende der Eierstöcke an, dass für diese eine, wenn auch unvollkommene, Tasche gebildet wird. Die Eierstöcke sind oval, glatt und besitzen etwa 8 mm. im Längendurchmesser.

An dem Präparat einer anderen kleineren Art von *Mycetes*, (*Stentor*), welches ich Herrn Prof. Welker verdanke, umgiebt die längliche Schamspalte ebenfalls ein ansehnlicher rundlicher Hautwulst, den man auch geneigt sein könnte als grosse Schamlippen zu bezeichnen, wenn er nicht die an dem oberen Ende der Schamspalte hervorragende Clitoris an ihrer Basis mit einem Präputium umgebe, und sich unmittelbar in die Schamspalte fortsetzte und daher den kleinen Schamlippen als homolog bezeichnet werden muss. Die Clitoris ist kegelförmig gestaltet, läuft in eine Spitze aus, und besitzt an ihrer unteren Fläche eine Furche, welche mit ihren Rändern unmittelbar in die Ränder der Schamspalte übergeht. Der After ist ansehnlich von der hinteren Commissur der Schamlippen-Wülste entfernt, etwas kegelförmig vorstehend und von sternförmigen Falten umgeben, aber nicht wie bei dem vorigen Exemplar durch eine Hautfalte abgegränzt. An der oberen Wand des Scheidenvorhofes mündet die Harnröhre auf einem *Caput gallinaginis* artigen Falten-Vorsprung; und an dem Introitus Vaginae befindet sich kein Hymen, sondern einige Sinus mucosi. Die Scheide ist in ihrem Innern ganz glatt. Eine eigentliche Portio vaginalis uteri mit Muttermund und dessen Lippen findet sich nicht, sondern die Scheide setzt sich unmittelbar in die Höhle des Uterus fort, welcher sich nur durch etwas dickere Wandungen auszeichnet und in seinem Inneren feine Längsfältchen zeigt. Dieser Uterus ist zwar

äusserlich nicht getheilt, aber er zieht sich doch gegen die Eileiter hin in zwei Hörner aus. Die Eileiter verlaufen nicht in den freien Rändern der breiten Mutterbänder, sondern ziemlich entfernt von diesen Rändern, zeigen aber sonst ebenso wie die Eierstöcke Nichts besonders Bemerkenswerthes. In Carus u. Otto Tabulae Anat. compar. illustr. Heft V Tab. VIII Fig. 9 findet sich eine etwas steife Abbildung der Genitalien von *Mycetes fuscus*, bei welchem eine Portio vaginalis uteri deutlicher, ausgebildet vorhanden zu sein scheint.

Von *Ateles* (*Coaita*) sind die weiblichen Genitalien wegen der höchst auffallenden Entwicklung ihrer Clitoris schon von Buffon (*Daubenton*) (l. l. Bd. VIII, 1. pag. 23, Tab. III) beschrieben und abgebildet worden. Er sagt von ihnen: Die Lefzen des Wurfes waren an dem Eingang der Scheide viel dicker als längs der Rinne der weiblichen Ruthe, und letztere beschreibt er als $1\frac{1}{2}$ P.Z. lang und 1 Z. 9 L. im Umfang; die Eichel bestand aus zweien schwärzlichen Knollen die mit einer schlaffen Vorhaut umgeben waren, welche durch eine Furche abgesondert wurde, die sich längs der Ruthe bis an den Eingang in die Scheide fortsetzte. Diese Furche war breit und tief und bildete eine $1\frac{1}{2}$ Z. lange Rinne. Diese grosse Clitoris erwähnten dann auch Spix und Geoffroi St. Hilaire, und Duvernoy nennt den *Coaita* (l. l. p. 262) unter den Affen, welche ein Hymen besitzen sollen. 1835 lieferte F. Fugger in Berlin eine bekannte Dissertation: *De singulari Clitoridis in simiis generis Ateles magnitudine et conformatione* 1835, in welcher derselbe die äusseren weiblichen Geschlechtsorgane von *Ateles pentadactylus*, *Beelzebuth* und *arachnoides* näher beschreibt und von den ersten beiden Arten abbildet. Er lässt die Rima pudendi (fälschlich von ihm als *introitus vaginae* bezeichnet) unbedenklich von den grossen Schamlippen umgeben sein, die Nymphen dagegen fehlen oder kaum angedeutet sein, obgleich er jene sich an der Bildung des Präputium clitoridis betheiligen lässt.

Es standen mir zwei Exemplare zur Untersuchung zu Gebot; das eine aus der hiesigen anatomischen Sammlung, das zweite von Herrn Professor Welker mir übersendet; aber von keinem von Beiden ist die Species angegeben. Nach der Beschaffenheit der Clitoris gehören aber beide nicht nur verschiedenen Species an, sondern sind auch verschieden von den von Fugger abgebildeten.

An dem Präparat der hiesigen anatomischen Sammlung ist die im Bogen vor der Scham herabhängende Clitoris von dem Rücken ihrer Wurzel bis zum Rande ihres Präputiums 5,5 cm. lang; von der Vereinigung ihrer Crura bis zur Spitze der Glans 6,6 cm. und gleicht in Ganzen am meisten dem oberen breiten Ende eines silbernen Löffels. Sie ist von einem lockeren Hautüberzuge umgeben, welcher von der äusseren Haut ausgeht, und auch die Ränder der sich an der ganzen unteren Fläche der Clitoris hinziehenden Schamspalte bildet. Diese Haut trägt an dem Rücken der Wurzel der Clitoris und an der Aussenfläche der Schamlippen allerdings die Charaktere der äusseren Haut, ist dunkler pigmentirt und besitzt Haare. Allein weiter nach vorn an der Clitoris und namentlich an dem ausserordentlich entwickelten Präputium der Glans clitoridis endlich an der unteren Fläche der Clitoris und an der Innenseite der Schamlippen besitzt sie die Charaktere einer Schleimhaut, ist fein und trägt keine Haare. Sie verhält sich also auch hier ganz wie bei den anderen Affen und kann ich sie daher nur als den kleinen Schamlippen analog bezeichnen. Nach hinten gehen diese Schamlippen in eine stark vorspringende Commissur über und von der Mitte derselben zieht sich eine Art Raphe bis zum After, an welchem ein Vorfall zu bemerken ist. Die Clitoris besitzt, wie ich schon sagte, zwei Crura, allein diese scheinen mir nicht mit ihrer Tunica albuginea von der Beinhaut der Sitzbeine ausgegangen, und auch nicht von einem M. ischiocavernosus umgeben gewesen zu sein, so wie sie denn auch nach der Untersuchung von J. Müller und Fugger kein cavernöses Gewebe enthalten, sondern nur aus Bindegewebe bestehen. Die Glans clitoridis gleicht vollkommen einer seines Nagels beraubten Fingerspitze mit ihrem Nagelbett. Sie ist an ihrer unteren Fläche nicht gefurcht, sondern diese Furche entwickelt sich erst an der Wurzel der Clitoris und zieht sich dann längs der oberen Wand des Scheidenvorhofes ansehnlich tief bis zur Harnröhren-Mündung hin.

An dem Scheiden-Eingang kann ich entgegen der Angabe Duvernoy's, keine Spur eines Hymens finden. Der Scheidenvorhof zeigt nur einige Falten, namentlich neben der Harnröhren-Mündung, welche durch Sinus mucosi an der Uebergangsstelle in die Scheide in einander übergehen, dieselbe aber sehr wenig markiren. Aussen um den Scheidenvor-

hof ziehen sich zwei Bündel des Levator ani herum; das eine mehr nach vorn gegen die Wurzel der Clitoris hin, das andere mehr hinten um das Ende der Harnröhre. Einen Bulbus vestibuli, sowie Duverney'sche Drüsen konnte ich nicht auffinden.

Die Scheiden-Schleimhaut besitzt nur in ihrem unteren Ende einige schwache Längsfalten und ist sonst glatt. Die Portio vaginalis uteri ist gut entwickelt, und die hintere Muttermunds-Lippe länger und ragt tiefer in die Scheide hinab als die vordere. Der Uterus ist verhältnissmässig klein, kaum 2 cm. lang und 1 cm. breit. Auch die Eileiter sind kurz, biegen sich mit ihrem Abdominal-Ende medianwärts um und legen sich von oben mit ihrem Infundibulum auf die Eierstöcke auf. Sie verlaufen nicht in den freien Rändern der breiten Mutterbänder, sondern etwas entfernt von denselben. Die Eierstöcke sind oval, glatt und der rechte hat an seinem medialen Ende einen kleinen Neben-Eierstock, während von dem Parovarium Nichts zu sehen ist.

An dem Hallenser Coaita ist die Clitoris 5 cm. lang; ihre Glans hat aber eine Pilzform mit abgesetztem Rande und ist tief gefurcht. Die Vorhaut ist lange nicht so gross als bei dem Präparat der hiesigen Sammlung. Von einem Hymen konnte ich auch bei diesem Exemplar Nichts entdecken, das im Uebrigen Nichts weiter Besonderes darbot.

An dem mir zu Gebote stehenden Exemplar von *Callithrix* s. *Cebus capucinus* aus Halle waren leider die äusseren Genitalien bei dem Ausbalgen ganz weggeschnitten worden. An der von F. Leuckart l. l. Tab. I Fig. 1 und 2 gegebenen Abbildung derselben, kann ich nicht wie Dieser grosse Schamlippen erkennen, denn die die Clitoris umgebenden, die Schamspalte zwischen sich lassenden und in den Scheidenvorhof übergehenden Hautfalten kann ich nur mit den kleinen Schamlippen parallelsiren. Die Clitoris liegt ansehnlich weit nach vorn, steht weit vor, gleicht nach Leuckart dem verkleinerten Penis des Männchen, enthält auch einen kleinen Knochen und besitzt an ihrer unteren Fläche eine Furche. Das von mir untersuchte Exemplar zeigt an der oberen Wand des Scheiden-Einganges, zu beiden Seiten der vorspringenden Harnröhren-Mündung zwei Sinus mucosi mit flügelartig sich längs den Seiten dieses Eingangs fortsetzenden feinen Fältchen. Auch diese möchte ich nicht als Hymen bezeichnen, da sie eine andere Stelle einnehmen, als

der menschliche Hymen. Die Scheide ist in ihrem Innern ganz glatt; eine Portio vaginalis uteri kaum vorhanden. Der Uterus ist einfach, zeigt aber an seinem Fundus eine kleine Einkerbung, vielleicht das Product der Aufbewahrung ein Weingeist. Die Eileiter sind kurz und setzen sich mit ihrem Infundibulum und dessen Fimbrien ganz dicht an das laterale Ende des Eierstocks an. Diese Eierstöcke sind bohnenförmig gestaltet und verhältnissmässig gross.

Die Genitalien eines neugeborenen *Cebus hypoleucos*, welchen ich von Hrn. Prof. Welker erhielt, waren mir in Beziehung auf die Frage nach einem Hymen besonders werthvoll. Sie zeichneten sich aber noch in anderer Hinsicht aus. Vor der hohen Symphysis ossium pubis besass die Haut ein besonders stark entwickeltes Unterhaut-Fettgewebe, welches an dem oberen Rande der Symphyse zu zwei ansehnlichen, durch eine Furche von einander abgetrennten Polstern ausgebildet war. Die kleine Schamspalte ist von zwei nicht sehr vortretenden Hautwülsten eingeschlossen, welche nach oben am meisten vortretend, zur Darstellung eines, die kleine Clitoris fast ganz deckenden, Präputiums in einander übergehen. Nach Hinten verlaufen sie in den Damm, begränzen aber auch, wenn man sie auseinander zieht, den Eingang in den Scheidenvorhof mit einer scharf vorspringenden feinen Falte (Frenulum). Die Clitoris ist klein, stark gefurcht, und diese Furche zieht sich zwischen zwei scharf entwickelten Falten längs der oberen Wand des Scheidenvorhofes bis zu der ziemlich weit hinten liegenden Harnröhrenmündung. Es befinden sich aber in dem Scheidenvorhofe ausser diesen beiden Falten noch andere, welche hinten an dem Eingang in die Scheide in Sinus mucosi miteinander übergehen, und so die Grenze zwischen Scheide und Scheidenvorhof bezeichnen. Von einer anderen hymenartigen Bildung findet sich keine Spur. Die Scheide selbst besitzt nur noch in ihrem untersten Theile einige Längsfalten, und bietet sonst, sowie der Uterus, Eileiter und Eierstöcke Nichts Besonderes dar.

Es war mir möglich, auch noch die weiblichen Genitalien einiger Halbaffen zu untersuchen, was bei der Möglichkeit, dass dieselben vielleicht noch einige Menschenähnlichkeit aus dem gelobten Lande Lemurien gerettet hätten, nicht uninteressant schien. Das Auffallendste an ihnen war mir,

dass ihre Clitoris wie der Penis von der äusseren und zwar mit Haaren besetzten Haut bekleidet ist.

So sieht man bei einem in der hiesigen anatomischen Sammlung befindlichen Präparat von Lemur anjuanensis an der oberen Commissur zweier, die 11—12 mm. lange Schamspalte begränzenden, äusserlich mit Haaren bekleideten Hautfalten, die gleichfalls von der haarigen Haut überzogene, cylindrische oder wurmförmige, übrigens von keinem Präputium umgebene, Clitoris liegen. Sie ist bei Lemur nicht durchbohrt, sondern besitzt von der Wurzel an, an ihrer unteren Fläche eine Furche, die zur Harnröhren-Mündung führt. An ihrer Basis trägt sie an der linken Seite noch einen zweiten kleineren, ähnlich gestalteten, auch von der Haut bekleideten, ja eigentlich nur aus der Haut bestehenden Auswuchs. Ich weiss nicht ob dieses ein Rudiment einer ganz gespaltenen doppelten Clitoris sein soll; eine Rinne besitzt dasselbe nicht. Die die Schamspalte begränzenden Hautfalten gehen hinten 12 mm. vor dem After in eine Commissur über, die beim Anspannen selbst ein Frenulum und eine Fossa navicularis darbietet. Der grosse After ist von einem eigenen rundlichen Hautwulst umgeben, und durch denselben vom Damme abgetrennt. Beim Uebergang in die Schamspalte verlieren die sie begränzenden Hautfalten die Haare und werden schleimhautartig. Es fehlt mir hier an einem Criterium zur Entscheidung, ob man diese Hautfalten grosse oder kleine Schamlippen nennen soll, da sie, wie gesagt, kein Präputium bilden. Da sie aber doch oben die Clitoris zwischen sich fassen, und die Schamspalte unmittelbar begränzen und bilden, glaube ich doch, dass man sie eher mit den kleinen Schamlippen parallelisiren muss. Der eigentliche Eingang in die Genitalien liegt hinten vor der hinteren Commissur der Schamlippen, ist rundlich und ziemlich eng. An dem Uebergang in die Scheide kann ich Nichts Hymenähnliches entdecken, obgleich die Stelle selbst sehr deutlich durch die vorspringenden unteren Enden von Schleimhautfalten bezeichnet ist, welche der Länge nach die Scheide bekleiden und ansehnlich entwickelt sind. Im Fundus der Scheide findet sich eine stark ausgebildete Portio vaginalis uteri, deren hintere Muttermunds-Lippe auffallender Weise länger ist, d. h. weiter in die Scheide herabragt als die vordere. An dem Uterus ist der Mutterhals auch noch ziemlich derb entwickelt; dann folgt aber ein fast häutiger Mutterkörper,

der wieder in zwei kräftig ausgebildete Hörner übergeht. Aus diesen gehen stark abgesetzt die sehr geschlängelt verlaufenden Eileiter hervor, die sich mit einer Fimbrie ihres Trichters an das laterale Ende der runden Eierstöcke ansetzen.

Buffon (Daubenton) hat Bd. VII. 1, pag. 105. Tab. XXIV, Fig. 4 die weiblichen Geschlechtstheile des Mokokoko (*Lemur catta*) beschrieben und abgebildet. Sie unterscheiden sich von denen von *L. anjouan.* vorzüglich durch eine andere Beschaffenheit der Clitoris, die viel grösser, löffelförmig gebildet, und von einer ansehnlichen Vorhaut umgeben ist.

An einem Präparat von *Stenops* (Species?) aus Halle ist zwar auch die Haut dicht um die Scham herum abgeschnitten; indessen sieht man doch, dass auch hier keine eigentlichen Schamlippen vorhanden waren, sondern sich die mit Haaren besetzte äussere Haut unmittelbar in die Schamöffnung fortsetzte. Dabei überzieht sie die ziemlich stark kegelförmig vorspringende Clitoris vollkommen, auf deren Spitze, von längeren Haaren umgeben, die Harnröhren-Mündung liegt. Die Schamöffnung liegt ziemlich versteckt und eng an der Basis der Clitoris und wird hinten durch zwei nicht unbedeutende Hautwülste vom Damm geschieden. Der grosse After liegt ansehnlich weit dahinter und der Damm zeichnet sich durch starken Haarwuchs aus. Die Scheide ist für die Grösse des Thiers und der übrigen Theile auffallend lang, gegen 4 cm. Ihr unteres Ende läuft in einem Bogen nach aufwärts in den Scheidenvorhof über, und kann ich an ihrem Eingang keine weitere hymenartige Vorrichtung finden, als die vorspringenden unteren Enden ziemlich zahlreicher Längsfalten, in welche die Schleimhaut der Scheide gelegt ist. An dem oberen Ende der letzteren befindet sich keine Portio vaginalis uteri, und überhaupt kein deutlicher Absatz für den Uterus, sondern man gelangt sogleich in die zwei kaum 1 cm. langen Hörner, die also einen Uterus duplex darstellen, aus welchen sich stark abgesetzt die Eileiter entwickeln. Diese laufen geschlängelt so in den Rändern der breiten Mutterbänder, dass sie durch ihren Ansatz an das laterale Ende und den Hilus der Eierstöcke, eine Tasche bilden, in welcher die letzteren, wenn auch nicht ganz abgeschlossen, liegen.

Buffon (Daubenton) hat l. l. Bd. VII. 1, Tab. XXXI, Fig. 4 die weiblichen Genitalien des Lori (*Stenops* wahrsch. *tardigradus*) beschrieben und

abgebildet. Verschieden von dem vorstehenden wird nur pag. 121 angegeben, dass die Clitoris an ihrer Spitze getheilt war, und die Harnröhren-Mündung zwischen den beiden Aestchen sich befand. Auch erkannte Daubenton nicht, dass sich ein Uterus duplex findet, obwohl auch er keinen Körper des Uterus beschreibt.

An einem Präparat der hiesigen anatomischen Anstalt von *Otolienus crassicaudatus* sind zwar die die Schamspalte umgebenden Hautgebilde nicht erhalten, wohl aber die Clitoris. Dieselbe ist gegen 3 cm. lang, cylindrisch, 3 mm. dick und ganz penisartig gestaltet. Die Glans ist von der mit Haaren besetzten Haut umgeben, welche ein Präputium in ähnlicher Weise, wie an dem männlichen Penis bildet. Auf der Spitze der Eichel ist die längliche Harnröhren-Mündung. Am Scheiden-Eingang ist kein Hymen zu sehen, allein die an dieser Stelle vorspringenden unteren Enden ziemlich stark entwickelter Längsfalten der Scheidenschleimhaut, bilden eine scharf markirte Grenze zwischen Scheide und Scheidenvorhof. Die Scheide ist 4 cm. lang; sie schliesst durch keine Portio vaginalis uteri ab, sondern es münden in ihr oberes etwas verdicktes Ende direct die beiden nur 5 mm. langen Uterus-Hörner ein, so dass wie bei *Stenops* ein Uterus duplex vorhanden ist. Aus diesen Uterus-Hörnern entwickeln sich stark abgesetzt die Eileiter, welche stark geschlängelt in den breiten Mutterbändern bogenförmig auswärts, aufwärts und rückwärts verlaufen, so dass sie zwei Taschen bilden helfen, in denen die Eierstöcke ganz bedeckt liegen, obwohl die Taschen in offener Verbindung mit der Peritonealhöhle stehen.

Diese Untersuchung der äusseren weiblichen Genitalien der mir zu Gebote gestandenen Affen, ausser den Anthropoiden, liefert auch hier das Resultat, dass dieselben keine grossen Schamlippen und keinen Mons Veneris besitzen, sondern die Rima pudendi nur von zwei Hautfalten begrenzt wird, welche, wegen ihrer Beziehung zur Clitoris als Analoga der kleinen Schamlippen betrachtet werden müssen. Allerdings sind dieselben bei einigen Arten, wie *Cebus* und *Stenor* so stark wulstig entwickelt, dass man sie auf den ersten Anblick gewiss allgemein als grosse Schamlippen zu bezeichnen geneigt sein wird. Allein da sie das Präputium

und die Frenula clitoridis bilden, darf man ihnen nicht diesen Charakter, sondern nur den der kleinen Schamlippen zuschreiben. — Die Clitoris ist bei fast allen Affen ansehnlich gross, vortretend und an ihrer unteren Fläche gefurcht. Ganz besonders gross ist sie bei Ateles, klein bei Hapale; bei den Halbaffen ist sie penisartig von der Haut bekleidet und bei Stenops, Otolicnus u. A. von der Harnröhre durchbohrt. — Der Scheidenvorhof ist auch hier meist ziemlich tief, besitzt Falten, und ist durch solche von der Scheide abgegränzt, aber niemals durch ein eigentliches Hymen. Von den den Scheidenvorhof umgebenden Gebilden kann ich nur von der Muskulatur sagen, dass dieselbe meist kräftig entwickelt ist; einen Bulbus Vestibuli und die Duverney'schen Drüsen konnte ich nicht beobachten. — Die Scheidenschleimhaut ist oft glatt, hat zuweilen aber auch stark entwickelte Falten; niemals aber Columnae rugarum. Die Portio vaginalis uteri ist öfters gut entwickelt vorhanden, fehlt aber auch öfter und es finden sich keine, oder nur eine Muttermunds-Lippe, bald die vordere, bald die hintere. Der Muttermund liegt dann bald an der vorderen, bald an der hinteren Gränze des Scheidengewölbes. Von den Halbaffen haben Otolicnus und Stenops einen doppelten Muttermund und doppelten Uterus.

Aus den vorstehenden Untersuchungen ziehe ich nachfolgende Schlüsse:

1. Die Weiber aller Menschenrassen besitzen, so weit sie bis jetzt bekannt sind, grosse Schamlippen und einen Schamberg mit dem auf beiden befindlichen stärkeren Haarwuchs. Bei einigen Stämmen der äthiopischen Race, vorzüglich den Buchmänninnen und Hottentottinnen, scheint allerdings eine geringere Entwicklung des Schamberges, der grossen Schamlippen und des Haarwuchses auf beiden vorzukommen, ganz fehlen sie dagegen nirgends.

2. Dagegen besitzen weder die Weibchen der Anthropoiden, noch der übrigen Affen einen Schamberg, grosse Schamlippen und stärkeren Haarwuchs an den äusseren Genitalien. Nur allein der Orang-Utan hat vielleicht eine schwache Andeutung grosser Schamlippen.

3. Umgekehrt ist eine mässige Entwicklung der kleinen Schamlippen oder Nymphen mit Präputium und Frenula Clitoridis die Regel bei dem

menschlichen Weibe, wenn gleich eine stärkere und selbst sehr starke Entwicklung derselben nicht bloß als individuelle Eigenthümlichkeit, sondern auch als allgemeine Eigenschaft bei mehreren Völkerschaften der äthiopischen Race, namentlich bei Buschmänninnen und Hottentottinnen, in der Form der sogenannten Hottentotten-Schürze vorkommt. Doch ist dieses keineswegs bei allen Negerinnen auch nur in geringerem Grade der Fall; ja es lässt sich nicht einmal sicher constatiren, ob nicht in manchen Fällen die Sitte künstlicher Einwirkung eine Verlängerung der Nymphen und des Präputiums hervorbringt.

4. Dagegen bilden bei den Anthropoiden und übrigen weiblichen Affen, die kleinen Schamlippen allein die Begränzung der Schamspalte, und sind als solche, namentlich als Präputium und Frenula clitoridis, meistens stark entwickelt. Dass die die Schamspalte begränzenden Hautfalten mit den kleinen und nicht mit den grossen Schamlippen zu parallelisiren sind, geht, obwohl sie an ihrer äusseren Fläche meistens die Charaktere der äusseren Haut und einen wenn auch geringen Haarwuchs besitzen, aus ihrer Beziehung zur Clitoris, deren Vorhaut und Bändchen sie bilden, und auch daraus hervor, dass sie eben die Schamspalte unmittelbar zwischen sich fassen.

5. Die Anthropoiden und fast alle Affenweibchen besitzen eine nicht nur relativ, sondern meist selbst absolut grössere Clitoris als das menschliche Weib. Die Glans clitoridis ist gewöhnlich viel stärker bei jenen als bei diesem entwickelt, oft deutlich von dem Körper abgesetzt, an ihrer unteren Fläche fast ausnahmslos gefurcht, und diese Furche setzt sich bis zur Harnröhren-Mündung an der oberen Wand des Scheidenvorhofes fort. Ungewöhnliche Grösse oder gar Furchung der Clitoris bei dem menschlichen Weibe kommt nur als individuelle Abweichung und Hemmungs-Bildung vor.

6. Kein Anthropoiden- oder Affenweibchen besitzt an dem Scheiden-Eingang ein Hymen in der bei dem menschlichen Weibe allgemeinen und normalen Form einer von dem unteren und den Seiten-Rändern an dem Scheiden-Eingang halbmondförmig vorspringenden häutigen Klappe. Allerdings ist bei den Anthropoiden sowie bei anderen Affen, der Uebergang aus dem Scheidenvorhofe in die Scheide fast immer deutlich markirt, und zwar entweder durch bogenförmige ineinander übergehende

Falten der Schleimhaut des Scheidenvorhofes, oder durch die unteren Enden der Schleimhaut-Falten der Scheide. Jene Bogenfalten fließen sogar zuweilen, wenn gleich selten und nur individuell, in einander über, und bilden dann eine niedrige ringförmige Falte an dem Scheiden-Eingang; ein unbefangenes Urtheil wird indessen diese Bildung niemals mit der Bildung des menschlichen Hymens gleichstellen.

7. Der Scheidenvorhof ist bei den Anthropoiden und Affen überhaupt immer tiefer als bei dem menschlichen Weibe und zeichnet sich häufig, durch die eben erwähnten Falten und deren bogenförmige Uebergänge (Sinus mucosi) aus, welche bei dem menschlichen Weibe ganz fehlen. Ich vermüthe, dass dieselben bei jenen die Duverney'sche oder Bartholinische Drüsen bei diesen ersetzen, welche daher bei den Affen fehlen würden. Ich habe sie nirgends finden können, wage aber dennoch ihr Fehlen nicht bestimmt auszusprechen, da ihr Auffinden bekanntlich oft besonders an älteren Weingeist-Präparaten sehr schwierig und die Stärke ihrer Entwicklung sehr individuell ist.

8. Die Scheide der Anthropoiden und anderer Affen zeigt nie jene eigenthümlichen, unter dem Namen der Columnae rugarum bekannten Falten der Schleimhaut, wie bei dem menschlichen Weibe. Es scheint zwar, dass diese Falten auch bei den Weibern verschiedener Rassen und Völkerschaften verschieden stark entwickelt sind; allein sie fehlen doch in dem unteren Theile der Scheide nie ganz, während sich in der Scheide der Affen entweder gar keine, oder meistens nur Längsfalten, selten, wie bei *Cynocephalus* palmbblattähnlich angeordnete oder Faltenzotten finden.

9. Es ist längst bekannt, dass mit der stärkeren Beckenneigung bei den Anthropoiden und anderen Affen als bei dem menschlichen Weibe die Scheide bei jenen einen mehr geraden Verlauf nach hinten, bei diesem einen mehr gebogenen Verlauf nach vorne nimmt.

Diese Eigenthümlichkeit, so wie die von 1., die Entwicklung eines Schamberges und der grossen Schamlippen, steht wie schon Blumenbach, und Cuvier hervorhoben, offenbar mit dem *Modus coeundi* bei den Affen *a posteriori*, bei dem Menschen *ab anteriori* in Zusammenhang. Die Wahrheit der Angabe von Fouché d'Obsonville (*Observations philos. sur les moeurs d'animaux étrangeres* pag. 167), dass man Affen sich *ab an-*

teriori habe begatten sehen, ist aus diesen organischen Bedingungen ebenso unwahrscheinlich, als die Mittheilung von Dr. Pechuel-Loesche (Zeitschr. f. Ethnologie 1878 p. 26) merkwürdig ist, dass bei den Loango Negern, sowie der Angabe nach, bei den Tschuktschen und Namollos (im östlich russischen Asien an der Sibirischen Küste) der Coitus liegend von der Seite ausgeführt werde.

Da nun in allen diesen Punkten: Fehlen der grossen Schamlippen und des Mons Veneris mit stärkerer Haarentwicklung: stärkerer Entwicklung der Nymphen und der Clitoris, sowie Furchung und stärkerer Ausbildung der Glans der letzteren: Fehlen einer eigentlichen Scheidenklappe und der Columnae Rugarum der Scheide: gestreckterem Verlauf der Scheide nach hinten und dem Coitus a posteriori, die Anthropoiden-Affen mit ihren niederen Stammverwandten übereinstimmen, und von dem menschlichen Weibe sich unterscheiden, so erachte ich den Huxley'schen Satz: dass die Anthropoiden-Affen sich in allen anatomischen Verhältnissen mehr an den Menschen, als an ihre niederen Stammverwandten anschliessen, auch für die weiblichen äusseren Geschlechts- und Begattungsorgane für widerlegt.

Man kann ferner durchaus nicht einfach sagen, dass die Gestaltung der äusseren Geschlechtsorgane der Anthropoiden oder der Affen überhaupt, ein Stehengebliebensein auf einer niederen Entwicklungsstufe bezeichnet, gegen die Gestaltung derselben Organe des menschlichen Weibes, oder dass, anders aufgefasst, diese eine höhere Entwicklungsstufe erreicht hätten als jene. Denn wie ich oben angegeben habe, treten die grossen Schamlippen schon in einer sehr frühen Zeit bei dem menschlichen Embryo auf, wenn von den übrigen äusseren Geschlechtsorganen kaum der Geschlechtshöcker angedeutet ist. Bedeuteten die Geschlechtsorgane der Affen daher eine niederere Entwicklungsstufe, so müssten wir bei ihnen gerade eine sehr starke Entwicklung der grossen Schamlippen erwarten.

In der hiesigen anatomischen Sammlung befindet sich der Fötus eines langgeschwänzten Affen, der freilich vom Scheitel bis zur Schwanzwurzel schon 6 cm. misst, und was noch mehr zu bedauern, von mir in seinem Glase ganz aufgetrocknet gefunden wurde. Doch gelang es ihn so weit aufzuweichen, dass sein weibliches Geschlecht bestimmt zu er-

kennen und zu constatiren war, dass das grosse gefurchte Geschlechts-
glied und die Vulva von keinen irgend stärker entwickelten Hautwülsten
umgeben ist.

Umgekehrt verhält es sich in Beziehung auf die Clitoris und die
Nymphen. Diese sind, wie wir gesehen haben, im früheren Embryonal-
leben des Menschen relativ viel stärker entwickelt als später. Diesen
Zustand bieten uns die Affen als bleibende Bildung dar, welche also eine
niedere Entwicklungsstufe bezeichnet. Starke Entwicklung der Clitoris
und der Nymphen ist daher auch, wie es scheint, eine Eigenthümlich-
keit, welche bei den Weibern niederer Race, namentlich der äthiopischen
häufiger als in anderen Racen vorkommt. Bei denselben finden wir
auch die, wenn gleich seltenen Beispiele einer Verkümmernng der grossen
Schamlippen.

Beschreibung der Tafeln.

Tabula I.

- Fig. I. Aeussere Genitalien einer Deutschen; nach einer Photographie eines in der hiesigen anatomischen Sammlung befindlichen Präparates.
- Fig. II. Aeussere Genitalien eines achtmonatlichen weiblichen Mulatten-Fötus, nach einer Photographie des in der hiesigen anatomischen Sammlung befindlichen Originals.
- Fig. III. Aeussere Genitalien eines siebenmonatlichen weiblichen Negerfötus, nach einer Photographie des in der anatomischen Sammlung zu Halle aufbewahrten Fötus.
- Fig. IV. Aeussere Genitalien eines in der hiesigen anatomischen Sammlung befindlichen fünfmonatlichen Chinesen-Fötus; ebenfalls nach einer Photographie.
- Fig. V, VI und VII. Copien dreier über die erste Entwicklung der äusseren weiblichen Genitalien von Professor Ecker in seinen Erläuterungstafeln zur Physiologie Tab. XXIX gegebenen Abbildungen. Fig. V aus der achten, Fig. VI aus der zehnten, Fig. VII aus der zwölften Woche des Embryonallebens; V und VI zweimal vergrössert.
- Fig. VIII. Aeussere Genitalien eines neugeborenen Mädchens, die grossen Schamlippen etwas von einander entfernt. Nach einer Photographie eines Präparates der hiesigen anatomischen Sammlung.

Tabula II.

- Fig. IX. Copie einer von Tiedemann von den äusseren Genitalien einer Buschmännin, der sogen. Venus Hottentotte, in Paris entnommenen Abbildung. Die grossen Schamlippen sind schwach entwickelt.
- Fig. X. Copie einer von Tiedemann nach einem in dem Hunterian Museum in London befindlichen Präparate über die äusseren weiblichen Genitalien einer Negerin entnommenen Abbildung.

Tabula III.

- Fig. XI. Aeussere weibliche Genitalien eines 18 jährigen Bastard-Mädchen einer Neu-Caledonierin und eines Basken; nach einer Photographie des mir von Dr. Nicati in Marseille gesendeten, und jetzt der hiesigen anatomischen Sammlung einverleibten Präparats.
- Fig. XII. Aeussere weibliche Genitalien einer Indianerin aus Surinam; nach einer Photographie eines Präparates der anatomischen Sammlung in Halle.
- Fig. XIII. Aeussere weibliche Genitalien eines Javaner-Fötus aus dem sechsten Monate; ebenfalls nach einer Photographie eines Präparates der anatomischen Sammlung in Halle.

Tabula IV.

- Fig. XIV. Aeussere weibliche Genitalien des Dresdener Chimpanse Mafoka; nach einer Zeichnung des Hrn. Stud. Med. Pauli nach der Natur.
- Fig. XV. Die äusseren weiblichen Genitalien eines jüngeren Chimpanse, nach einer Photographie, von einem von Hrn. Prof. Lucae in Frankfurt gesendeten Thiere.
- Fig. XVI. Die gesammten weiblichen Genitalien, Harnblase und Mastdarm des Chimpanse Mafoka. Die Scheide nebst dem Scheidenvorhofe und dem Uterus sind von der linken Seite her aufgeschnitten und auseinander geschlagen. Nach einer Zeichnung des Herrn Pauli.

Tabula V.

- Fig. XVII. Aeussere Genitalien eines halberwachsenen, von Hrn. Dr. A. B. Meyer in Dresden gesendeten Orang-Outan; nach einer Photographie.
- Fig. XVIII. Die gesammten Genitalien nebst Harnblase und Mastdarm desselben Thieres; Scheidenvorhof, Scheide und Uterus auf der linken Seite aufgeschnitten und auseinandergelegt. Nach einer Photographie.

Tabula VI.

- Fig. XIX. Aeussere weibliche Genitalien eines Gorilla aus Dresden; nach einer Photographie.
- Fig. XX. Die gesammten Genitalien nebst Harnblase und Mastdarm desselben Thieres: Scheidenvorhof und Scheide auf der linken Seite aufgeschnitten und auseinander gelegt; nach einer Photographie.
- Fig. XXI. Aeussere weibliche Genitalien von *Hylobates leuciscus* nach einer Zeichnung von Hrn. Stud. Med. Klausner.
- Fig. XXII. Die gesammten Genitalien nebst Harnblase und Mastdarm desselben Thieres. Scheidenvorhof und Scheide auf der linken Seite aufgeschnitten; nach einer Zeichnung des Hrn. Klausner.

Gemeinschaftliche Bezeichnungen aller Figuren:

- | | |
|---|---|
| 1. Grosse Schamlippen. | 11. Scheide. |
| 2. Kleine Schamlippen. | 12. Portio vaginalis uteri mit Mutter-
mund und Muttermunds-Lippe. |
| 3. Clitoris. | 13. Uterus. |
| 4. Präputium Clitoridis. | 14. Eileiter. |
| 5. Frenula Clitoridis. | 14* Rundes Mutterband. |
| 6. Frenulum labiorum. | 15. Infundibulum des Eileiters. |
| 7. Scheidenvorhof. | 16. Eierstock. |
| 8. Harnröhren-Mündung. | 17. Harnblase. |
| 9. Falten und Sinus mucosi des Schei-
denvorhofes. | 18. Mastdarm. |
| 10. Hymen. | 19. After. |

Inhalt.

	Pag.
Einleitung	209
Aeussere weibliche Geschlechtsorgane der Europäerinnen	212
Einiges aus der Entwicklungs-Geschichte der weiblichen Genitalien	216
Aeussere weibliche Geschlechtsorgane nicht europäischer menschlicher Racen	217
1. Literatur über dieselben	218
2. Briefliche Mittheilungen mehrerer Reisenden über dieselben	224
3. Präparate über dieselben	
a) Von Erwachsenen	227
b) Vom Fötus	230
Aeussere weibliche Geschlechtsorgane von Affen	
1. Literatur über dieselben	234
2. Beschreibung derselben von Anthropoiden	
a) Chimpanse	236
b) Orang	243
c) Gorilla	246
d) Hylobates	248
3. Beschreibung derselben von anderen Affen und Halbaffen	250
Schlussbemerkungen	267



Fig. I.



Fig. V.



Fig. VII.



Fig. VI.



Fig. VIII.



Fig. II.



Fig. II.

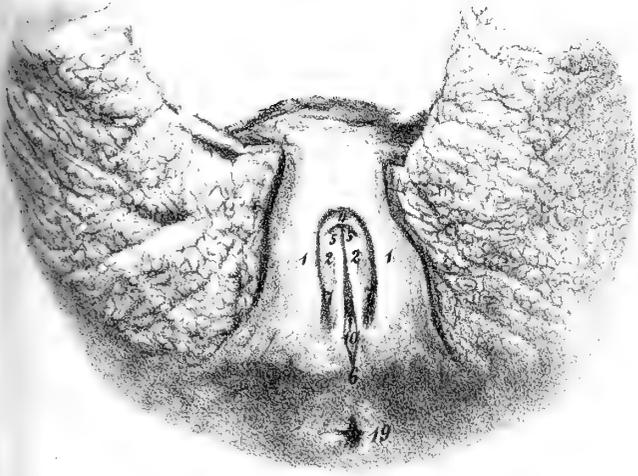


Fig. III.





Fig. IX.



Fig. X.

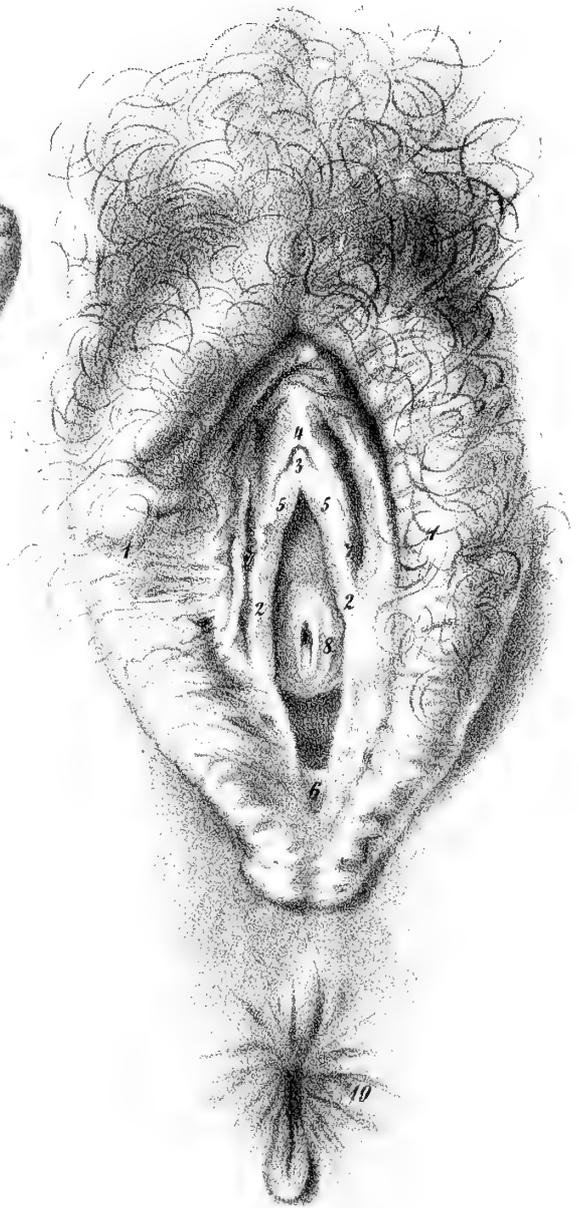




Fig. XII.

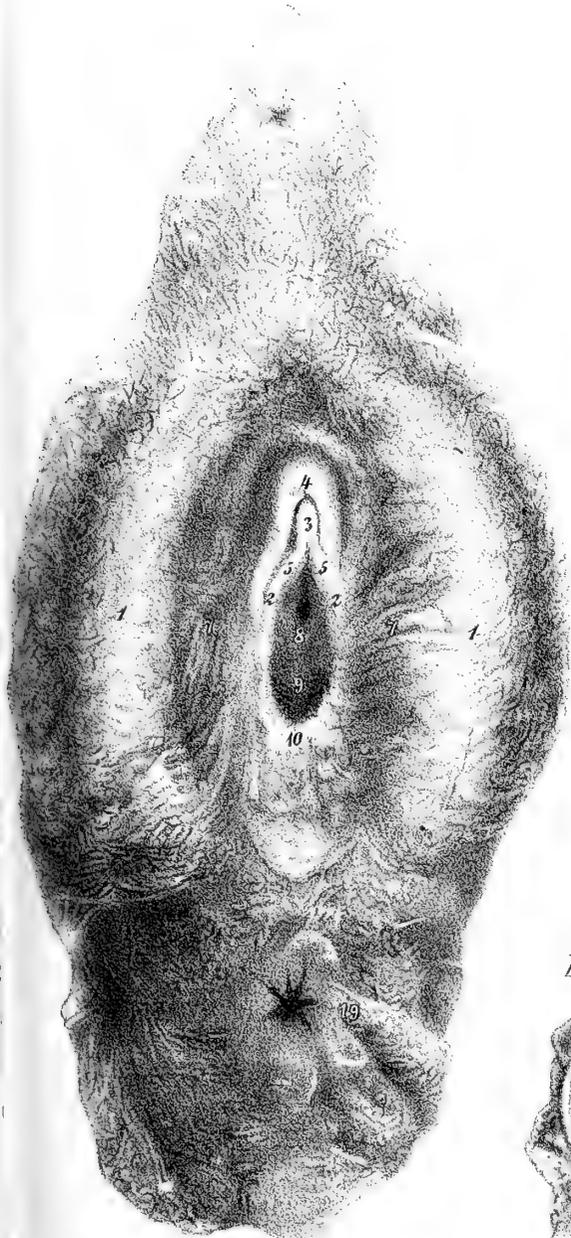


Fig. XI.

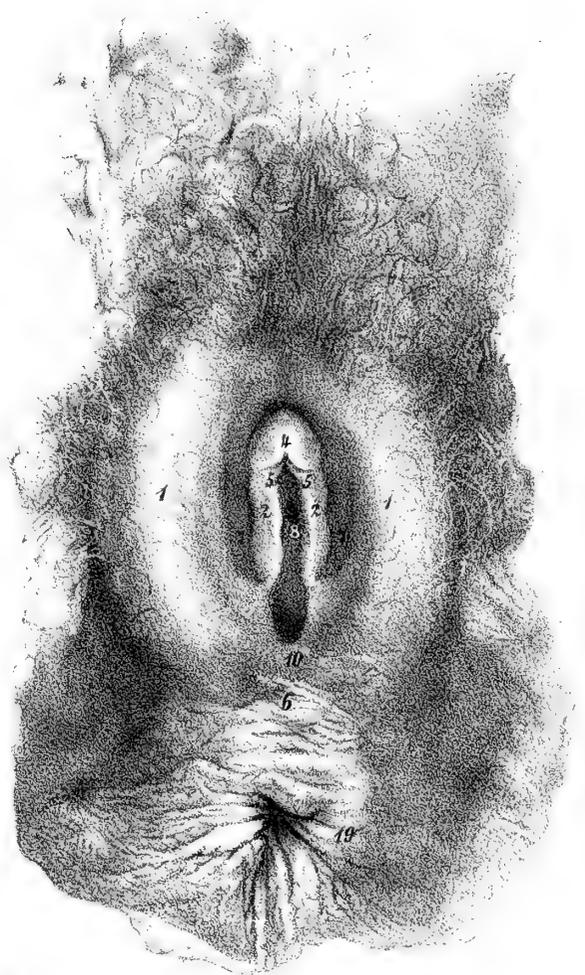


Fig. XIII.





Fig. XII.

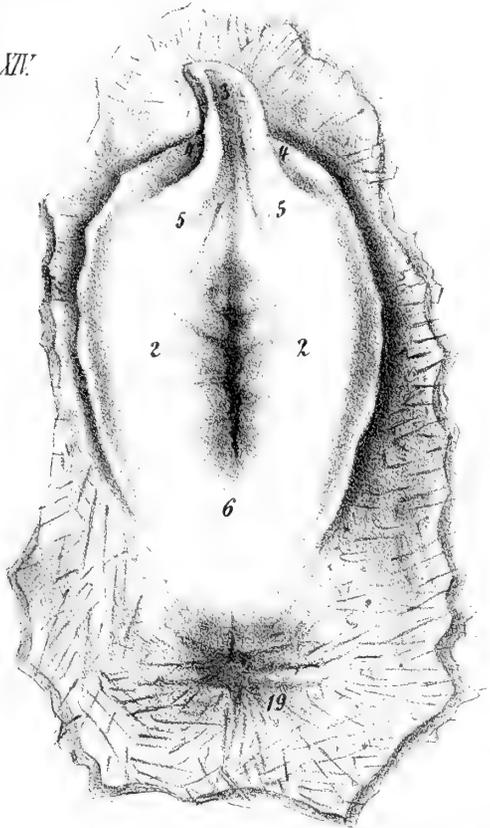


Fig. XI.

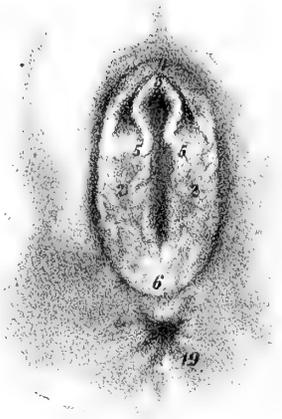


Fig. XVI.

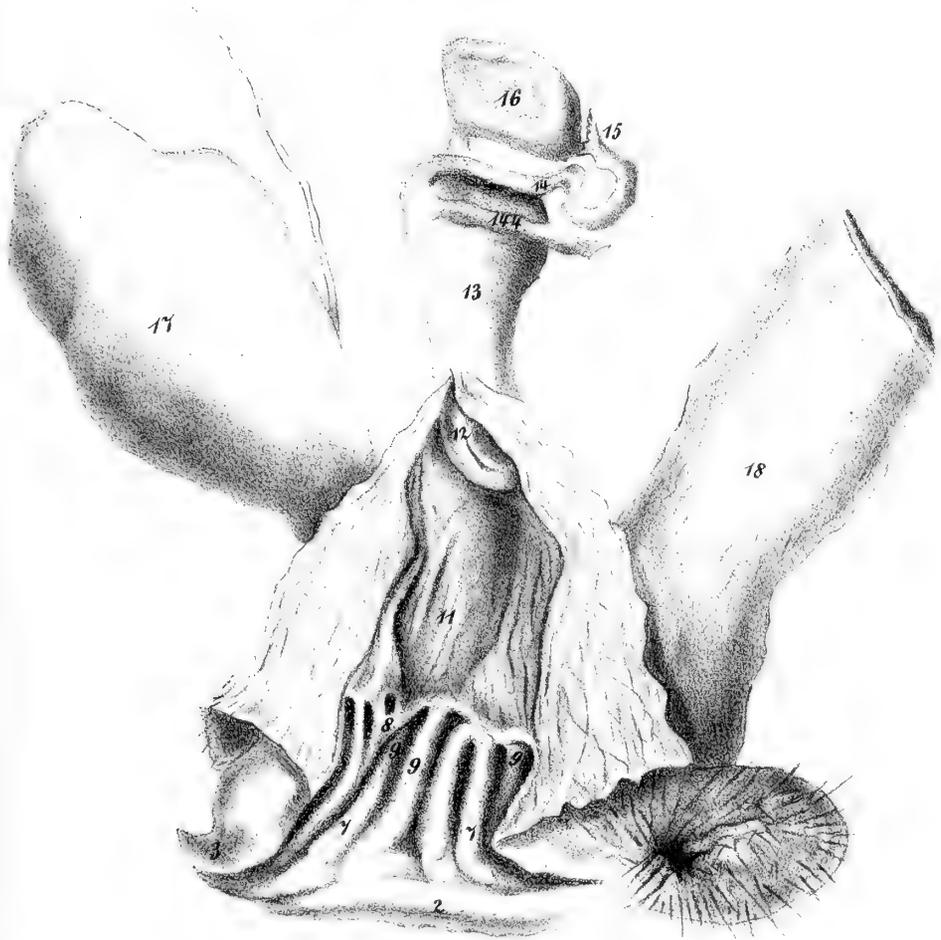




Fig. XVII.

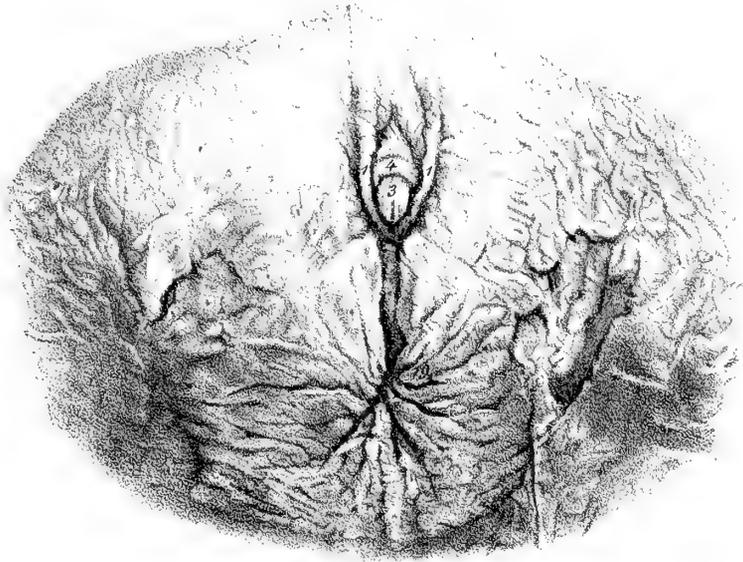


Fig. XVIII.





Fig. XX.

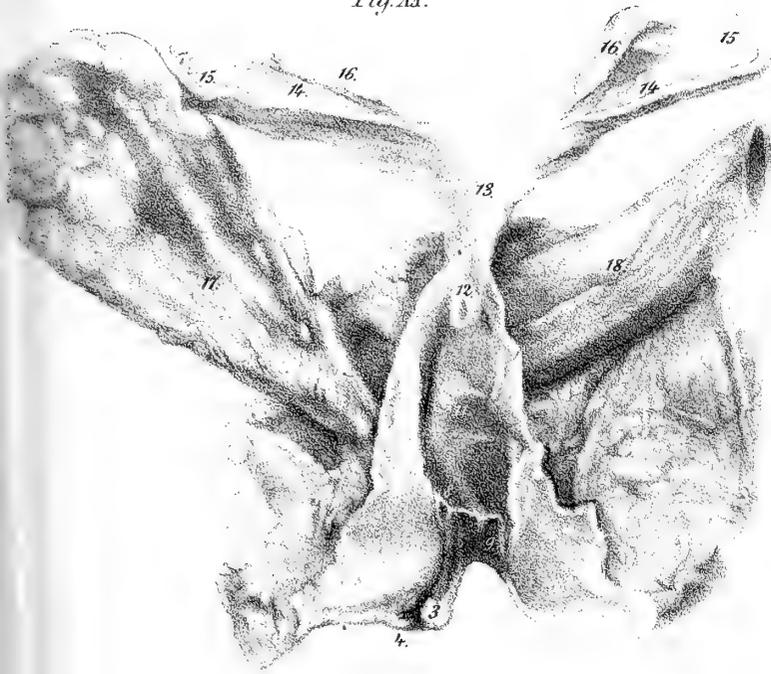


Fig. XXV.

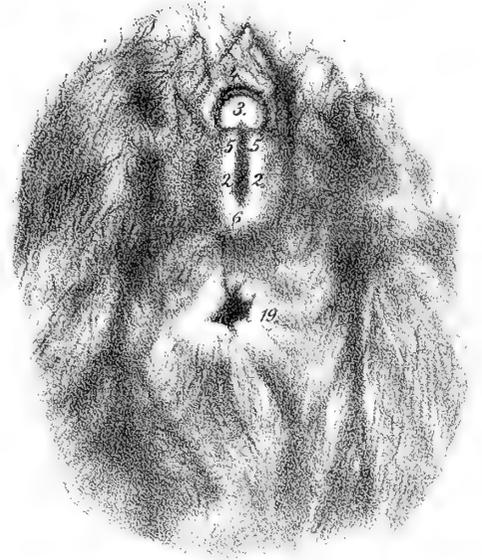


Fig. XXVII.

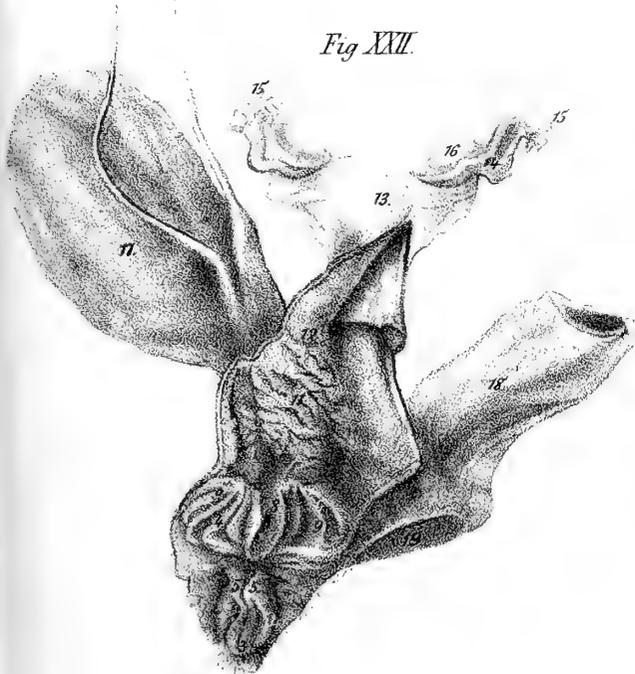
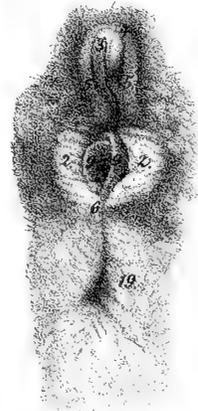
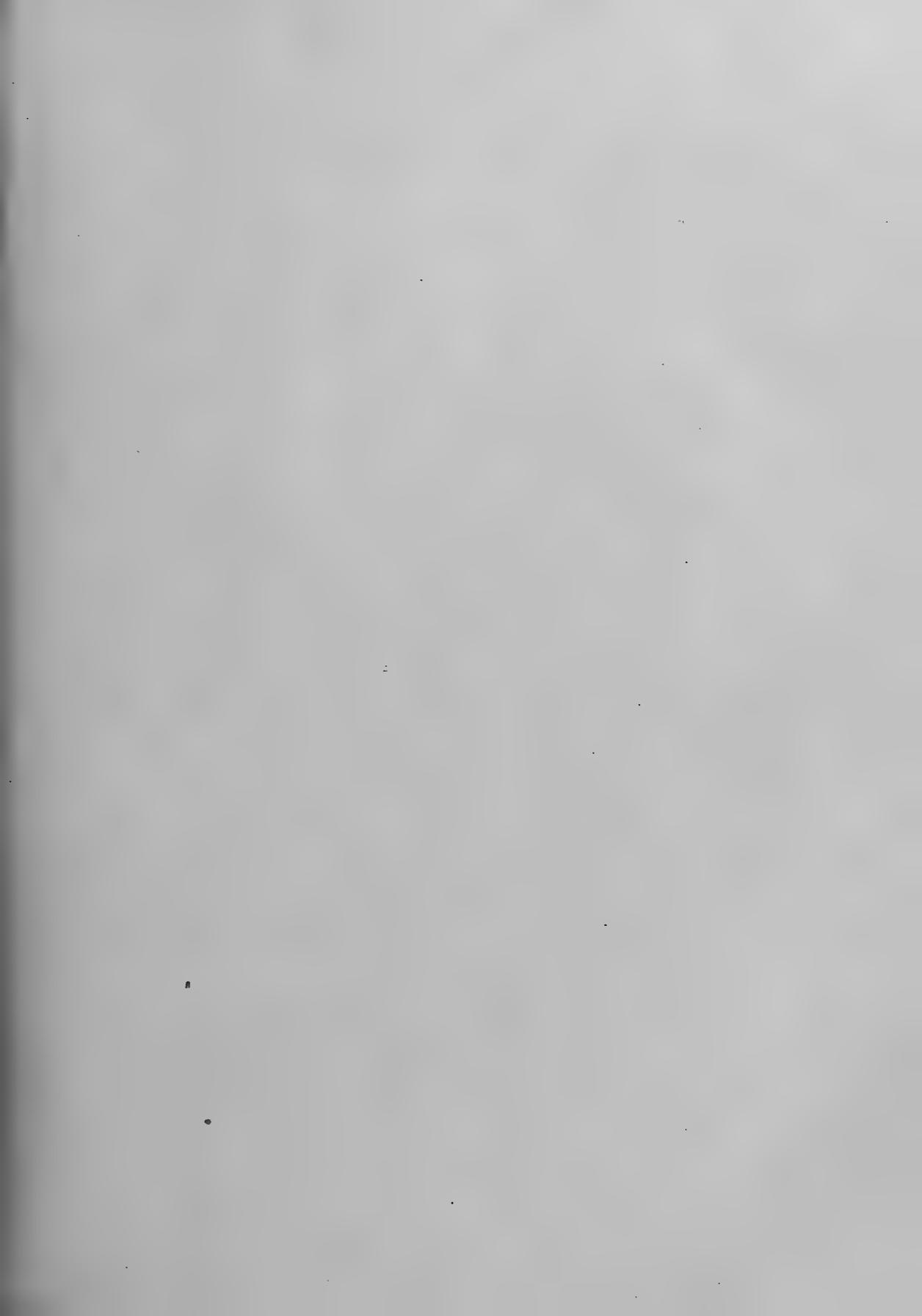


Fig. XXXI.







Inhalt.

	Seite
Studien über fossile Spongien. Dritte Abtheilung. Monactinellidae, Tetractinellidae und Calcispongiae. Von <i>Karl Alfred Zittel</i>	1
Die Veränderlichkeit in der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft. Von <i>Ph. v. Jolly</i>	49
Theorie der Gärung. Von <i>C. v. Nägeli</i>	75
Vergleichend anatomische Untersuchungen über die äusseren weiblichen Geschlechts- und Begattungsorgane des Menschen und der Affen, insbesondere der Anthropoiden. Von <i>Dr. Th. L. W. von Bischoff</i> . Mit sechs Tafeln Abbildungen	207

ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

DREIZEHNTEN BANDES

DRITTE ABTHEILUNG.

IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER XLVIII. BAND.



MÜNCHEN,

1880.

VERLAG DER K. AKADEMIE,

IN COMMISSION BEI G. FRANZ.

ABHANDLUNGEN

DER

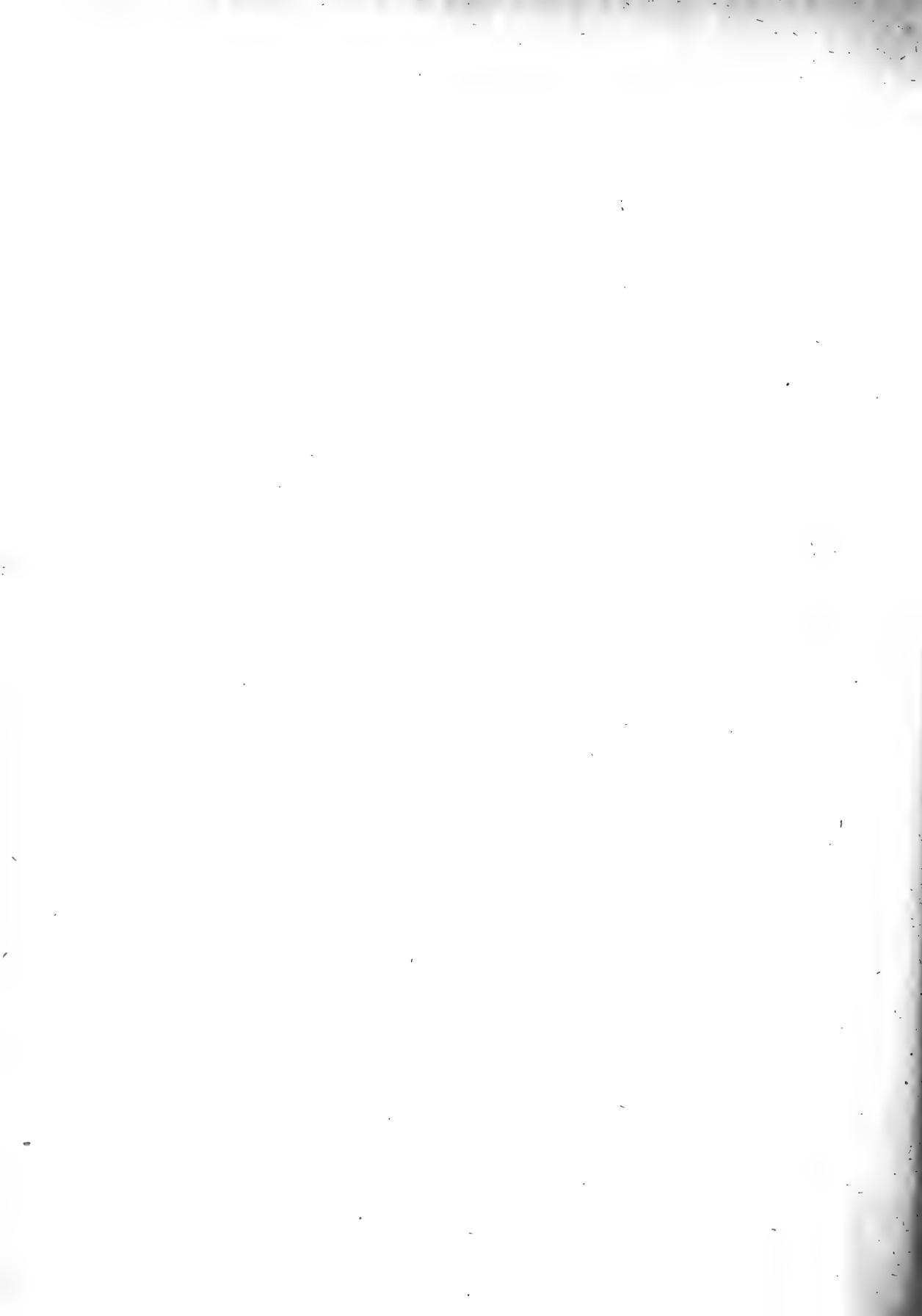
MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

DREIZEHNTEN BANDES

DRITTE ABTHEILUNG.



ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

DREIZEHNTEN BANDES

DRITTE ABTHEILUNG.

IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER XLVIII. BAND.

MÜNCHEN,

1880.

VERLAG DER K. AKADEMIE,

IN COMMISSION BEI G. FRANZ.

Inhalt.

	Seite
Beiträge zur Anatomie des Gorilla. Von <i>Dr. Th. L. W. von Bischoff</i> in München	1
Das Bayerische Präcisions-Nivellement. Fünfte Mittheilung von <i>Karl Max von Bauernfeind</i> . Mit einer Uebersichtskarte	49
Ueber die Berechnung der wahren Anomalie in nahezu parabolischen Bahnen. Von <i>Theodor Ritter von Oppolzer</i>	137
Ueber die äusseren weiblichen Geschlechtstheile des Menschen und der Affen, Nachtrag von <i>Dr. Th. L. W. von Bischoff</i> . Mit zwei Abbildungen . .	169
Ergebnisse aus Beobachtungen der terrestrischen Refraktion. Erste Mittheilung enthaltend die Feststellung von Thatsachen. Mit zwei Steindrucktafeln. Von <i>Karl Max von Bauernfeind</i>	179

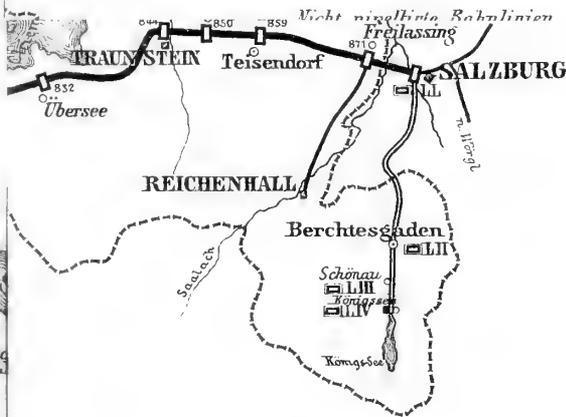


Übersichts - Karte des verischen-Präcisions-Nivellements

ausgeführt für die

Europäische - Gradmessung

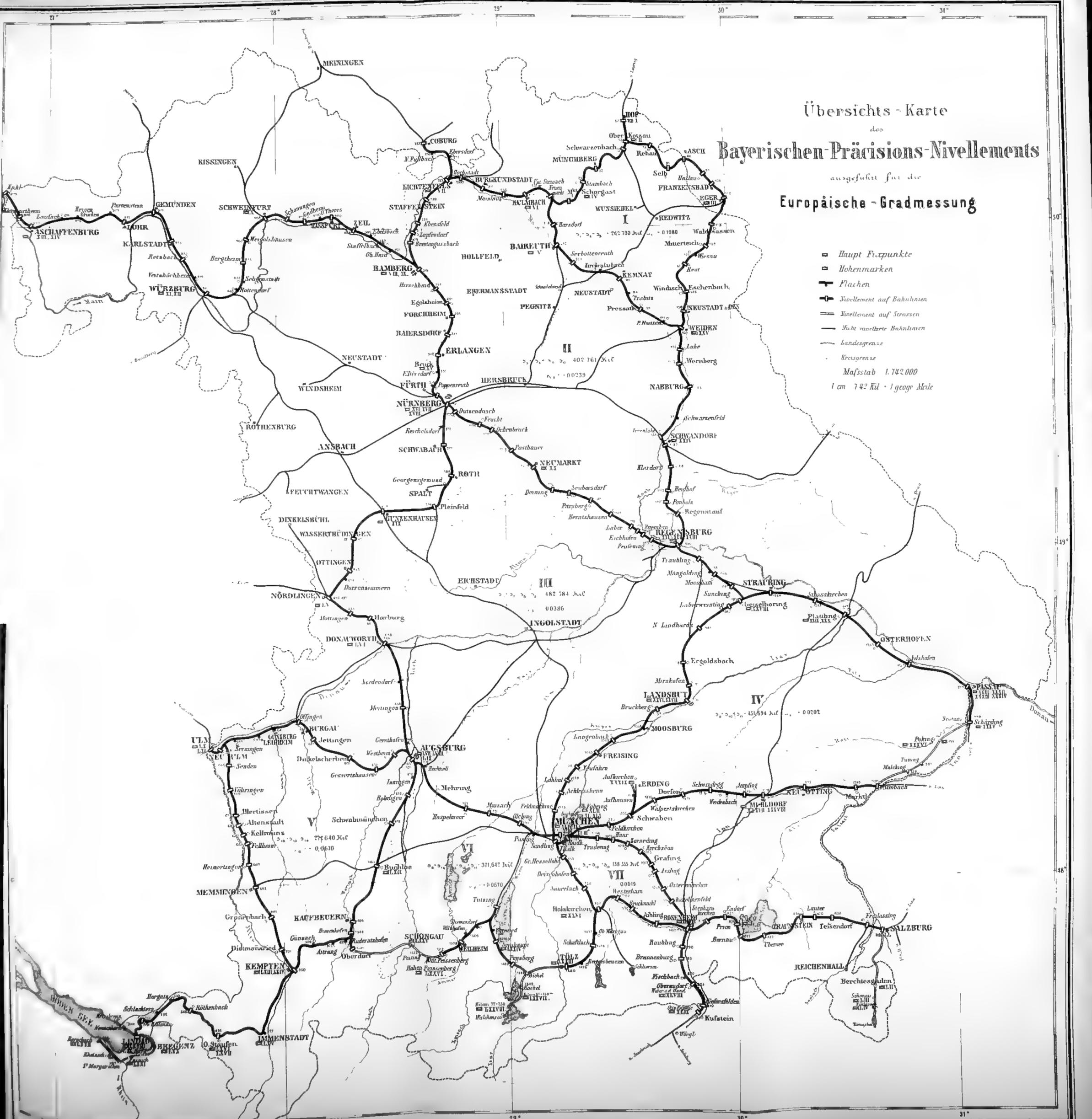
- Haupt Fixpunkte
- Höhenmarken
- └ Flächen
- +— Nivellement auf Bahnlinien
- == Nivellement auf Strassen



50°

Übersichts-Karte
des
Bayerischen-Präzisions-Nivellements
ausgeführt für die
Europäische-Gradmessung

- Haupt Fixpunkte
 - Höhenmarken
 - Flächen
 - Nivellement auf Bahnhöfen
 - Nivellement auf Strassen
 - Nicht markierte Bahnhöfen
 - Landesgrenze
 - Kreuzgrenze
- Mafsstab 1:742 000
1 cm = 742 Kil. = 1 geogr. Meile



Beiträge

zur

Anatomie des Gorilla.

Von

Dr. Th. L. W. v. Bischoff
in München.

Beiträge zur Anatomie des Gorilla

von

Dr. Th. L. W. Bischoff in München.

Mit Vergnügen habe ich die mir durch die Freundlichkeit des Herrn Director Dr. A. B. Meyer in Dresden gebotene Gelegenheit ergriffen, einen jungen weiblichen Gorilla anatomisch zu untersuchen, der mir ausser dem Skelet, dem Gehirn und einigen Fragmenten der weiblichen Genitalien bisher durch eigene Beobachtung noch nicht bekannt war.

Leider befand sich, wie gewöhnlich, der Cadaver des Thieres in einem Zustande, welcher eine genaue und umfassende anatomische Bearbeitung und Untersuchung ohnmöglich machte. Derselbe war offenbar nach dem Tode des Thieres zuerst in einen bereits weitfortgeschrittenen Zustand der Fäulniss gerathen und dann in ganz starken Weingeist gesteckt worden. Nachdem erstere bereits Vieles z. B. das Gehirn, die Epidermis etc. ganz zerstört hatte, hatte der letztere einen solchen Grad der Erhärtung herbeigeführt, dass es z. B. ohnmöglich war, die Haut im Ganzen abzuziehen, ja dieses an Händen und Füßen, ausserordentlich schwierig, am Kopf und Gesicht gar nicht ausführbar war, selbst nach längerem Einweichen im Wasser.

Meine Resultate sind also nur sparsam und manchmal unsicher; dennoch glaubte ich sie bei der Seltenheit der Gelegenheit bekannt machen zu sollen. Sie betreffen vorzugsweise die Muskeln und Eingeweide; Gefässe und Nerven war es nicht möglich zu berücksichtigen.

Das Thier, welches wie gesagt, weiblichen Geschlechtes ist, besitzt alle zwanzig Milchzähne vollkommen entwickelt, aber noch keine Spur der bleibenden Zähne. Es misst vom Scheitel bis zur Ferse bei möglichst gestreckten Knien, 60 Ctm.; vom Scheitel bis zum Steiss 40. Die

Länge der oberen Extremität von der Schulter bis zur Spitze des Mittelfingers beträgt 38 Ctm.; die Länge der unteren Extremität von der Höhe des Trochanter major bis zur Spitze der Mittelzehe, bei möglichst gestrecktem Knie und gebeugtem Fusse, 26 Ctm. Die obere Extremität ist also noch immer, wie bei allen Affen, länger als die untere; die Verhältnisszahl ist 100:70, während sie beim menschlichen Weibe nach Krause 100:141,5 ist. Da nach Hr. Prof. Aeby (Morpholog. Jahrbuch IV. 1878 p. 296) bei dem erwachsenen Gorilla die Verhältnisszahl zwischen oberer und unterer Extremität 100:88,6 beträgt, ich dieselbe mir sogar von einem anderen Gorilla (ich glaube einem Pariser) wie 100:95 aufgeschrieben habe, so scheint es, dass der Unterschied zwischen Gorilla und Mensch in dieser Hinsicht mit fortschreitendem Alter und Wachsthum der Esteren abnimmt. Bei dem Menschen nimmt bekanntlich das Verhältniss des Längenunterschiedes zwischen oberer und unterer Extremität mit dem Alter und Wachsthum zu. Denn bei dem neugeborenen Mädchen beträgt dasselbe am Skelet 100:106—108 und steigt erst allmähig bis zum 15—16. Lebensjahre auf 100:140—145. Der erwachsene Gorilla steht also in dieser Hinsicht dem menschlichen Kinde näher, oder letzteres ersterem; aber das Kind entfernt sich von dem Gorilla um so mehr, je mehr es wächst.

Die Muskeln.

Bis vor Kurzem war die allerdings umfassende und gründliche Beschreibung der Muskeln des Gorilla durch Duvernoy, (Archives du Museum d'Hist. nat. T. VIII. 1855—56 p. 75) so ziemlich die einzige Quelle unserer Kenntniss der Myologie dieses Thieres, zu welcher Huxley in seinen Vorlesungen über die Classification und die Structur der Säugethiere (Med. Times 1864, Vol. I. p. 537) einige Zusätze geliefert hatte. Im Jahre 1873 gab sodann A. Macalister in den Proceedings of the royal Irish Academy Vol. I. Ser. II. p. 501 eine kurze aber neue Beschreibung der Muskeln eines jungen, weiblichen Gorilla; und soeben (April 1879) erhalte ich von Dr. Chapman in Philadelphia eine abermalige, noch kürzere Beschreibung derselben, von einem 15—18 Monate alten männlichen Thiere (Proceedings of the Academy of nat. Sciences of Philadelphia 1878. p. 385. Wo Wymann nach einem Citat Macalisters die Muskeln eines Gorilla beschrieben hat, weiss ich nicht.

Das Object ist also nicht mehr unbekannt und es lässt sich vermuthen,

dass auch Herr Prof. Hartmann in Berlin, sowie Herr Dr. Bolau in Hamburg, die ebenfalls im Besitz von Gorilla Cadavern sind, auch deren Muskeln bearbeiten werden. Dennoch halte ich auch die Mittheilung meiner Beobachtungen nicht für nutzlos, da selbst Wiederholungen des Bekannten, bei einem so merkwürdigen und doch seltenen Thiere ihren Werth haben und ich ausserdem die Bemerkung gemacht habe, dass Varietäten in der Anordnung der Muskeln der Anthropoiden überhaupt und des Gorilla insbesondere, wie mir scheint sehr bemerkenswerther Weise, häufig auftreten. Es sind, wie ich glaube, noch nicht zwei Orang, Chimpanse, Gorilla untersucht worden, bei denen die Anordnung der Muskeln ganz dieselbe war, und wenn dabei auch vielleicht einige Irrthümer mit unterlaufen, so ist das doch gegenüber der Häufigkeit der Muskelvarietäten beim Menschen auffallend.

1. Gesichts- und Kopfmuskeln.

Ich kann allerdings von dem Verhalten der Gesichts- und Kopfmuskeln meines Gorilla, wegen des Zustandes der völligen Verhornung der Haut durch den Weingeist und bei dem Zustande grosser Abmagerung fast Nichts aussagen. Duvernoy hat l. l. p. 191 diese Muskeln fast ganz in Uebereinstimmung mit den menschlichen beschrieben und auch theilweise Pl. XII. Fig. C. abgebildet; und da er allein ein ausgewachsenes Thier bearbeitete, so erhalten dadurch seine Angaben eine besondere Zuverlässigkeit. Er glaubt nur, dass wegen der starken Entwicklung der Kiefer diese Muskeln bei dem Thiere einen ganz anderen physiognomischen Effect hervorbringen, als bei dem Menschen. Auch Macalister gibt fast alle Gesichtsmuskeln wie beim Menschen an; nur ein Lacrymalis und Corrugator supercillii sollen gefehlt haben und nur ein Zygomaticus vorhanden gewesen sein; er nennt die drei Muskeln für das äussere Ohr, einen starken Retrahens, breiten Attollens und schwachen Attrahens, von denen Duvernoy Nichts sagt.

Ich habe mich bei meinem Gorilla nur davon überzeugen können wie schon früher bei dem Hylobates, Chimpanse und Orang, dass die Gesichtsmuskeln bei diesen Affen zwar so vorhanden sind, dass man dieselben Züge der Fasern unterscheiden kann, wie bei dem Menschen. Allein ausserdem, dass sie entschieden schwächer entwickelt, ihre Bündel weniger dick sind, hängen sie so zusammen, dass wenn man die Trennungen bei

dem Menschen nicht kennen würde, man schwerlich die einzelnen Muskeln wie bei diesem unterscheiden würde. Herr Dr. Meyer hat mir zum Vergleich auch einen halbausgewachsenen Orang überlassen, bei dem die Zähne schon gewechselt haben, der ferner gut conservirt und ausserdem sehr fett auch im Gesicht war, so dass die Gesichtsmuskulatur sich verhältnissmässig günstig bearbeiten liess. Herr Prof. Rüdinger hat diese Präparation ausgeführt, und ich glaube, es wird erwünscht sein, wenn ich Figur I eine Abbildung dieses Präparates in natürlicher Grösse gebe. Man kann an demselben allerdings einen *M. frontalis* und *occipitalis*, einen *Orbicularis palpebrarum* mit seinen verschiedenen Zonen; aber keinen *Corrugator supercilii*, einen starken *Procerus*, einen *Levator labii superioris alaeque nasi*, einen starken *Levator labii superioris proprius* und einen *Levator anguli oris* unterscheiden. Einen breiten *Zygomaticus* würde ich nur mit dem *Zygomaticus, minor* des Menschen parallelisiren, weil er nur mit den Bündeln des *Orbicularis oris* zusammenhängt oder von ihnen und der Kopf- Gesichtsfascie ausgeht, aber nicht vom Jochbeine entspringt. Ein *Compressor nasi* fehlt sowie auch die Nasenflügel-Muskeln sich kaum unterscheiden lassen, was bei der schwachen Entwicklung der äusseren Nase dieses Affen kaum zu verwundern ist. Der *Orbicularis oris* ist ganz ausserordentlich stark entwickelt, obwohl seine Bündel nicht so stark von einander getrennt sind, als bei dem Menschen und man an seiner oberflächlichen Schichte die kreisförmige Anordnung seiner Fasern kaum erkennt, weil dieselben alle unmittelbar in die Haut übergehen. Die vier *Mm. incisivi* sind gut entwickelt. Der *Triangularis* und *Quadratus menti* hängen sehr genau mit dem *Subcutaneus Colli* oder dem *Platysma* zusammen. Dieser ist wie bei allen diesen Affen stark entwickelt, geht unten sehr breit von der Brust und der Schulter aus, und geht auch sehr breit in das Gesicht über, obgleich sich ein guter Theil seiner Fasern auch an den Unterkiefer ansetzt. An dem *Buccinator* sowie den vier Kaumuskeln fand ich Nichts von der Anordnung beim Menschen Abweichendes. Alle diese Muskeln sind auch schon vor Jahren von Owen (*Proceedings of the Zoolog. Soc. of London* I. 1830. pag. 28) vom Orang angegeben worden, aber eine gute naturgetreue Abbildung fehlte bis jetzt; denn Sandifort gibt dieselben gar nicht, und die von Cuvier sind sehr unvollkommen.

Die äusseren Ohrmuskeln habe ich bei keinem Anthropoiden auffinden

können. Bei dem Gorilla, an welchem sich die Ohren noch befinden, glaube ich bestimmt sagen zu können, dass sie bei diesem jungen Thiere nicht vorhanden sind, denn ich habe selbst mit dem Mikroskop in den Gegenden, wo sie sich finden sollen, keine quergestreiften Muskelfasern erkennen können. Vielleicht bilden sie sich im späteren Alter noch aus. Bei dem Orang und Chimpanse wage ich es nicht so bestimmt ihre Gegenwart zu läugnen, weil die Ohren mit der Haut abgeschnitten waren, und dabei möglicher Weise die Muskeln mit fortgenommen wurden. Bei dem Orang findet sich in gleicher Höhe mit dem *Orbicularis palpebrarum* und bis an denselben hinangehend, ein dünner platter Muskel, dessen Fasern sich nach auswärts über die Jochbeingegend ausbreiten. Ob derselbe ein eigenthümlicher Theil des *Epicranii* oder vielleicht ein Stück des *Attrahens auriculæ* ist, kann ich nicht sagen. Sandifort und Vrolik sagen bei dem Orang und Chimpanse nichts von den Gesichts- und Ohrmuskeln bilden sie auch nicht ab. Gratiolet und Alix beschreiben sie *Archives du Museum d'Hist. nat.* 1865 II. p. 209 beim Chimpanse und geben auch eine kleine Abbildung in $\frac{1}{4}$ der natürlichen Grösse, Pl. IX. Fig. 1. Hier sind die Muskeln viel zu sehr von einander getrennt; der *Auricularis superior* ist sehr weit nach vorne verlegt; der *Auricularis anterior* wird als *M. tragicus* bezeichnet und beschrieben; ein *Aur. posterior* wird nicht erwähnt.

Champenys (*Jour. of Anat. and Phys. Sec. Series* 1871. pag. 177) nennt von den Gesichtsmuskeln des Chimpanse den *Orb. oris, Levat. lab. sup, Lev. anguli oris, Depressor lab. inf.* als mutilated, not well differentiated, not distinguishable. Dann heisst es beide *Zygomatici* waren durch einen Muskel repräsentirt. Over its most anterior origin a second strip rose from the temporal fascia, but fused with the rest of the muscle half an inch below the zygoma.

Mein Schwager Dr. H. Tiedemann in Philadelphia hat bei einer aufmerksamen Beobachtung zweier lebenden Chimpansen während eines halben Jahres nie eine Bewegung der äusseren Ohren bei denselben wahrgenommen.

2. Hals- und Nackenmuskeln.

Ich habe bereits erwähnt, dass sich bei dem Gorilla ein ansehnlicher *Subcutaneuscolli* vorfindet.

Der *Sternocleidomastoideus*, welcher nach Duvernoy (pag. 174)

beim Gorilla nicht in zwei Portionen getrennt sein soll, ist bei meinem Exemplar entschieden in seinem ganzen Verlauf in eine Portio sternalis und Portio clavicularis zerlegt, wie auch Macalister angibt, obgleich er irrthümlich auch Duvernoy diese Angabe zuschreibt.

Auffallender Weise fehlt meinem Gorilla der Sternothyreoides, welchen Duvernoy pag. 198 beschreibt und abbildet, Pl. XV. Fig. A und B. Auch bei dem Orang und Chimpanse ist der Sternothyreoides schwach, was eine immerhin bemerkenswerthe Verschiedenheit von dem Menschen ist.

Der Thyreohyoideus, den man gewöhnlich nur als eine Fortsetzung des Sternothyreoides betrachtet, ist vorhanden.

Der Sternohyoideus ist dagegen kräftig entwickelt und besitzt in seinem unteren Drittel eine Inscriptio tendinea.

Ebenso der Omohyoideus aber ohne Inscriptio tendinea. Der Digastricus maxillae inferioris mit 2 Köpfen, die drei Griffelmuskeln, der Genio — und Mylo-hyoideus, der Genio — und Hyoglossus, sind gut entwickelt vorhanden. In meinen Beiträgen zur Anatomie des Hylobates habe ich (p. 10) angegeben, dass der damals von mir untersuchte Orang nur den hinteren Kopf des Digastricus besass; dieses ist auch bei dem mir jetzt vorliegenden der Fall, und da Sandifort (Verhandl. over natuurl. Geschied. der Neederl. overzee. Bezittingen 1839—1849 p. 29) und Owen (l. l. p. 29) schon längst dieselbe Beobachtung machten, so scheint dieses nicht bloß eine Varietät, sondern eine Eigenthümlichkeit des Orang zu sein.

Die tiefen vorderen Halsmuskeln Longus colli, Rectus capitis anterior major und minor, Scalenus primus und secundus sind kräftig entwickelt; der Scalenus tertius, beim Menschen von der 2. Rippe entspringend, fehlt wie bei den übrigen Affen, auch dem Gorilla. — Der Omo-cervicalis, welcher nach Broca (Bull. de la Soc. d'Anthropol. IV. 1869, p. 313) dem Gorilla und Chimpanse fehlen soll, findet sich gut entwickelt bei meinen Exemplaren, sowie ihn auch Duvernoy, Huxley und Macalister angeben. Der Gorilla theilt also hierin die Muskulatur der übrigen Affen und weicht von der des Menschen ab.

An den übrigen seitlichen und hintern Nackenmuskeln Cucullaris, Levator scapulae, Splenius capitis et colli, Trachelomastoideus, Biventer, Complexus, Rectus capitis posterior major und minor, Obliquus capitis superior und inferior,

konnte ich Nichts Besonderes beobachten. Sie sind alle kräftig entwickelt, namentlich auch der Trachelomastoideus. Der nicht getheilte Rhomboides ist zwar kräftig, reicht aber nicht bis hinauf an's Hinterhaupt.

3. Brust, Bauch- und Rückenmuskeln.

Der *Pectoralis major* bietet bei meinem Gorilla, ausser seiner sehr kräftigen Entwicklung, Nichts Abweichendes vom Menschen dar. Er besitzt eine *Portio clavicularis* und *sterno-costalis*, welche letztere bis zur 8 Rippe hinabreicht. Da auch der Chimpanse und *Hylobates* beide Portionen wie beim Menschen angeordnet besitzen, so zeigt also nur der Orang, wie ich mich auf's Neue bei dem mir vorliegenden Exemplar überzeuge, die Eigenthümlichkeit, dass er keine *Portio clavicularis*, sondern eine von der *Articulatio sterno clavicularis* entspringende und eine stark davon getrennte *Portio sterno-costalis* besitzt.

Der *Pectoralis minor* entspringt bei meinem Exemplar ganz wie beim Menschen von der 3., 4. und 5. Rippe, und setzt sich an die Spitze des *Processus coracoideus* fest. Bei dem von Duvernoy beschriebenen Exemplar besass er dagegen zwei getrennte Portionen, deren obere mit 5 Dentationen von den 5 obersten Rippen, die untere von dem 6. und 7. Rippenknorpel entsprang. Von beiden sagt er, dass sie sich an den *Processus coracoideus* ansetzen, während Broca l. l. p. 317 angibt, dass nach Auzoux diese Insertion an der *Cavitas glenoidalis* des Schulterblattes stattfindet, wie dieses gewöhnlich beim Chimpanse der Fall ist. Macalister lässt ihn sich dagegen wie beim Menschen an die Spitze des *Processus coracoideus* ansetzen.

Der *Subclavius* fehlt nicht, wie Duvernoy sagt, sondern ist, wie auch Macalister angibt, zwar vorhanden, aber schwach und liegt unter einem sehr starken *Ligamentum Sterno-claviculo-coracoideum* bedeckt. — Der *Serratus anticus major* entspringt von den elf obersten Rippen mit 12 Zacken, und lässt die 12. und 13. Rippe frei. Er setzt sich auch wie bei den anderen Athropoiden nur an die Basis *Scapulae* und nicht auch an die Querfortsätze der unteren Halswirbel fest. Daher fliesst er nicht mit dem *Levator Scapulae*, wie bei den niederen Affen zusammen, sondern ist durch einen Zwischenraum von den unteren Zacken desselben getrennt. Macalister sagt, dass bei seinem Gorilla der *Serratus magnus* nur von

10 Rippen entsprungen sei, and its levator anguli scapulae segment was attached to three cervical processes (4—6). Weiter sagt er: I could not divide the serratus in the Gorilla, as J did in the Chimpanzee, nor dit it extend as far as the twelfth rip in the former, as it dit in the latter. Das wären, wenn ich diesen Satz recht verstehe, bedeutende Verschiedenheiten von der Anordnung bei meinem Gorilla. — Der *Serratus posticus superior* war schwach entwickelt; einen *Serratus posticus inferior* konnte ich nicht auffinden, was mich bei der grossen Nähe der 13. Rippe an dem Hüftbeinkamm nicht sehr befremdete, da hier kaum ein Spielraum für die Abwärtsbewegung dieser unteren Rippen sich findet. Duvernoy und Macalister erwähnen den Muskel nicht. Bei dem Orang glaubte ich eine schwache Spur desselben zu finden.

Von den Bauchmuskeln reichte der *Rectus abdominis* herauf bis zum 5. Rippenknorpel, und hatte fünf *inscriptiones tendineae*, vier oberhalb und eine unterhalb des Nabels. Die Angabe Gratiolets u. Alix (l. l. p. 250) dass der *Troglodytes niger* und *Aubryi* sich in Betreff seiner Muskulatur von dem Gorilla nur dadurch unterscheide, dass der *M. obliquus externus* sich nicht an das Ilium ansetze, sondern von demselben durch ein Bündel des *Latissimus dorsi* getrennt werde, qui vient de se placer dans le plan du grand oblique et va se terminer au partie externe de son aponevrose, lenkte meine Aufmerksamkeit auf das Verhalten dieses Muskels bei den vier Anthropoiden. Ich fand in der That, dass bei dem Chimpanse die von der Spitze der 12. Rippe entspringenden hintersten und untersten Fasern des *Obliquus externus* sich nicht an die *Crista* und *Spina Ilii* ansetzen. Der *Latissimus dorsi* entspringt nicht nur von dem ganzen vorderen Theil der *Crista Ilii*, sondern selbst noch von dem *Ligamentum Pupartii* und im Aufsteigen wie beim Menschen von der 12., 11., 10. und 9. Rippe, wo seine Zacken in die Ursprungszacken des *Obliquus externus* eingreifen. Nach Champenys l. l. p. 208 soll dagegen beim Chimpanse der *Obliquus externus* mit sieben Zacken von der 5.—11. Rippe entspringen, deren zwei unterste mit dem *Latissimus dorsi*, die fünf oberen mit dem *Serratus ant. maj.* ineinandergreifen. Er soll sich dann auch in der Ausdehnung eines halben Zolles an die *Crista* und *Spina Ilii* ansetzen. Bei dem Gorilla entspringt der *Obliquus externus* von der sechsten bis zur dreizehnten Rippe; die oberste Zacke

correspondirt mit der untersten und hintersten Zacke der Pars costalis des Pectoralis major. Dann folgen fünf Zacken, mit welchen er bis zur elften Rippe in die Zacken des Serratus anticus major eingreift. Aber die von den fünf untersten Rippen von der 8—13. entspringenden Zacken, greifen zugleich mit fünf von diesen 5 untersten Rippen entspringenden Zacken des Latissimus dorsi zusammen, welche die drei untersten Zacken des Serratus anticus major decken. Die letzte, von der 13. Rippe entspringende Zacke des Obliquus externus ist wegen des äusserst geringen Zwischenraumes zwischen der letzten Rippe und dem Hüftbeinkamm sehr kurz, setzt sich aber ebenso wie die von der 12. Rippe entspringende Zacke an den vordersten Theil und die Spina ant. sup. des Hüftbeinkammes fest. Den Zwischenraum zwischen der 13. Rippe und dem Hüftbeinkamme füllt ganz vorn diese letzte Zacke des Obliquus externus aus; dann folgt ein Stück Bandmasse, dem vorderen Blatt der Fascia lumbodorsalis angehörend, und dann der Quadratus lumborum. — Wieder anders sind die Verhältnisse beim Orang. Die letzte Zacke des Obliquus entspringt hier nicht von der letzten, sondern von der vorletzten Rippe und setzt sich an das vordere Ende und die Spina des Hüftbeinkammes an. Weder sie, noch eine der folgenden Zacken greifen in Zacken des Latissimus dorsi ein, sondern dieser entspringt nur von dem Hüftbeinkamm bis zu dessen Spina. Nur in der Tiefe entspringen einige wenige Fasern dieses Latissimus von der 13. und 12. Rippe, welche sich den von der Fascia lumbodorsalis entspringenden Bündeln anschliessen. Der vordere Rand des Latissimus bedeckt nur den Ursprung des Obliquus von den Rippen.

Abermals verschieden ist das Verhalten der betreffenden Muskeln bei Hylobates. Hier entspringt der Obliquus externus von den acht unteren Rippen von der 5. bis zur 13. Im Hinabsteigen schliesst er sich hinten an das oberflächliche Blatt der Fascia lumbodorsalis an, und befestigt sich hierauf an den ganzen vorderen und oberen Theil des Hüftbeinkammes, bis zum Lig. Pupartii. An den sechs unteren Rippen greift er mit ebensoviele Zacken des Latissimus dorsi zusammen, welcher seinerseits gar nicht vom Hüftbeinkamme, sondern nur von der Fascia lumbodorsalis und den genannten Rippen entspringt. Aber der Obliquus greift auch mit den Zacken des Serratus anticus major zusammen, dessen

Dentationen aber an den sechs unteren Rippen von den Ursprungszacken des *Latissimus dorsi* bedeckt werden.

Die verschiedenartige Anordnung dieser Muskeln, von denen wiederum keine mit der beim Menschen übereinstimmt, hängt gewiss mit dem verschiedenen Verhalten der „Taille“ dieser Affen, und dann mit der relativ stärkeren Entwicklung des *Latissimus dorsi* zusammen, der vereint mit dem starken *Teres major* gewiss eine viel kräftigere Rückwärtsbewegung des Arms bewerkstelligt, als bei dem Menschen.

Die mit der Bezeichnung der *Linea semilunaris Spigelii* und *semicircularis Duglasii* belegte Anordnung der Sehnen und Muskelfasern des *Transversus* und *Obliquus internus abdominis* fand ich beim Gorilla nicht ausgesprochen. Einen *Pyramidalis* konnte ich nicht auffinden. Die langen Rückenmuskeln *Sacrolumbaris* und *Longissimus dorsi*, *Multifidus spinae*, boten Nichts Besonderes dar, ebensowenig wie der *Quadratus lumborum*, welcher letztere sehr kurz ist und seinen Namen kaum verdient.

4. Die Muskeln der oberen Extremität.

Die Schulterblattmuskeln: *Supra-* und *Infra-spinatus*, *Subscapularis*, *Teres minor* und *major*, verhalten sich wie beim Menschen, nur dass ich den *Teres major* verhältnissmässig sehr stark entwickelt finde, während ihn Macalister moderate nennt. Auch über den *Deltoides*, *Coracobrachialis*, *Biceps*, *Brachialis internus* und *Latissimus dorsi* finde ich Nichts Besonderes zu berichten. Dagegen finde ich einen deutlichen, wenn gleich nicht starken *Latissimocondyloides* in Uebereinstimmung mit Duvernoy, Macalister und Chapmann, welchen Broca mit Unrecht bei dem Chimpanse und Gorilla bestreitet (l. l. p. 313).

Am Vorderarm fehlt auf beiden Seiten der *Palmaris longus*. Auch Duvernoy und Chapmann fanden ihn nicht, während Macalister ihn mit der auch beim Menschen vorkommenden Varietät beschreibt, dass er mit einer platten Sehne entsprang. — Der *Pronator teres* entspringt nur von dem *Condylus internus humeri* und nicht auch von dem *Processus coronoideus* der Ulna, was auch Chapmann von seinem Gorilla angibt, während Macalister umgekehrt dieses *caput coronoideum* als stark beschreibt und abbildet. Bei meinem Gorilla löste sich vom *Brachialis internus* ein kleines Bündel ab und verband sich mit dem *Pronator teres*, während

Duvernoy eine solche Verbindung zwischen dem Deltoideus und Brachialis internus beobachtete.

Der Flexor digitorum communis sublimis zerfällt bei meinem Gorilla in vier fast ganz von einander getrennte Muskeln. Zwei derselben an der Radialseite des Vorderarms herablaufende, gehören dem 3. und 4. Finger an und an die für den 3. Finger bestimmte Sehne schliesst sich ein eigenes auch von dem Condylus internus entspringendes, aber vollständig in die genannte Sehne übergehendes Muskelbündel an. Von den zwei anderen Portionen des Flexor sublimis läuft eine oberflächlich an der Ulnarseite herab und geht zu dem 5. Finger; die zweite verläuft mehr in der Tiefe nach der Radialseite hin, und gehört dem 2. Finger an. Von einem Flexor pollicis longus ist keine Spur, weder einer Sehne noch eines Muskelbauches vorhanden. Der Flexor digitorum profundus zerfällt vollständig in zwei Theile, von denen der stärkere für den 3., 4. und 5. Finger bestimmte, vom Condylus internus Humeri der Ulna und dem Ligam. interosseum, der zweite für den Zeigefinger von dem Radius und dem Ligam. interosseum entspringt. Die Sehne des letzteren Bündels gibt in der Hand zwei Lumbricales ab, von welchen der eine sich mit dem von der Sehne des 3. Fingers entspringenden vereinigt. Die Sehnen des 4. und 5. Fingers haben auch ihre Lumbricales. Alle vier schlagen sich um den medialen Rand der Basis der ersten Phalange der vier betreffenden Finger herum und gehen in die Strecksehne über. — Diese Anordnung stimmt mit der von Duvernoy beschriebenen so ziemlich überein, nur dass derselbe die zweite für den Zeigefinger bestimmte Portion des Flexor profundus zu einem eigenen Flexor indicis proprius macht und von demselben eine schwache Sehne zum Daumen gehen lässt, welche den Flexor pollicis longus ersetzen soll. Huxley fand zwar auch eine, wie er meint, den Flexor poll. longus repräsentirende Sehne, welche aber nicht mit den anderen Flexoren in Verbindung stand, sondern sich in der Fascia palmaris ausbreitete und theilweise an das Trapezium und Os metacarpi I ansetzte, so dass der Muskel, wie er selbst sagt, functionell fehlte. Macalister fand diese Sehne ebenfalls nicht, sagt aber dennoch, dass in dem ganzen Flexor profundus were easily discriminable the germs of the flexor pollicis longus and of the flexor profundus digitorum und setzt dann noch hinzu: The flexor

pollicis mainly supplied the index in the Gorilla — eine etwas auffallende Auffassung, die noch complicirter dadurch wird, dass Macalister gleich darauf von der Fascie der Handwurzel eine platte Sehne ausgehen lässt, welche er sich mit einem Streifen an die Basis des ersten, und mit ihrer Endausbreitung an die Basis der zweiten Phalange des Daumens ansetzen lässt, und dieselbe als die wahre Sehne des Flexor pollicis longus betrachtet. Chapman konnte, wie ich an beiden Händen seines Gorilla keinen Flexor pollicis longus, weder Muskel noch Sehnen finden. Es bleibt also wohl dabei, dass sich in dieser bemerkenswerthen Hinsicht des Gorilla, wie alle seine Stammverwandten (mit Ausnahme von *Pithecia hirsuta* verhält), (Vgl. meine Schrift über *Hylobates* p. 18) und wesentlich von dem Menschen unterscheidet.

Von dem Flexor carpi radialis und ulnaris, sowie von dem Pronator quadratus meines Gorilla habe ich Nichts Besonderes zu berichten. Dasselbe ist rücksichtlich der beiden Extensores carpi radiales, des Extensor carpi ulnaris, des Extensor digitorum communis und des Extensor digiti minimi proprius der Fall, welche sich sämmtlich wie beim Menschen verhalten. Der Supinator longus zeigt die Eigenthümlichkeit, dass sich von ihm ein Bündel abzweigt, welches mit seiner Sehne in die Fascia antibrachii übergeht. Herr Prof. Langer gibt indessen in seiner soeben erschienenen Abhandlung: über die Muskulatur der Extremitäten des Orang (Sitzungsbericht der Wiener Akad. d. Wissensch. Bd. LXXIX. 3. Abth. 1879. p. 3) ein ähnliches Verhalten des Supinator longus beim Orang an. Der Supinator brevis und Anconeus quartus verhalten sich wie gewöhnlich. Es findet sich auch bei diesem Gorilla nur ein Extensor pollicis longus, kein Extensor pollicis brevis. Der Abductor pollicis longus hat zwei Sehnen und lässt sich mehr oder weniger weit spalten, aber diese Sehnen setzen sich an das Os multangulum majus und die Basis des Mittelhandknochens des Daumens, nicht an die erste Phalange an. Auch Huxley sagt desshalb, dass der Extensor pollicis brevis bei dem Gorilla fehle. Bei Duvernoy herrscht eine ziemliche Verwirrung in Betreff der beiden zuletzt genannten Muskeln. In den Abbildungen ist Tab. VIII. Fig. A. 11 und 12 ein Abductor pollicis longus und ein Extensor pollicis brevis deutlich von einander getrennt abgebildet, und die Sehne des letzteren geht bis an

die erste Phalange des Daumens. Dasselbe zeigt Fig. B, nur ist hier noch an der Sehne des Extensor pollicis brevis (3'') eine zweite kleine Sehne (3') angedeutet, von welcher es in der Beschreibung der Tafeln heisst: *seule trace du court extenseur de l'homme*. Im Text (p. 99) wird zuerst ein Court extenseur du pouce beschrieben, von dem es heisst er sei ganz gut von der fleischigen Partie des Abductor poll. long. getrennt, obgleich anfangs die Sehnen beider vereinigt seien und er setze sich an die erste Phalange des Daumens. Dann wird der Abductor pollicis longus beschrieben und abermals gesagt, er sei wirklich von dem Extensor pollicis brevis geschieden, aber auch er soll sich an die Basis der ersten Phalange des Daumens ansetzen. Dann folgt die Beschreibung eines Muskels Cubito-sus-trapezien, von dem es heisst: *C'est un muscle dependant du long abducteur dans l'homme; mais qui en est complètement séparé dans le Gorille. Il devient ainsi un muscle du carp.* Und dann heisst es noch: *Ainsi, dans l'homme, le court extenseur est ordinairement un muscle distinct et le muscle précédent (Cubito-sus-trapezien) est réuni au long abducteur dont il n'est qu'une portion. Dans le Gorille, au contraire, le court extenseur est réduit à un tendon grêle provenant de celui du long abducteur du pouce (comme cela a lieu quelquefois par exception chez des sujets humains) et ce dernier muscle est séparé du cubito-sus-trapezien.* — Macalister sagt p. 504: *The extensor ossis metacarpi pollicis had a double tendon, to the trapezium and metacarpal bone; there was no extensor of the first phalanx.* Dagegen gibt Chapmann in bestimmten Widerspruch mit Huxley einen Extensor ossis metacarpi pollicis (Abductor pollicis longus), einen Extensor primi internodii pollicis (Extensor pollicis brevis) und einen Extensor secundi internodii pollicis (Extensor pollicis longus) an. Dennoch bleibe ich auf Seite Huxleys und Macalisters und glaube mehr, dass der Extensor pollicis brevis für die erste Phalange des Daumens auch bei dem Gorilla, wie bei allen Affen, fehlt, und dass die Beschreibungen Duvernoys und Chapmann's individuelle Varietäten betreffen. Der Grund für diesen meinen Glauben ist der, dass eben auch beim Menschen, wo der Extensor poll. brevis für die erste Phalange wohl nur sehr selten fehlt, doch die Sehne für den Abductor pollicis longus immer zwei, manchmal drei getheilt ist, deren eine sich an das Os multangulum majus, die andere an die Basis des

Os metacarpi des Daumens ansetzt, daher Verwechslungen leicht möglich sind.

Der *Extensor indicis proprius* ist bei meinem Gorilla ausserordentlich schwach, die Sehne so dünn, und legte sich so an die Sehne von dem *Extensor dig. communis* an, dass ich sie anfangs übersah. Doch ist ihre Gegenwart und ihr Verhalten interessant, weil, wie ich schon früher angegeben habe, (*Hylobates* p. 16) der Gorilla der einzige Affe ist, welcher einen eigenen nur für den Zeigefinger bestimmten Streckmuskel hat, während bei den übrigen mehr oder weniger ein *Extensor digitorum communis profundus* sich findet, welcher ausser für den Zeigefinger auch noch für andere Finger bestimmt ist. Immerhin bleibt es aber bemerkenswerth, dass der Muskel auch bei dem Gorilla so schwach ist, dass er schwerlich die charakteristische indicatorische Bedeutung desselben bei dem Menschen besitzt.

An der Hand meines Gorilla war die Haut und alle Theile so durch den Weingeist erhärtet, dass es nicht gelang, diese Haut ohne Verletzung der kleineren Muskeln herunterzubringen. Ich fand also auch keinen *Palmaris brevis*, welchen indessen Duvernoy beim Gorilla und Humphry, (*Journ. of Anat. and Physiol.* 1867. I. p. 267), beim Chimpanse erwähnt. Dennoch war ein *Abductor pollicis brevis* und unter demselben der *Opponens* mit Sicherheit nachzuweisen. Dagegen gelang es mir nicht, das Verhalten des *Flexor brevis* genau zu ermitteln; denn den äusseren Kopf konnte ich nicht sicher von dem *Opponens* und den inneren nicht sicher von dem *Adductor obliquus* trennen. Indessen erkannte ich so viel, dass dieser innere Kopf entweder wie bei dem Chimpanse und meistens bei dem Menschen ganz fehlt, oder wenigstens nur sehr schwach, wie bei dem Orang und *Hylobates*, entwickelt, und in die Tiefe gedrängt ist, wenn man nämlich den von dem *Os multangulum minus* entspringenden Theil des *Abductor obliquus*, als inneren Kopf des *Flexor brevis* betrachten will, obgleich er sonst weder in seinem Verlauf noch Ansatz an das innere Sesambein von jenem getrennt ist. Die beiden *Abductoren*, der *obliquus* und *transversus*, sind übrigens bei meinem Gorilla stark entwickelt. Duvernoy beschreibt im Text (p. 106) nur einen *Flexor brevis*, einen *Abductor* und einen aus zwei Portionen bestehenden *Opponens pollicis*. In der Beschreibung der Abbildungen aber findet sich ein

Abductor brevis, ein Opponens, ein Flexor brevis und ein Adductor. Auch Macalister beschreibt einen zweiköpfigen Abductor, Opponens Adductor und einen zweiköpfigen Flexor brevis und gibt auch eine Abbildung. Ebenso Dr. Chapman dessen Abbildung aber sehr unvollkommen ist.

Bei dem Orang findet sich indessen, wie ich an dem Dresdener Exemplar sehe, und auch Herr Prof. Langer soeben (l. l. p. 7) angibt, ein eigenthümliches Verhältniss. Hier findet sich ein Abductor, Opponens und äusserer und innerer Kopf des Flexor brevis, aber neben dem inneren Kopfe noch ein selbstständiger kleiner Muskel, dessen Sehne an die zweite Phalange sich ansetzt und die Stelle des Flexor longus vertritt. Dann sind die Adductoren durch zwei Muskeln vertreten, deren einer von dem Os metacarpi III an die Basis der ersten Phalange, der zweite von dem Os Metacarpi II entspringt und sich an den Mittelhandknochen des Daumens ansetzt, auch in die Strecksehne übergeht. Herr Prof. Langer nennt Letzteren einen zweiten Opponens, was er auch seiner Insertion nach unstreitig ist. Doch möchte ich glauben, dass, während der erste Muskel dem Adductor obliquus entspricht, der zweite den Adductor transversus darstellt, der Ursprung des ersten und der Ansatz des zweiten aber die auffallenden Abweichungen durch das grosse Missverhältniss des kleinen Daumens zu den langen übrigen Fingern erfahren haben. Man müsste sonst sagen, dass der Adductor obliquus fehle und ausser dem Adductor transversus ein eigener, nur bei dem Orang vorhandener, Adductor opponens vorhanden sei.

Uebrigens verweise ich in Beziehung auf diese Muskeln auf meinen Aufsatz in den Sitzungsberichten der k. bayer. Ak. d. W. 1870 I. p. 303 und Hylobates (p. 215. 19.)

Der kleine Finger des Gorilla besitzt einen Abductor, Flexor brevis und Adductor oder Opponens.

Die sieben Interossei verhalten sich wie beim Menschen; nur ist die innere, von dem lateralen Rande der Mittelhandknochen des 3. und 4. Fingers entspringende Partie der entsprechenden Interossei externi so stark entwickelt, dass dieselbe gewissermassen eigene Muskeln darstellt deren Sehnen auf den Rücken der ersten Phalange übergeht und sich hier mit der Strecksehne verbindet, während der andere Theil

jedes Muskels sich an die Basis der ersten Phalange ansetzt. Anfangs war ich versucht die erst genannten Theile der Interossei externi für die *Contrahentes digitorum* der Affenhand zu halten; allein sie entsprechen denselben weder nach Ursprung, noch Ansatz, noch Funktion, so dass ich für den Gorilla das Fehlen dieser *Contrahentes*, wenigstens nach meinem Exemplar, aussprechen muss. Weder Duvernoy, noch Huxley, noch Chapmann, noch Macalister sagen irgend Etwas von diesen *Contrahentes*. Huxley sagt die Interossei der Hand seien an jeder Seite jeden Fingers doppelt (also müssten acht vorhanden sein). Die mehr auf dem Rücken gelegenen inserirten sich an der Seite der ersten Phalanx; die anderen verbänden ihre Sehnen mit der Extensoren-Sehne und seien die Extensoren der letzten Phalanx; was ich nicht wohl verstehe.

Macalister sagt: *The palmar interossei were one-headed, adductors for the index, annularis and medius, together with an extra abductor for the medius.* Ich glaube diese letztere Angabe bezieht sich auf den eben erwähnten stark entwickelten inneren Theil des *Interosseus externus tertius*. Wird man daher nicht etwa bei einem erwachsenen Gorilla noch Spuren der von der tiefen Handfascie entspringenden *Contrahentes* finden, so wird es dabei bleiben, dass dieser Affe in dieser Hinsicht sich mit dem Orang, an dessen Hand ich auch bei dem mir jetzt vorliegenden Exemplar keine *Contrahentes*, ebensowenig wie Herr Prof. Langer bei dem seinigen, finde, von allen anderen unterscheidet, und dem Menschen anschliesst.

5. Muskeln der unteren Extremität.

Ich erwähne zunächst, dass mein Gorilla an dem mehr als eine Halbkugel bildenden Schenkelkopf ein ansehnlich langes *Ligam. teres* besitzt.

Von den Hüftmuskeln finde ich über den *Psoas major*, *Psoas minor* und *Iliacus internus* Nichts zu bemerken.

Die Gesässmuskeln sind schwach und besonders gilt das von dem *Gluteus maximus* für seine vom Hüftbein, Kreuzbein und Steissbein entspringenden Theile. Dagegen ist der vom *Ligamentum sacro tuberosum* und der *Tuberositas Ischii* entspringende Theil stark entwickelt, und setzt sich der Muskel auch nicht nur unterhalb des *Trochanter major*, sondern noch eine ansehnliche Strecke weiter hinab an das *Labium ex-*

ternum der *Linea aspera* fest. Herr Prof. Henke hat mich vor einigen Jahren darauf aufmerksam gemacht, dass bei dem Orang ein Theil der von dem *Tuber ossis ischii* entspringenden und an die *Linea aspera* ansetzenden Fasern nicht dem *Gluteus maximus* sondern dem langen Kopf des *Biceps* angehören. Dieses ist, wie auch soeben Herr Prof. Langer l. l. p. 10 angibt, für den Orang ganz richtig, von dem ich p. 28 meiner Schrift über *Hylobates* auch nur gesagt hatte, dass bei ihm die Fasern des *Gluteus* sich bis zur Mitte des Oberschenkels an die *Linea aspera* festsetzen, allerdings pag. 31 aber nicht angegeben habe, dass sich auch der lange Kopf des *Biceps* an dieselbe *Linea aspera* festsetzt. Bei dem Gorilla ist dieses nun nicht der Fall, sondern die an die *Linea aspera* sich ansetzenden Fasern gehören alle dem *Gluteus maximus* an, wie dieses auch Duvernoy und Huxley angeben. Dieser Theil des *Gluteus* ist von Einigen als eigener Muskel beschrieben und *Ischio-femoralis* benannt worden. Ich habe schon bei dem *Hylobates* darauf aufmerksam gemacht, dass diese ganze Entwicklung und Anordnung des *Gluteus maximus* offenbar darauf hinweist, dass seine Wirkung bei diesen Anthropoiden-Affen sich nicht vorzugsweise auf die Aufrichtung des Stammes auf den unteren Extremitäten, sondern auf die Rückwärts- und Aufwärtsziehung der unteren Extremität bezieht, wie dieses bei dem Klettern vorzugsweise zur Anwendung kommt. Und dieses gilt auch vom Gorilla. Der *Gluteus medius* entspringt vom ganzen Hüftbeinkamme, vom Kreuzbein und dem oberen Theile der hinteren Fläche des Hüftbeines; der *Gluteus minimus* entspringt weniger von dieser hinteren Fläche, als vom vorderen Rande des Hüftbeins und vom Sitzbein und entspricht in diesem Ursprunge mehr dem *Scansorius* der übrigen Affen, welcher aber dem Gorilla wie dem *Hylobates* fehlt.

Duvernoy und Chapmann erwähnen des *Scansorius* beim Gorilla gar nicht und Macalister sagt, er sei bei demselben mit dem *Gluteus medius* vereinigt. Es wird also doch wohl daraus hervorgehen, dass er wirklich fehlt.

Rücksichtlich dieses Muskels habe ich pag. 29 meiner Schrift über den *Hylobates* gesagt, dass er bei dem Orang besonders stark entwickelt und von dem vorderen Rande des *Gluteus minimus* durch einen ansehnlichen Zwischenraum getrennt sei, was bei dem von mir untersuchten

Chimpanse und Hylobates so wenig der Fall war, dass man ihn für eine Partie des Letzteren halten könne. Das scheint nun auch in anderen Fällen bei dem Orang der Fall zu sein, so dass Herr Prof. Henke, wie er mir mittheilte, wirklich glaubte, dass er bei dem auch von ihm untersuchten Orang aus Dresden nicht mit dem Gluteus, sondern mit dem Iliacus internus zusammenhänge. Allein ich habe mich bei demselben Thiere überzeugt, dass er doch, und zwar ganz ansehnlich entwickelt, sich findet, nur auf der rechten Seite, die Hr. Prof. Henke allein untersucht hatte, schwerer als auf der linken von dem Gluteus minimus zu trennen war. Das Muskelbündel, welches Hr. Prof. Henke für den Scansorius hielt, ist dasselbe, welches ich bei dem Hylobates (l. l. p. 29) und anderen Affen beschrieb, und auch für einen Theil des Ileo-Psoas hielt, von dem dasselbe aber durch die Ursprungssehne des Rectus femoris getrennt ist. Auch Herr Prof. Langer beobachtete bei seinem Orang den Scansorius (l. l. p. 10).

Auch bei einem Chimpanse aus Dresden habe ich mich auf's neue überzeugt, dass der Scansorius vorhanden ist, obgleich er ebenfalls schwerer von dem Gluteus minimus zu trennen war. Macalister sagt, dass er in einem Chimpanse mit dem Gluteus medius, in einem anderen mit dem minimus verbunden gewesen sei, und da auch Champney's (Journal of Anat. and Physiol. VI. 1871/72 pag. 193) ihn, wenn gleich unvollkommen von dem Gluteus minimus getrennt, bei dem Chimpanse fand, so scheint das Resultat sich doch dahin zu entscheiden, dass dieser Muskel sich bei dem Orang und Chimpanse findet, bei dem Gorilla und Hylobates fehlt.

Der Pyriformis ist bei meinem Gorilla so sehr mit der unteren Partie des Gluteus medius vereinigt, dass man ihn nur als denjenigen Theil dieses Muskels bezeichnen kann, der von der vorderen Fläche des Kreuzbeines entspringt und durch die Incisura ischiadica major aus dem Becken austritt. Auch Macalister sagt, dass derselbe in seinem Falle untrennbar von dem Gluteus medius gewesen sei; da ihn aber Duvernoy als einen ganz getrennten und ansehnlichen Muskel (unter dem Namen Pyramidalis) beschreibt und abbildet, und da es auch bei den Chimpanses vorkommt, dass er bald getrennt, bald vereinigt mit dem Gluteus medius ist, so muss diese Verschiedenheit wohl bei beiden Thieren als eine individuelle Varietät betrachtet werden.

Die beiden Obturatorii verhalten sich wie gewöhnlich, nur dass der internus ganz mit dem Quadratus femoris zusammenhängt. Von den beiden Gemellis kann ich bei meinem Gorilla nur den unteren, vom Tuber Ischii entspringenden, nicht auch den oberen von der Spina erkennen, während Duvernoy und Macalister beide beschreiben.

Der Tensor fasciae latae ist bei dem Gorilla wie bei allen Affen nur schwach entwickelt; auch der Sartorius ist schwach, dagegen der Gracilis relativ viel stärker wie bei dem Menschen.

Die Adductoren Gruppe ist auch bei dem Gorilla stark entwickelt, und man kann sie leicht in fünf Muskeln zerlegen, indem nicht nur ein Pectineus, Adductor longus, brevis und magnus vorhanden sind, sondern von der Crista pubis zwei Muskeln entspringen, welche Duvernoy beide zum Pectineus rechnet, deren inneren man aber auch zum Adductor brevis rechnen könnte, weil er sich mit dessen Sehne vereinigt. Macalister unterscheidet einen Adductor primus, or condyloid Adductor, einen Adductor magnus, brevis and longus and Pectineus. Von dem Extensor cruris d. i. Rectus, Vastus internus, externus und Cruralis, wüsste ich Nichts Besonderes zu vermelden.

Von den Flexoren des Unterschenkels ist auch bei dem Gorilla der Biceps ganz in zwei Muskeln getrennt; ich habe aber schon gesagt, dass sich der lange Kopf nicht auch an die Linea aspera des Oberschenkels ansetzt, wie beim Orang, sondern er setzt sich nur an die Fibula an und geht stark in die Fascia cruris über; der kurze Kopf ist stark, setzt sich an das Capitulum fibulae und geht auch in die Fascie über. — Der Semimembranosus und Semitendinosus sind wie bei den anderen Affen stärker fleischig als beim Menschen und verdienen ihre Bezeichnung eigentlich nicht; doch sagt Macalister von dem Semitendinosus seines Gorilla: It has its usual inscriptions.

An dem Unterschenkel ist der Tibialis anterior bei meinem Gorilla eigentlich nur einfach vorhanden, und theilt sich seine Sehne nur etwas vollständiger wie bei dem Menschen in zwei Theile zum Ansatz an das erste Keilbein und an die Basis des Mittelfusssknochens der grossen Zehe. Ueber den Extensor hallucis longus und Extensor digitorum communis longus finde ich Nichts zu bemerken, als dass auch

dem Gorilla jener bei dem Menschen als *Peroneus tertius* bezeichnete Theil des *Extensor communis longus* fehlt.

Die Flexoren des Fusses: *Gastrocnemii* und *Soleus* sind auch bei dem Gorilla schwach, doch gehen auch hier die Muskelfasern bis herunter an das Fersenbein, so dass die Achillessehne nicht so wie bei dem Menschen hervortritt. Auffallend ist es, dass Macalister von seinem Gorilla sagt, dass die beiden Köpfe des *Gastrocnemius* nicht von einander zu trennen gewesen seien, was sich wohl nur auf ihren unteren Theil beziehen kann. Dass der *Soleus* bei dem Gorilla Macalisters einen schwachen Ursprung auch von der *Tibia* besass, ist wohl nur eine individuelle Varietät, da dieses weder in dem Falle von Duvernoy noch Chapman noch bei meinem Thiere der Fall war.

Der *Plantaris* fehlt, wie es scheint, bei dem Gorilla immer, da keiner der Autoren denselben auffand. Es scheint dieses auch bei dem Orang und *Hylobates* der Fall zu sein, wo denselben ebenfalls Niemand ausser Sandifort beobachtete. Anders verhält es sich bei dem Chimpanse. Auch bei diesem hatte ich ihn an dem von mir bei Abfassung meiner Schrift über den *Hylobates* untersuchten Thiere auf der rechten Seite vermisst und deshalb den *Plantaris* unter die Muskeln gerechnet, durch deren Fehlen sich die Anthropoiden sogar mehr von dem Menschen unterscheiden, als die anderen Affen, welche denselbe besitzen. Nun fand aber Herr Prof. Brühl in Wien den *Plantaris* bei einem von ihm untersuchten Chimpanse, wo ihn auch Vrolik unter dem Namen *Jambier grêle* angibt, (l. l. p. 23 und 36) was mir entgangen war. Dieses hat nun gedachtem Herrn Professor Gelegenheit geboten, sich mit viel Emphase und Behagen in der Wiener medicinischen Wochenschrift 1871 Nr. I. pag. 4 gegen mich und gegen den von mir ausgesprochenen Satz zu erklären, obgleich der Herr Professor selbst die Ueberlegung aussprach, dass bei der Untersuchung nur weniger Individuen, mit Recht die Frage entstehen könne, ob die etwaigen Befunde Regel oder Ausnahme seien, wobei er wohl so billig hätte sein können vorauszusetzen, dass bei dem von mir untersuchten Exemplare von Chimpanse der *Plantaris* wirklich gefehlt habe. Ich habe damals alsbald auch die linke Extremität unseres Chimpanse präparirt und an ihr, sowie später an einem anderen Exem-

plare auf beiden Seiten den Plantaris leicht gefunden. Auch Sandifort, Huxley und Humphry geben ihn beim Chimpanse an. Gratiolet und Alix vermissten ihn auf beiden Seiten; Macalister auf der rechten Seite, Wilder auf der linken Seite; ganz fehlte er in den von Traill und Embleton untersuchten Objecten, so dass derselbe also gerade beim Chimpanse sehr variabel zu sein scheint. — Was den Orang betrifft, so ist Sandifort: (Verhandl. over d. naturl. Geschiedenis de Neederl. overzee. Bezittingen 1839 — 1849, p. 50,) der einzige Autor, welcher den Plantaris bei diesem Affen nennt und sagt, dass seine Sehne in die Aponeurosis plantaris übergehe. Owen erwähnt seiner in seiner Abhandlung in den Proceedings of the zool. Soc. of London I. 1830—1831 gar nicht. Cuvier sagt in seinem grossen Muskel-Kupferwerk I: Il n'y a point de plantaire grêle, ou plutôt il se confond intîmement dans sa longueur avec le gastrocnemien interne. Duvernoy fand den Muskel bei drei Exemplaren des Orang nicht. Ebensowenig Church (Nat. Hist. Review. 1862. June.) und auch den beiden von mir untersuchten Orang fehlte er. Ich kann also wohl bei meiner Aussage bleiben, dass dieser Muskel zu denjenigen gehört, durch dessen Fehlen die Anthropoidenaffen sich weiter von dem Menschen entfernen, als die übrigen Affen.

Der Popliteus ist bei dem Gorilla ganz kräftig entwickelt, und nachdem ich sehe, dass dieses bei allen vier Anthropoiden in beträchtlichem Grade der Fall ist, und der Muskel bei ihnen fleischiger, weniger sehnig und straff als bei dem Menschen ist, das Kniegelenk bei den Affen auch weit mehr als bei dem Menschen eine Pronation und Supination gestattet, so nehme ich meinen Widerspruch gegen die von Meckel und Huxley aufgestellte Homologisirung dieses Muskels mit dem Pronator teres (Anat. des Hylobates pag. 54) zurück. Dabei steht seiner gleichzeitigen Wirkung auf Spannung der Gelenkkapsel Nichts entgegen. Bei dem Menschen, dessen Knie eine grössere Festigkeit und Unbeweglichkeit haben musste, ist diese letzte Funktion allein geblieben; aber bei den Affen ist der Popliteus offenbar auch Pronator. Mehrere Autoren haben in dem Popliteus von Anthropoiden einen Sesamknorpel beschrieben, Macalister auch bei seinem Gorilla. In meinem Exemplar des Gorilla ist kein solcher vorhanden, aber wohl bei dem Orang.

Von dem Peroneis finden sich beim Gorilla nur zwei; der Peroneus

longus und brevis, ein parvus fehlt und selbst über die als Rudiment desselben zu betrachtende, am äusseren Fussrande verlaufende, sich mit der Strecksehne der kleinen Zehe verbindende und vom Peroneus brevis ausgehende Sehne, blieb ich zweifelhaft. Diese Sehne hatte ich auch bei dem früher von mir untersuchten Chimpanse vermisst, und da, wie ich damals glaubte, weder sie noch der Peroneus parvus von irgend Jemand bei einem anthropoiden Affen angegeben worden war, so rechnete ich das Fehlen dieser Sehne bei diesen Anthropoiden zu den Punkten, in welchen diese Anthropoiden verschiedener von dem Menschen seyen, als ihre niederen Stammverwandten, bei welchem sich nicht nur diese Sehne, sondern auch der zugehörige Muskel findet. In Beziehung auf den Chimpanse und die betreffende Sehne war dieses indessen schon damals ein Irrthum von mir. Bereits 1864 sagte Huxley l. l. p. 429 vom Chimpanse er besitze a very small muscular Slip, arising from the calcaneum, apparently detached from the abductor digiti minimi, and ending in a tendon inserted into the base of the fifth metatarsal bone, which might be called abductor ossis metacarpi quinti. Und weiter hin heisst es: Although not hitherto noticed in anatomical works, Mr. Wood has frequently seen in the human foot a muscle precisely corresponding to that above described. Von dem Gorilla sagt Huxley p. 538 nur: The peroneus tertius were at all absent, und ebenso vom Orang p. 586, und pag. 646 vom Hylobates. Auch Gratiolet und Alix haben in ihrem Werke über Troglodytes Aubryi (1866 pag. 198) die genannte Sehne beschrieben. Sie sagen: En sortant de sa dernière gaine (derrière la malléole) le Perone court emett un tendon egal en volume à celui d'un muscle lombrical, qui après avoir envoyé une petite expansion sur l'apophyse du cinquième metatarsien, se place au côté externe et dorsal de cet os ou il est retenu dans une long gaine fibreuse et se rend au côté externe du cinquième doigt, ou il représente un digitation du muscle pédieux. Aber auch Herr Prof. Brühl fand später bei dem von ihm untersuchten Chimpanse die betreffende Sehne und diente ihm dieselbe l. l. p. 78 zu einer weiteren ausführlichen Apostrophe gegen mich. Eine Revision bei dem von mir untersuchten Chimpanse ergab erneuert, dass sich bei diesem Exemplar keine Spur der Sehne fand; allein bei dem zweiten, jetzt von mir präparirten Chimpanse aus Dresden, ist dieselbe auf beiden Seiten

vorhanden. Macalister drückt sich in Beziehung auf den von ihm untersuchten Gorilla etwas zweifelhaft aus. Er sagt: The peroneus longus is weaker than the brevis; the peroneus quinti exists as a tendon in both (Gorilla and Chimpanse); there is no peroneus tertius. Champenys beschreibt ebenfalls l. l. p. 202 vom Chimpanse eine vom Peroneus brevis ausgehende Sehne, welche längs des Mittelfusssknochens der kleinen Zehe verlaufend, sich mit der Strecksehne der genannten Zehe (and lumbricalis?) verbinde. Vom Orang wird nirgends etwas von einem Peroneus parvus oder von der genannten Sehne des Peroneus brevis erwähnt. Cuvier bildet dieselbe Tab. 19, Fig. 3 seines Muskelwerkes beim Orang nicht ab, und ich habe bei dem Dresdener Orang Nichts von derselben finden können.

Herr Dr. Ruge (Morphol. Jahrbuch Bd. IV. 1878 p. 632) sagt auch, dass der Ext. brev. dig. V, für welchen er den Peroneus parvus hält, beim Orang, den er selbst untersuchte, ganz zu Grunde gegangen sei, also auch jene Sehne gefehlt habe. Wenn er hinzufügt, Vrolik habe diese Sehne beim Chimpanse angegeben, so ist dieses ein Irrthum. Weder pag. 23 bei der Beschreibung der Peronei beim Chimpanse, noch pag. 38 bei der vergleichenden Betrachtung findet sich eine Erwähnung derselben und Fig. 2, Tab. V zeigt auch Nichts von derselben.

Herr Prof. Langer gibt l. l. p. 13 an, dass er bei dem von ihm untersuchten Orang, linkerseits ein in die Fascienkapsel der Peronei einbezogenes, spulrundes Muskelchen fand, welches sich mit einer langen feinen Sehne noch ober dem unteren Viertheile der Fibula anheftet, und nachdem es den Knöchel umgangen hat, sich an dem Kleinzehehrande der Fusswurzel bis gegen die Basis Metatarsi V fibrös ansetzt. Herr Prof. Langer will denselben indessen nicht für das Rudiment des Peroneus parvus gelten lassen, weil daraus keine Sehne für die kleine Zehe aufzufinden war, sondern mit jenem Muskel vergleichen, der sich selten bei dem Menschen findet, sich in der Gegend des Fersenbeines festsetzt und von Otto Peroneus quartus, von Linhart Tensor membranae synovialis tarsi genannt wurde.

Das Resultat läuft also, wie in Betreff des Plantaris, darauf hinaus, dass meine Bemerkung zwar nicht auf den Chimpanse passt, der in Beziehung auf dieses Rudiment des Peroneus parvus dem Menschen ebenso nahe

steht, als seine niederen Verwandten, wohl aber auf die drei anderen Anthropoiden.

Ueber die Bedeutung dieses unter den Anthropoiden beim Chimpanse durch eine Sehne repräsentirten Muskels, herrscht eine ziemliche Verschiedenheit, ja Verwirrung der Ansichten, welche ganz besonders dadurch unterstützt wird, dass der Muskel sehr verschiedene Namen hat, unter welchen besonders seine Bezeichnung als *Peroneus tertius* sehr schlimm wirkt, weil durch dieselbe eine Verwechslung mit dem bei dem Menschen als *Peroneus tertius* bezeichneten Theile des *Extensor digitorum communis longus* veranlasst wird.

Gewöhnlich, (z. B. auch von Prof. Brühl) wird Meckel als derjenige bezeichnet, welcher den dritten *Peroneus*, d. h. meinen *Peroneus parvus*, zuerst bei den Säugethieren beschrieben haben soll. Dieses ist aber besonders in Beziehung auf die Affen durchaus nicht der Fall.

Meckel sagt in seinem System der vergl. Anatomie Bd. III, p. 625. Es finden sich im Allgemeinen zwei äussere Heber oder Beuger des Fusses; die Wadenbeinmuskeln, der obere längere . . . und der untere kurze. Von letzterem sagt er weiter pag. 629: Die Sehne des Kurzen spaltet sich beim Menschen gewöhnlich in zwei Schenkel, von denen der eine sich an den Höcker des fünften Mittelfussknochens, der andere an den äusseren Rand der vierten Sehne des langen Zehenstreckers und an den vierten oberen Zwischenknochenmuskel ansetzt.

Auch in dem Handbuch der menschlichen Anatomie II. pag. 590 beschreibt Meckel von dem *Peroneus brevis* zwei Sehnen deren äussere sich an den Höcker des Mittelfussknochens, die innere längere sich theils an die Mitte der oberen Fläche des Körpers dieses Knochen theils, sich abermals spaltend, an den äusseren Rand der vierten Sehne des langen Zehenstreckers hefte, theils an der oberen Fläche des vierten äusseren Mittelfussmuskels verliere. Er fügt dann noch hinzu er entspreche zum Theil dem kleinen Strecker des fünften Fingers.

Er sagt dann weiter, diese beiden Muskeln, (*Peroneus longus* und *brevis*) seien nicht bei allen Thieren vorhanden, und beschreibt ihre Anordnung in den verschiedenen Ordnungen der Säugethiere, unter denen sich allerdings mehrere finden, bei denen der *Peroneus brevis* sich mit seinen Sehnen mehr oder weniger über den Rücken der 5., 4. selbst

3. Zehe verbreitet, sich bei dem Ameisenfresser in zwei Köpfe spaltet, auch bei dem Aï doppelt ist, bei welchem auch der *Peroneus longus* zwei Köpfe hat etc. Allein nirgends sagt Meckel einfach, dass sich zwischen *Peroneus longus* und *brevis* noch ein dritter Muskel, nämlich eben mein *Peroneus parvus* findet, vielmehr von den *Quadrumanen* sagt er pag. 629 ganz bestimmt, dass sich bei ihnen, wie bei dem Menschen nur die beiden gewöhnlichen Wadenbeinmuskeln finden.

Weiter spricht Meckel p. 637 der vergleichenden Anatomie von den Zehenstreckern und unterscheidet einen langen und einen kurzen gemeinschaftlichen, und einen langen der grossen Zehe, und sagt pag. 638: Ausserdem finden sich nicht selten mehrere eigene Strecker vorzüglich der äusseren Zehen, die bei anderen Thieren, namentlich, wie sich nachher ergeben wird, bei dem Menschen, durch den unteren Theil des langen Streckers, der gewöhnlich hinten am fünften Mittelfussknochen stehen bleibt und den Namen des dritten Wadenbeinmuskels führt, angedeutet worden. Pag. 647, welche Stelle Prof. Brühl besonders citirt, wird dieser dritte Wadenbeinmuskel, d. h. der untere Theil des langen Streckers bei dem Seehunde und Marder als „eigener Strecker der fünften Zehe, vom gemeinschaftlichen getrennt“, beschrieben.

Endlich erwähnt Makel pag. 649 dieses fünften von dem langen Zehenstrecker nur künstlich trennbaren Bauches, der den Namen des dritten Wadenbeinmuskels führe, von dem Menschen, und sagt: Unstreitig ist wohl dieser Muskel derselbe, der bei den Affen und mehreren anderen Thieren als eigener Strecker der fünften, selbst vierten Zehe erscheint. Man sieht also, dass Meckel in keiner Weise unseren *Peroneus parvus* gekannt hat.

Dagegen ist Burdach d. J. wie mir scheint der Erste, welcher 1838 in dem neunten Bericht von der kgl. anat. Anstalt zu Königsberg, herausgeben von Rathke, p. 46, den in Rede stehenden *Peroneus parvus* aber leider unter der Bezeichnung von *Peroneus tertius*, beschreibt, und ihn bei den Affen als einen *Abductor digiti quinti longus* bezeichnet; fälschlich glaubt auch er, dass Meckel diesen Muskel als eigenen Strecker der fünften Zehe bezeichne, während derselbe wie gesagt nur von dem *Peroneus tertius* des *Extens. dig. comm. longus* spricht.

Cuvier sagt in seinen *Leçons d'Anatomie comparée* Vol. I. p. 540:

Der Mensch hat drei Peronei, welche an das Wadenbein befestigt sind, und deren Sehnen hinter dem Malleolus externus verlaufen. Er unterscheidet sie als *Peroneus longus, brevis und medius*, und sagt von letzterem, er gehe bis zur ersten Phalange der kleinen Zehe und diene zum Abziehen derselben von den übrigen Zehen. Bei der Beschreibung der Extensoren der Zehen (p. 552) bei dem Menschen sagt er bei dem *Extensor digitorum communis longus* Nichts von dem als *Peroneus brevis* bei uns bekannten Bündel dieses Streckers, sondern beschreibt nur die vier Sehnen desselben zu den vier Zehen. Da nun der Mensch den dritten mit dem *Peroneus longus und brevis* verlaufenden Muskel (meinen *Peroneus parvus* der Affen) nicht, wohl aber den *Peroneus tertius* von dem *Extensor digit. comm. longus* besitzt, so muss man annehmen, dass Cuvier diesen unter der Bezeichnung als *Peroneus medius* verstanden hat, obwohl er seine Sehne hinter dem Malleolus verlaufen lässt, was nicht der Fall ist. Von einem *Peroneus medius*, weder einem mit den beiden anderen Peroneis. noch mit dem *Extens. dig. comm. longus* bei Affen oder anderen Säugethieren verlaufenden, sagt Cuvier in den *Leçons* absolut Nichts, woraus man abermals schliessen muss, dass er unter seinem *Peroneus medius* unseren *Peroneus tertius* des *Extens. dig. comm. longus* verstanden hat.

In dem grossen von Cuvier und Laurillard herausgegebenen Muskelkupferwerk werden in der Liste des *Muscles* im ersten Bande ebenfalls drei Peronei mit denselben Bezeichnungen: *Peronier long. ε*; *Peronier moyen ε'*; und *Peronier court ε''*; aufgeführt. Diese drei Bezeichnungen werden sodann durchweg bei den Affen zur Bezeichnung der wirklichen drei Peronei und die Bezeichnung *Peronier moyen ε'* zur Bezeichnung meines *Peroneus parvus* und seiner längs des äusseren Fussrandes zur kleinen Zehe verlaufenden Sehne benutzt. Für unseren *Peroneus tertius* von dem *Extens. dig. comm. longus* findet sich, da der Muskel und die Sehne bei den Thieren ganz fehlt, gar keine Bezeichnung. Leider aber wird bei dem Neger Pl. 8 und 9 die Bezeichnung *ε'* zur Bezeichnung dieses *Peroneus tertius* von dem genannten *Extensor* benützt, wodurch natürlich Verwirrung und Verwechslungen veranlasst werden. Auf Tab. 19, wo Fig. 3 die Muskeln des Unterschenkels und Fusses des Orang abgebildet sind, findet sich weder unter den Peroneis noch bei dem *Extensor dig. comm. longus* ein Muskel oder eine Sehne mit der Bezeichnung *ε¹*, woraus also folgen

würde, dass der Peronier court fehle. Allein die Zeichnung lehrt, dass dieses nicht gemeint ist, wie es auch in der Natur nicht ist; mit ϵ^2 ist wirklich der Peroneus brevis bezeichnet; der Peronier moyen ϵ' fehlt. Hiedurch wird die Verwirrung abermals vergrößert. Zum Ueberfluss sagt Cuvier in der Beschreibung: Je n'ai point trouvé le Peronier petit! wodurch die Verwirrung ihren Gipfel erreicht.

Ich habe oben schon erwähnt, dass Huxley die dem dritten Peroneus bei dem Chimpanse entsprechende Sehne und den betreffenden Muskel bei anderen Affen als Abductor ossis metacarpi quinti bezeichnet. In der Anatomie der Wirbelthiere wird dieses Muskels, wie überhaupt der Peronei, keine Erwähnung gethan, und nur gesagt, dass der Peroneus tertius (vom Ext. dig. comm. long.) dem Anthropomorphen fehle. In der Med. Times 1864. Vol. II p. 40 benennt Huxley den dritten Peroneus der Cynopithecini und die ihm entsprechende Sehne des Peroneus brevis beim Menschen als Peroneus quinti digiti. Henle sagt in seinem Handbuch der Anatomie I. 3. p. 293: Der kurze Strecker versorgt in der Regel nur die vier medialen Zehen; die fünfte erhält eine Sehne, die dasselbe leistet, vom Peroneus brevis. Dieselbe Homologie vertritt auch Dr. Ruge (l. l. pag. 631), der den betreffenden Peroneus der Affen geradezu Extens. brev. dig. quinti nennt. Dr. Ruge glaubt dabei die Homologie des Peroneus tertius des Menschen von dem Ext. dig. comm. longus, mit einem Extens. dig. quinti vom Ext. dig. comm. brevis verwerfen zu können, weil erstens beide gleichzeitig auftreten können, und zweitens der Peroneus III stets auf der vorderen Fläche des Unterschenkels als ein Theil des Extens. dig. comm. longus sich befindet, während der Extens. dig. II bei den Affen seine typische Lage hinter dem Malleolus bewahre. Was indessen ersteren Grund betrifft, so kommt als Varietät beim Menschen auch eine Sehne für die kleine Zehe vom Ext. dig. comm. brevis vor, und es müsste erst bewiesen werden, dass alsdann die Sehne vom Peroneus brevis für die kleine Zehe fehlt. Den zweiten Grund gestehe ich nicht zu verstehen, selbst wenn ich annehme, dass die Ziffer II ein Druckfehler statt V ist, da er mir gegen die Bedeutung der Sehne des Peroneus parvus als eines Streckmuskels, und mehr für die als eines Abductors (Huxley) zu sprechen scheint; denn die Lage spricht dafür, dass der Peroneus brevis der an den Unterschenkel hinaufgerückte Kopf des Ext. comm. brevis. dig. V. ist.

Ueber den *Tibialis posterior* wüsste ich bei dem Gorilla Nichts Besonderes zu berichten.

In Beziehung auf die Zehenmuskeln kann ich nur die Angabe Duvernoy's bestätigen, dass der *Flexor digitorum comm. brevis* als eigener Muskel nur schwach ist, und nur für die zweite und dritte Zehe die durchbohrte Sehne für die zweite Phalange abgibt. Die durchbohrten Sehnen für die vierte und fünfte Zehe kommen von zwei schwachen Muskelbündeln des *Flexor dig. comm. longus s. fibularis*. Dieser liefert vorzüglich die durchbohrenden Sehnen für die dritte Phalange der zweiten und fünften Zehe. Die entsprechende Sehne für die dritte und vierte Zehe liefert dagegen vorzüglich der *Flexor hallucis longus, s. digitorum communis tibialis*, der aber auch an den durchbohrenden Sehnen der 2. und 5. Zehe theiligt ist. Dieser *Flexor hall. longus*, der sehr kräftig entwickelt ist, theilt sich nämlich noch in dem untersten Theile seiner Muskulatur in zwei Theile, deren einer in die starke Sehne für die grosse Zehe übergeht, der andere sich mit der Sehne des *Flexor digit. comm. long.* verbindet und, wie gesagt, vorzüglich die durchbohrende Sehne für die 3. und 4. Zehe liefert, aber auch Antheil an denen der 2. und 5. Zehe hat. Von den vier durchbohrenden Sehnen entspringen bei meinem Gorilla vier kräftige *Lumbricales*.

Diese Anordnung der Sehnen der Beugemuskeln des Fusses bei meinem Gorilla stimmt, wie gesagt, fast genau mit der von Duvernoy gegebenen Beschreibung überein, ausser, dass die für die fünfte Zehe bestimmte Sehne des *Flexor brevis* bei Duvernoy nicht gespalten war. Macalister dagegen sagt: der *Flexor digit. brevis* war stark, sendete aber keine Sehne zur kleinen Zehe. Der *Flexor digitorum longus* sendete Sehnen zur 2., 3., 4. und 5. Zehe, der *Flexor hall. longus* zur 1., 2., 3. und 4. Zehe. In Beziehung auf den *Flexor dig. communis brevis* sagt Dr. Chapmann ebenfalls, dass er nur die durchbohrten Sehnen für die 2. und 3. Zehe abgebe, die Sehnen für den 3. und 4. Finger kämen vom *Flexor dig. comm. longus* und *Flexor hallucis longus*. Ersterer liefere dann die durchbohrenden Sehnen für die 2. und 3. Zehe, letzterer für die 3. und 4. Zehe. Duvernoy gibt 4 *Lumbricales* an; Huxley will nur zwei gesehen haben. Macalister erwähnt dieselben gar nicht und Chapmann sagt, sie waren gut entwickelt.

Mein Gorilla besitzt keine *Caro quadrata Sylvii* oder *Quadratus plantae*. Derselbe fehlte auch den von Duvernoy und Dr. Chapmann untersuchten Thieren, welche Letzterer diesen Muskel, wie die Engländer überhaupt, *Flexor accessorius* nennt. Dagegen sagt Huxley, derselbe sei beim Gorilla gut, und Macalister, er sei schwach entwickelt. Ich habe diesen Muskel bei keinem der von mir untersuchten Anthropoiden gesehen, ausser bei dem Dresdner Orang, wo er sich schwach entwickelt findet. Gratiolet und Dr. Chapmann wollen denselben aber zuweilen beim Chimpanse gesehen haben; Humphry (*Journ. of Anat. and Phys.* 1867, p. 254) sah ihn ebenfalls bei einem Chimpanse auf einer Seite; bei einem zweiten auf beiden Seiten schwach entwickelt; bei einem Orang fehlte er, wogegen ihn Herr Prof. Langer (l. l. p. 14) bei dem von ihm untersuchten Orang wieder sah und abbildet.

Von dem *Extensor digitor. communis brevis* kann ich nur sagen, dass der für die grosse Zehe bestimmte Theil desselben kräftig entwickelt und stark von den übrigen getrennt ist; die kleine Zehe bekommt keine Sehne von diesem *Extensor brevis*.

Die grosse Zehe besitzt nach meiner Anschauung 1) einen stark entwickelten *Abductor*; 2) einen *Flexor brevis*, dessen medialer Kopf stark entwickelt ist und sich mit dem *Abductor* verbindet, während sein lateraler Kopf sehr schwach und in die Tiefe gedrängt ist, auch nicht mehr von den Fusswurzelknochen, sondern vom Mittelfusssknochen der grossen Zehe entspringt, und sich mit dem *Adductor obliquus* verbindet; 3) einen *Adductor obliquus* und 4) einen besonders stark entwickelten und in vier, von den vier lateralen Mittelfusssknochen entspringenden, Bündeln zerlegten *Adductor transversus s. Transversalis plantae*. Duvernoy beschreibt dagegen nur einen *Abductor* einen einköpfigen *Flexor brevis* und einen *Adductor obliquus* und *transversus*; Macalister einen *Abductor*, einen einköpfigen *Flexor brevis* und nur einen *Adductor* aber einen *Opponens*.

Auch Halford will beim Gorilla einen *Opponens hallucis* gefunden haben, der vom inneren Keilbein entspringe, und sich an den *Metatarsalknochen* der grossen Zehe der ganzen Länge nach inserire, wobei er sich auch auf Duvernoy beruft. Allein wie schon Willie Thomson (*The transversalis pedis on the foot of Gorilla* p. 9) bemerkt, sagt Duvernoy nur, dass der

Opponens von dem Flexor brevis zugleich repräsentirt werde. In der That finde auch ich keinen Opponens, und was man dafür gehalten, ist, wie ich vermuthe, nur der in die Tiefe gedrängte laterale Kopf des Flexor brevis. Nur beim Orang finde ich mit Cuvier, Owen Huxley und Langer einen Opponens hallucis.

Die kleine Zehe besitzt einen Abductor und einen mit demselben genau verbundenen Flexor brevis, aber auch einen Opponens, in sofern mit dem Flexor brevis entspringende Muskelfasern vorhanden sind, die sich an den lateralen Rand des Mittelfussknochens ansetzen. Duvernoy beschreibt nur einen Abductor und Flexor brevis, den er aber auch Opposant nennt. Macalister führt einen Abductor, Flexor brevis und Adductor an, welchen letzteren ich nicht verstehe, da Macalister auch einen Interosseus für die kleine Zehe angibt.

Dr. Ruge fand bei seinen Untersuchungen über die Entwicklungsvorgänge an der Muskulatur des menschlichen Fusses (Morpholog. Jahrbuch Bd. IV. Supplem. 1878 p. 127), dass die kleine Zehe im Anfang keinen Opponens besitzt. Erst durch die Aberration von Muskelfasern des Flexor brev. dig. min. auf das Köpfchen und die Aussenfläche des fünften Metatarsalknochens wird allmählig die Anlage eines Opponens bemerkbar und kommt an die untere Fläche des Flexor zu liegen. Noch später zeigt er eine Abnahme und es kommt (wie gewöhnlich) beim Erwachsenen zu einem gänzlichen Schwunde. Daran schliesst sich an, dass bei den Anthropoiden und Affen überhaupt, zuweilen ein Opponens dig. minimi vorkommt, zuweilen fehlt. Ich sah einen solchen wie Gratiolet auch bei einem Chimpanse.

Die Interossei verhalten sich bei meinem Gorilla auffallender Weise wesentlich wie am Fusse des Menschen, d. h. die zweite Zehe hat zwei interossei externi. Dieses war an dem Exemplar von Duvernoy nicht der Fall, sondern die dritte Zehe hatte zwei Interossei externi wie die Hand des Menschen. Da dieses auch bei allen anderen Anthropoiden und Affen der Fall ist, so war daraus ein Moment der Uebereinstimmung des Fusses der Affen mit einer Hand zu entnehmen. Bei meinem Gorilla ist dieses nun nicht der Fall, sondern sein Fuss verhält sich in dieser Hinsicht wie der Fuss der Menschen. Ausserdem fand sich noch eine Verschiedenheit zwischen dem rechten und linken Fusse, denn an diesem

hatte die dritte Zehe zwei Interni, die vierte wieder zwei Externi und die fünfte einen Internus. Der linke Fuss hat dagegen an der dritten und vierten Zehe, an jeder einen Externus und einen Internus, an der fünften den dritten Internus. Macalister sagt, dass sich bei seinem Gorilla die Interossei des Fusses wie die der Hand verhalten, stimmt also mit Duvvernoy überein. Nur sei der zweite Abductor für die Mittelzehe nicht vorhanden, der sich an dem Mittelfinger fand. Ich kann diesen nur für einen besonders stark entwickelten Kopf des Externus tertius halten, der aber hier am Fuss auch nicht vorhanden war.

Nach den Untersuchungen des Hr. Dr. Ruge (Morphologisches Jahrbuch Bd. IV Supplem. 1878 p. 127) wären Varietäten in der Anordnung der Interossei, namentlich der dorsales nicht besonders auffallend. Denn derselbe will durch seine embryologischen Untersuchungen gefunden haben, dass namentlich die Interossei dorsales ursprünglich nicht zweiköpfig sind, sondern aus zwei Muskelgruppen zusammengesetzte Gebilde, aus einem plantaren und einem dorsalen Muskel, welcher letztere von dem Extensor digitorum communis abzuleiten sei.

Von den *Contrahentes digitorum* konnte ich auch an dem Fusse meines Gorilla keine Spur nachweisen. Dr Ruge ist (l. l. p. 645) geneigt den Adductor hallucis zu den Contrahentes zu rechnen, weil beide bei dem Orang von dem Ramus profundus des N. plantaris externus versorgt werden, während der Abductor hallucis und der Flexor brevis ihre Nerven von dem N. plantaris internus erhalten.

Aus dieser Untersuchung der Muskeln des Gorilla ergibt sich dass:
Erstens dem Gorilla mehrere Muskeln fehlen, welche sich bei dem Menschen in der Regel finden und zwar:

Die äusseren Ohrmuskeln; der Sterno hyoideus; der Scalenus tertius; der Palmaris longus; der Flexor pollicis longus; der Extensor pollicis brevis; der Serratus posticus inferior; der Pyramidalis; der Gemellus superior; der Peroneus tertius (vom Extens. dig. comm.); der Tibial-Ursprung des Soleus; der Plantaris; die Caro quadrata.

Zweitens besitzt der Gorilla einige Muskeln, die dem Menschen fehlen, nämlich:

Der Latissimo-condyloideus und der Opponens der kleinen Zehe; es findet sich ein fünfter Adductor femoris. Zugleich kommen Verbindungen unter Muskeln und Muskelbündel vor, die der Mensch nicht besitzt z. B. eine Verbindung zwischen dem Brachialis internus und dem Pronator teres; des Biceps mit dem Coracobrachialis; Uebergang eines Bündels des Supinator longus in die Fascia antibrachii etc.

Drittens findet sich ein abweichendes Verhalten gleichnamiger Muskeln zwischen dem Gorilla und dem Menschen, nämlich:

Die Gesichtsmuskeln sind schwächer entwickelt und unvollkommen von einander getrennt. Das Platysma ist stärker; der Sternocleidomastoideus besteht aus zwei ganz getrennten Theilen; die Rhomboidei sind nicht getrennt, aber der einfache Muskel sehr stark; der Subclavius ist sehr schwach; der Rectus abdominis hat fünf Inscriptiones; der Obliquus externus hat einen ausgedehnteren Ursprung; die Flexoren der Finger sind in ihren Muskelbäuchen anders angeordnet; der Extensor indicis ist sehr schwach; die Daumenballen-Muskeln verhalten sich anders; die Interossei manus externi haben zum Theil sehr starke und getrennte innere Köpfe; der Gluteus maximus setzt sich weit herab an das Labium externum der Linea aspera an; der Pyramiformis ist von dem Gluteus medius nicht getrennt; der Obturator externus ist mit dem Quadratus femoris ganz vereinigt; der Tensor fasciae latae ist äusserst schwach; der Biceps femoris ist ganz in zwei Muskeln getrennt; der Semimembranosus und Semitendinosus verdienen diesen Namen nicht, denn sie sind ganz fleischig; der Popliteus ist sehr stark; der Tendo Achillis ist bis zur Ferse mit Muskelfasern besetzt. Die Sehnen der Flexoren der Fusszehen verhalten sich anders wie beim Menschen.

In der bei weitem grösseren Mehrzahl dieser Abweichungen stimmt der Gorilla sowohl mit den ihm zunächststehenden Anthropoiden als auch mit niedriger stehenden Affen überein. Er ist also in dieser Hinsicht bedeutend verschiedener von dem Menschen als von seinen übrigen Stammverwandten.

Sehr interessant ist die Uebersicht, welche Herr Prof. Langer in seiner erwähnten Abhandlung p. 18 über die bei dem Orang vorkommenden Abweichungen in der Anordnung der Extremitäten-Muskeln, von der des Menschen gibt.

Die Eingeweide.

1. Verdauungsorgane.

a. Zunge, Gaumen, Magen.

Das untersuchte Thier war, wie gesagt, weiblichen Geschlechtes und noch jung, besass aber alle 20 Milchzähne vollständig ausgebildet.

Die Zunge (Fig. II. a.) ist verhältnissmässig schmal, von der Basis des Kehldeckels bis zur Spitze 52 Mm. lang und 21 Mm. breit, wie 2,5:1. Die Zungenspitze ist mehr viereckig als rund, auf dem Rücken eine tiefe Längsfurche; wie weit an diesen Gestalt Verhältnissen die Erhärtung im Weingeist betheilig ist, ist schwer zu bestimmen. Duvernoy bezeichnet die Zunge seines Gorilla als verhältnissmässig breit (p. 187). Die Zungenspitze ist frei aber ein Zungenbändchen fehlt; die untere Fläche der Zungenspitze zeigt eine nach hinten divergirende Furche, deren Ränder von zarten Schleimhautfältchen begränzt werden. Die Mündungen der Ductus Whartoniani der Unterkieferdrüsen bilden keine solche Hervorragungen, Carunculae sublinguales, wie beim Menschen. Auf dem Rücken der Zunge stehen vorne zahlreiche Papillae filiformes, vereinzelt nicht grosse Papillae conicae; weiter hinten sieben oder vielleicht acht Papillae circumvallatae, auf beiden Seiten drei nach hinten convergirende, eine grössere hinten in der Mitte; sie bilden also wie beim Menschen eine V förmige Figur. Duvernoy beobachtete an seinem älteren Gorilla acht Papillae, zwei grosse und sechs kleine unregelmässig stehende. Auf der Abbildung sieht man nur vier. Bei dem jüngeren Exemplar sah er nur sechs ebenfalls unregelmässig stehende (l. l. p. 188).

In meinen Untersuchungen über die Eingeweide eines Chimpanse-Weibchen in den Mittheilungen aus dem kgl. zoolog. Museum zu Dresden Heft II p. 251 habe ich angegeben, dass bei demselben die Papillae circumvallatae, von hinten betrachtet, in der Form eines Y stehen, und angegeben, dass dieses wohl auch mit der Angabe von Huxley übereinstimmt, welcher ihnen die Stellung eines T zuschreibt. Ebenso beschreibt sie Duvernoy und bei zwei neuerdings von mir unersuchten Zungen von Chimpanse aus Dresden und Halle verhielten sie sich ebenso, nur befanden sich bei ersterem rechts nur zwei, links vier Papillen. Ich gab aber

schon an, dass Cavanna diese Papillen wie beim Menschen wie ein V stehend fand, und sehe, dass Wymann (Proceedings of the Bost. Soc. of nat. Hist. Vol. V 1856 p. 275) sagt, es fänden sich nur drei Papillae circumvallatae, ob im Ganzen oder auf jeder Seite wird nicht angegeben. Am Auffallendsten ist, dass Humphry (Journ. of Anat. and Physiol. 1866 I. p. 263) zwölf Stück dieser Papillen in einer Längsreihe in der Mitte Zunge und ausserdem noch zwei auf der einen und eine auf der anderen Seite stehend fand.

Sandifort bildet vom Orang sieben V förmig stehende Papillae circumvallatae ab und auch die Zungen der beiden von mir untersuchten Orang besitzen deren sieben, die bei beiden Thieren unsymmetrisch stehen.

Immerhin ist die geringe Zahl dieser Papillen bei den Anthropoiden bemerkenswerth, da der Mensch 14—18 derselben besitzt.

Am Auffallendsten war mir, dass weder bei dem Gorilla, noch bei irgend einem anderen Anthropoiden die Balgdrüsen an der Wurzel der Zunge jemals die starke Entwicklung und namentlich nie jene Oeffnungen derselben zeigen, welche an der Zunge des erwachsenen Menschen so all-gemein vorkommen. Da dieses Ansehen auch nicht bei gesunden Kindern in den früheren Lebensjahren sich findet, so bin ich geneigt, dasselbe auf pathologische Einflüsse zurückzuführen.

Dagegen befremdete es mich an der Wurzel der Zunge des Gorilla eine ziemlich grosse Anzahl 2—3 Mm. langer, meist konisch gestalteter Zotten zu sehen, welche bei hinreichender Vergrösserung selbst wieder, namentlich an ihrer Basis, mit kleineren Zotten besetzt erscheinen (Fig. II a., b., c.). Ich sah aber dann, dass Duvernoy dieselben ebenfalls sowohl bei dem älteren als jüngeren Gorilla angibt, und auch Tab. XV. Fig. B. abbildet. Bei einer Revision der Zungen der zwei mir vorliegenden Chimpanse sah ich sie dann hier ebenfalls, aber sehr viel weniger entwickelt; die Zungen zweier Orang aber zeigten keine Spur derselben.

An den Seitenrändern der Zunge des Gorilla bildet die Schleimhaut wie beim Menschen zahlreiche parallel hinter einanderstehende senkrechte Fältchen.

Das Gaumensegel mit den Gaumenbogen und dem Zäpfchen sowie die Mandeln sind bei dem Gorilla gut entwickelt. Auf den Mandeln stehen zum Theil ähnliche Zotten wie auf der Zungenwurzel

aber man sieht daselbst auch die bekannten Oeffnungen der Balgdrüsen. Auch Duvernoy fand bei seinen Exemplaren ein Zäpfchen und schreibt demselben einen stark entwickelten feinhäutigen Saum zu, der bei meinem Thier vielleicht in Folge der Einwirkung des Weingeistes nicht so bemerkbar ist.

Von dem Orang wird, wahrscheinlich der Angabe Owens (l. l. p. 5) folgend, gewöhnlich angegeben, dass derselbe kein Zäpfchen des Gaumensegels besitze. Dieses ist auch in sofern richtig, als in der That der untere freie Rand des Gaumensegels einen einfachen Bogen bildet, von dessen Mitte keine Verlängerung herabhängt. Wenn man aber das Gaumensegel an seiner hinteren Fläche betrachtet, so sieht man hier einen stark vortretenden, von der Spina palatina posterior sich $1\frac{1}{2}$ —2 Ctm. herabziehenden Wulst, der offenbar dem Zäpfchen entspricht, welches nur den freien Rand des weichen Gaumens nicht erreicht. Dieser Wulst enthält auch den sogenannten Musculus azygos uvulae, welchen auch schon Sandifort l. l. Tab. VI. Fig. 1 c. abzeichnet, ohne sich so weit ich das Holländische verstehe, sonst über das Zäpfchen auszusprechen. Eine schwache Andeutung dieses Wulstes zeigt auch zuweilen das menschliche Gaumensegel, und findet sich dieselbe auch bei dem Gorilla.

Die drei Speicheldrüsen sind bei dem Gorilla gut entwickelt, namentlich die Unterkieferdrüse.

Nachdem Herr Gegenbaur in jüngster Zeit (Morphol. Jahrbuch 1878 Bd. IV. pag. 573.) die Aufmerksamkeit der Anatomen auf die Falten der Schleimhaut des vorderen Theiles des harten Gaumens gelenkt hat, hielt ich es für angezeigt, dieselben auch bei meinem Gorilla zu beachten und gebe ich Fig. III. von denselben eine Abbildung in natürlicher Grösse. Man sieht dieselben blattrippenartig von einer mittleren Linie, von welcher sie ausgehen, sich etwas gebogen nach aussen ziehen, und zwar nicht ganz symmetrisch auf beiden Seiten. Auf der rechten Seite zählt man acht, deren vorderste die schwächste und ebenso die beiden hinteren schwach entwickelt sind. Links sind es auch acht, deren vorderste ebenfalls die schwächste ist, die drei hinteren correspondiren aber nicht ganz denen der linken Seite.

Und da mir das Material zu Gebote stand, so habe ich zum Vergleich auch noch diese Gaumenfalten vom Orang wie Chimpanse und vom

Hylobates abbilden lassen, und gebe diese Darstellungen Fig. IV—VIII. Dabei ist vorzüglich die von Herrn Gegenbaur gegebene Abbildung (Fig. IV.) eines jüngeren Orang zu vergleichen, woraus man wie mir scheint, entnehmen kann, dass diese Falten mit fortschreitendem Alter, sowohl vorn als hinten verschwinden. Die vordersten Falten sind vorzüglich reducirt. Bei den beiden fast gleichalterigen Chimpansen finden sich sieben bis acht und sind dieselben ziemlich asymmetrisch angeordnet. Der Hylobates ist ein älteres Thier, welches die Zähne bereits gewechselt hat; die Falten sind aber noch kräftig und zwar acht auf jeder Seite und symmetrisch, ziemlich weit nach hinten gehend, ausgebildet. Wenn man die von Herr Gegenbaur gegebenen Abbildungen von Cercopithecus und Ateles hinzunimmt, kann man schliessen, dass die Ausbildung dieser Gaumenfalten auch mit der höheren Entwicklung einer Thierart abnimmt. Es werden aber dazu noch fernere Beobachtungen nöthig sein.

Der Magen (Fig. IX) meines Gorilla hat, besonders wenn das Geschlecht bei diesem Thiere einen ähnlichen Einfluss äussern sollte wie beim Menschen, eine mehr rundliche Gestalt wie bei diesem und unterscheidet sich dadurch auch bemerkenswerth von dem Magen des Orang und Chimpanse, da deren Magen eine mehr längliche Gestalt hat. Seine Lage in der Leiche war mehr senkrecht, die kleine Cuvatur mehr nach rechts und oben, der Fundus und die grosse Curvatur mehr nach links und unten. Der Durchmesser vom Pylorus bis zum Fundus betrug 9 Ctm., der senkrechte Durchmesser von der Cardia gerade herunter 7 Ctm. Der Magen war leer und fasste mässig ausgedehnt 90 Ctm. Wasser.

b. Der Darm.

Der ganze Darm canal war 263 Ctm. lang und davon kamen auf den Dünndarm 200, auf den Dickdarm 63 Ctm. Da das ganze Thier 60 Ctm. lang war, so verhält sich der Darm zur Körpergrösse ohngefähr wie 4,4:1 und der Dünndarm zum Dickdarm wie 4,2:1. Die Pars horizontalis superior des Duodenum war sehr kurz, etwa 3 Ctm.; die Pars descendens 6 Ctm. und die Pars horizont. inferior, die etwas aufwärts von rechts nach links verlief, etwa ebenso lang. Der Blinddarm (Fig. XI) war, was auch Huxley l. l. pag. 564 angibt, ansehnlich gross 5 Ctm. lang; ebenso der Processus vermiformis 6 Ctm. lang und 6 Mm.

Durchmesser. Dieser Wurmfortsatz geht nicht trichterförmig, sondern wie beim erwachsenen Menschen plötzlich in der Nähe der Einsenkung des Dünndarms von dem Blinddarm ab. Das Coecum liegt ganz frei beweglich ringsherum in das Bauchfell eingeschlossen. Da dieses auch von anderen Anthropoiden angegeben wird, z. B. von Wymann (Proceedings of the Boston Soc. of Nat. Hist. Vol. V. 1856 pag. 275) vom Chimpanse, so ist die Ansicht Brocas (l. l. pag. 342) nicht aufrecht zu erhalten, dass sich die Anthropoiden durch die Befestigung des Coecums von den übrigen Affen unterscheiden und dem Menschen anschliessen, bei welchen übrigens ebenfalls das Coecum oft ganz frei und beweglich ist. Das Colon ascendens ist dagegen unbeweglich befestigt; das Colon transversum ist durch das Netz mit dem Magen verbunden und an seinem Mesocolon transversum beweglich befestigt; das Colon descendens ist wieder angewachsen, das S. romanum frei, der Mastdarm befestigt, Alles wie beim Menschen. Der Dickdarm ist sehr ungleichmässig in seinem Durchmesser und diese Verschiedenheit erhält sich auch nach starkem Aufblasen mit Luft. Das Coecum und Colon adscendens sind weit, haben stark entwickelte Haustra und besitzen aufgeblasen und dann wieder entleert und platt zusammengefallen, einen Durchmesser von 7 Ctm. Das Colon transversum ist viel enger, nur 3 Ctm. breit und hat wenige Haustra; das Colon descendens und S. romanum sind wieder weiter, haben 3,5—4 Ctm. im Querdurchmesser und besitzen auch wieder mehr Haustra. Der Mastdarm ist 7 Ctm. lang, hat einen Durchmesser von 3 Ctm. und besitzt starke Wandungen. Der After ist wie bei allen Affen weit. Der Winslov'sche Beutel war hinter dem Magen sehr vollkommen entwickelt und sein Zugang, d. h. das Foramen Winslovii, nahm die ganze kleine Curvatur des Magens ein. Das Netz war ansehnlich gross.

Bei drei von Herrn Dr. Bolau (Abhandl. aus dem Gebiete der Naturw. 1876. p. 13 u. ff.) untersuchten Gorillas, verhielt sich die Länge des Darms zu der des Körpers nach meinen Berechnungen wie 4,2 : 1; 5,0 : 1; 5,0 : 1, wobei zu bemerken, dass I am grössten und ältesten war. Auf diesen würde mein Gorilla in der Körpergrösse folgen mit dem Verhältniss zum Darm wie 4,4 : 1. Es scheint daraus hervorzugehen, dass die relative Darmlänge mit fortschreitendem Alter an Grösse abnimmt, was ja auch beim Menschen der Fall ist.

Die relativen Längenverhältnisse zwischen Dünndarm und Dickdarm waren in den Fällen von Hr. Dr. Bolau sehr verschieden; bei I wie 2,1 : 1; bei III wie 2,7 : 1; bei II wie 4,8 : 1. Mein Gorilla stellt sich zwischen III und II wie 4,2 : 1. Da III von Dr. Bolau das kleinste Thier war, so lässt sich die Verschiedenheit kaum auf das fortschreitende Alter schieben, sondern es müssen starke individuelle Verschiedenheiten obwalten, was allerdings auch beim Menschen der Fall ist.

Der Wurmfortsatz war auch in den Fällen von Hr. Dr. Bolau lang: 9,5 und 5,5 Ctm. und war im ersten Falle schneckenförmig aufgerollt.

Die Schleimhaut des Dünndarms zeigt nicht nur zahlreiche, gut entwickelte Zotten, sondern auch *Valvulae conniventes*. Ich habe die Angabe des Hr. Dr. Bolau von deren Gegenwart beim Gorilla in meiner Abhandlung über die Eingeweide des Chimpanse bezweifelt, weil ich bis dahin diese Falten bei keinem Anthropoiden und Affen überhaupt gesehen hatte, und ein Irrthum möglich schien, wenn die Schleimhaut durch die stärkeren Zusammenziehungen der Muskelhaut in Querfalten gelegt erscheint, wie ich das namentlich an dem Chimpanse Mafoka von Dresden beobachtete. Allein ich habe mich jetzt mit Sicherheit überzeugt, dass auch mein Gorilla *Valvulae conniventes* besitzt; allerdings, wie auch Hr. Dr. Bolau angegeben, im Duodenum nicht, auch reichen sie nicht weit nach abwärts im Darm, stehen auch nicht dicht, und sind sehr niedrig, aber sie sind sicher vorhanden, wie Fig. X von einem oberen Stück des Jejunum zeigt.

Ich habe nun, so weit mir möglich, die Literatur über diesen interessanten Gegenstand weiter nachgesehen, und finde, dass die Angaben verschieden sind. Owen vermisste (1830 l. l. p. 4) die *Valvulae conniventes* bei einem Orang und von da an scheint sich die Angabe des Fehlens dieser Falten bei den Anthropoiden in allen Hand- und Lehrbüchern festgesetzt zu haben. Doch giebt Vrolik dieselben 1841 bei dem Chimpanse an, und Sandifort beschreibt dieselben 1844 l. l. p. 42 vom ganzen Jejunum des Orang, bildet sie auch Tab. VII Fig. 2 im Duodenum, aber so ab, dass man wohl bezweifeln könnte, ob es nicht durch die Zusammenziehung der Muskelhaut hervorgebrachte Falten sind. 1856 giebt J. C. Mayer in Wiedmanns Archiv für Zoologie Vol. XXII. p. 294 sie vom Chimpanse als schwach, vom Orang als gross und zahl-

reich an. Unter den von Barkow l. l. gegebenen Abbildungen lässt Vol. II Tab. 66 Fig. 3 am Duodenum des Chimpanse keine *Valvulae conniventes* erkennen, wohl aber zeigt Tab. 55 Fig. 5 ein Stück Jejunum des Orang mit solchen wie beim Menschen. Die beiden, jetzt auf's Neue von mir untersuchten Dünndärme des Orang aus Dresden und aus der hiesigen zoolog. Sammlung, sowie der eines zweiten Chimpanse aus Dresden zeigen keine Spur der genannten Falten. Ich halte nach Alle diesem ihre Gegenwart beim Orang und Chimpanse für zweifelhaft, beim Gorilla, wenn gleich in schwacher Entwicklung, für gewiss; individuelle Verschiedenheiten sind doch in einem solchen Punkte nicht wahrscheinlich.

c. Die Leber.

Die Leber meines Gorilla (Fig. IX) hat einen Längendurchmesser von 11,5 Ctm.; der senkrechte Durchmesser beträgt 6,7 Ctm.; die Dicke 2,5. Wenn die Eintheilung der Leber in einen rechten und linken Lappen, durch die *Incisura interlobularis* und das *Ligamentum suspensorium* mit dem *Lig. teres* angegeben wird, so hat der rechte Lappen einen Längendurchmesser von 6,5 Ctm., der linke von 5,0 Ctm. Der rechte Leberlappen aber besitzt einen der *Fossa longitudinalis dextra anterior* entsprechenden und bis zum *Ligamentum coronarium* eindringenden tiefen Einschnitt, in welchem auch die Gallenblase liegt. Dagegen ist die *Fossa longitudinal. sinistra ant.* gar nicht vorhanden, indem sie ganz von Lebersubstanz überbrückt ist, durch welche das *Ligament teres* hindurchtritt. Eine *Fossa longitudinal. dextra posterior* findet sich nur in sofern, als die *Vena cava inferior* durch den oberen stumpfen Rand der Leber hindurchtritt. Eine *Fossa longitudinal. sinistr. posterior* ist vorhanden, und in ihr liegt auch der Faserstrang der obliterirten *Vena umbilicalis* oder des *Ductus venosus*. Sie ist ganz von dem *Tuberculum papillare* des Spiegel'schen Lappens bedeckt. Da auch die *Fossa transversa* wenig tief entwickelt ist, so bietet die untere Fläche der Gorilla-Leber keineswegs das eigenthümliche Ansehen und die H förmige Figur der menschlichen Leber dar. Der *Lobulus quadratus* ist kaum ausgesprochen; der *Lobulus Spigelii* aber gross, besonders lang 6,5 Ctm., und beide Tubercula sind an ihm entwickelt. Die Gallenblase ist klein und ihr *Ductus cysticus* verbindet sich

sehr bald mit dem kurzen Ductus hepaticus zu dem verhältnissmässig langen Ductus choledochus.

Die Leber des Gorilla scheint aber ein in ihren individuellen Gestaltungs-Verhältnissen sehr wechselndes Organ zu sein. Huxley sagt von ihr l. l. p. 564: Die Leber des Gorilla unterscheidet sich wesentlich von der menschlichen, indem sowohl der rechte als der linke Lappen durch tiefe Fissuren getheilt sind. Die Lebern der drei von Hr. Dr. Bolan (l. l. p. 16) beschriebenen Gorilla waren alle drei verschieden in Beziehung auf ihre Eintheilung in verschiedene Lappen, aber alle drei besaßen tiefe Einschnitte, durch welche bald der rechte, bald der linke Lappen getheilt war. Auch bei dem von Auzoux beobachteten Gorilla war der rechte Leberlappen in zwei Lappen getheilt. Man kann daher vom Gorilla nicht mit Broca (l. l. p. 344) sagen, dass sich die Leber der Anthropoiden mehr der menschlichen als der der niederen Affen in Beziehung auf ihre Theilung anschliesse. Herr Dr. Bolau hat dieselbe Bemerkung gemacht.

An dem Pankreas des Gorilla konnte ich Nichts Eigenthümliches beobachten.

Die Milz meines Gorilla besitzt eine eigenthümliche, dreieckige, sichelförmige Gestalt mit dickerem oberen und langausgezogenem, schwanzartigen, unteren Ende. In ihrer Convexität misst sie 13,5 Ctm.

2. Athemorgane.

Der Kehlkopf des Gorilla ist von Duvernoy in allen seinen Theilen so genau beschrieben worden, dass es mir überflüssig erscheint, von diesem kaum wesentliche Differenzen zeigenden Organe, eine nochmalige Beschreibung zu geben. Ich erwähne nur, dass der Aditus Laryngis mit dem Kehldeckel, den vortretenden Cartilagine arytaenoidei, den Ligamenta aryepiglottica, und dem Sinus pyriformis, ein sehr menschenähnliches Ansehen darbietet. Die Ventriculi Morgagni sind stark entwickelt, aber nur der rechte setzt sich in den unpaaren in der Mitte zwischen Zungenbein und Kehlkopf vordringenden, nur kleinen, etwa nussgrossen Kehlsack fort. Die geringe Entwicklung des letzteren, gegen dessen grosse Ausbildung bei dem von Duvernoy beschriebenen Gorilla, bei welchem auch zwei laterale Ausgänge aus dem Kehlkopf sich fanden,

wird wohl vorzüglich auf das Geschlecht und dann das Alter zu schieben sein. Die Stimmbänder sind kurz und daher der sogenannte Stimmtheil der Stimmritze fast nicht länger als der Athemtheil zwischen den Cartilagine arytaenoidei.

An der Luftröhre zähle ich vom Kehlkopf bis zu ihrer Theilung 18 Halbringe.

Die Lunge meines Chimpanse besitzt rechts vier, links zwei Lappen und unter den rechten einen ganz ansehnlichen sogenannten Lobulus azygos s. impar. Indem derselbe also nicht, wie Hr. Broca (l. l. p. 336) angiebt, bei dem Gorilla fehlt, sondern sich bei ihm wie bei dem Hylobates findet, so kann wie mir scheint, das Fehlen desselben nicht als ein Argument für die aufrechte, sein Vorkommen nicht für die horizontale Stellung der Thiere als charakteristisch betrachtet werden, insofern gerade von dem Gorilla angegeben wird, dass er mehr wie alle anderen Affen die aufrechte Stellung und den Gang annimmt, und erstere doch auch überhaupt bei dem Aufenthalte auf Bäumen vorherrscht. Auch beim Gorilla schiebt sich indessen dieser Lungenlappen nicht zwischen den rechten Bronchus, die Wirbelsäule den Herzbeutel und das Zwerchfell denn der Herzbeutel ist bei dem Gorilla in bedeutendem Umfange an das Zwerchfell angewachsen. Huxley sagt (l. l. p. 564) die Lunge des Gorilla sei in dieselben Lappen getheilt wie bei dem Menschen.

3. Das Herz.

Nach Gautier Laboullay, (citirt von Dr. R. Meyer in seiner Abhandlung über den Gorilla p. 25) soll das Herz des Gorilla sehr gross, viel grösser als das des Menschen sein, und an seiner Basis einen Umfang von $1\frac{1}{2}'$ Par. gehabt haben. Huxley sagt (l. l. p. 654) das Herz gleiche in seiner Form sehr dem menschlichen, und der Ursprung der grossen Gefässe aus dem Arcus Aortae sei der gewöhnliche beim Menschen, nämlich ein Truncus Anonymus für rechte Subclavia und Carotis, dann die linke Carotis, zuletzt die linke Subclavia.

Das Herz meines Gorilla war ganz blutleer und zusammengefallen, hat in der That menschenähnliche Form, erscheint mir aber doch bemerkenswerth klein; denn es hat nicht die Grösse des Herzens eines neugeborenen Kindes und misst innerhalb seiner Kammern im Längen-

und Breitendurchmesser nur 4 Ctm. Es lag mehr in der Mitte des Brustraumes als das menschliche Herz, und der Herzbeutel war im beträchtlichen Umfange von gegen 4 Ctm. mit dem Centrum tendineum des Zwerchfelles verwachsen. Die Vena cava inferior ist kurz. Herr Broca sagt l. l. p. 359, dass bei dem Gorilla und Chimpanse sich das Herz rücksichtlich seiner Lage am meisten von der der Vierfüsser entferne und genau der der Zweifüsser entspreche, was ja auch dem Leben dieser Thiere auf den Bäumen ganz angemessen ist, auch wenn wir die Affen und den Gorilla nicht zu den Zweifüssern rechnen.

Der Ursprung der vier grossen Arterien aus dem Arcus Aortae, ist wie auch Hr. Broca und Hr. Dr. Bolau angeben, bei meinem Gorilla wie der bei dem Menschen, d. h. zuerst ein Truncus anonymus für rechte Subclavia und Carotis, dann die linke Carotis und zuletzt die linke Subclavia. Ich habe in meiner Abhandlung über die Eingeweide des Chimpanse nachgewiesen, dass dieser Ursprung der grossen Gefässe auch bei den Individuen der verschiedenen Arten der Anthropoiden, wenigstens von Orang und Chimpanse, ein verschiedener ist. Ich kann den dort angeführten Beispielen jetzt noch hinzufügen, dass bei einem Chimpanse aus Halle der Truncus Anonymus für rechte Subclavia und Carotis auffallend lang war, und bei dem Dresdner Chimpanse II findet sich ebenfalls die menschliche Anordnung.

Der mir vorliegende Dresdner Orang besitzt dagegen die Fleischfresser-Varietät mit ansehnlich langem Truncus Anonymus für die drei ersten Gefässe. Alle bis jetzt bekannten Gorilla besaßen dagegen die beim Menschen gewöhnliche Anordnung.

4. Harnwerkzeuge und Geschlechtsorgane.

Von den Harnwerkzeugen erwähne ich nur, dass, wie auch schon Hr. Bolau angab, die Nieren nur eine einzige Papille besitzen, wenn sich gleich einige der Malpighischen Pyramiden entsprechende unvollkommene Scheidewände in der Niere finden. Die Harnblase ist verhältnissmässig gross. Die Nebennieren erscheinen mir auch ansehnlich.

Die weiblichen Geschlechtsorgane habe ich zwar schon in meinen vor Kurzem erschienenen: Vergleichend anatomischen Untersuch-

ungen über die äusseren weiblichen Geschlechtsorgane des Menschen und der Affen, insbesondere der Anthropoiden, beschrieben. Allein der Vollständigkeit wegen glaube ich das dort über den Gorilla Gesagte hier wiederholen zu sollen.

Die äusseren Geschlechtsorgane, wenigstens die dieses noch jungen Thieres, zeigten äusserst wenig Auffallendes. Die ganze Regio pubis, inclusive der Dammgegend, tritt sehr wenig hervor und zeigt nur eine ganz geringe leierförmige Wulstung, ist auch durchweg mit Haaren besetzt.

Der wie bei allen Affen sehr grosse After ist weit auffallender als die ganz geringe wenig hervortretende Schamspalte. Dieselbe ist noch keine 2 Ctm. lang. An ihrer oberen Commissur tritt die mit einer pilzförmigen Eichel versehene, und an ihrer unteren Fläche gefurchte Clitoris hervor. Dieselbe ist von einem Praeputium umschlossen, welches sich auch mit zwei kleinen Frenula an die Clitoris ansetzt. Die Fortsetzung dieses Praeputiums und der Frenula bildet die Begränzung der Schamspalte, welche also als kleine Schamlippen oder Nymphen bezeichnet werden müssen. Dieselben zeichnen sich aber durch gar Nichts, durch keine besondere Wulstung aus, und sind auch äusserlich bis zur Schamspalte mit Haaren besetzt. Nach Gautier-Laboulay sollen Schamlippen und Scheide bei einem erwachsenen Thiere „gut ausgebildet“ gewesen sein, und nach Dr. H. Walter besitzt das Lübecker Exemplar „deutlich eine gut ausgebildete Clitoris von einigen Linien Länge“ (Dr. R. Mayer d. Gorilla: p. 25).

Durch die Schamspalte gelangt man in den Scheidevorhof, der sich wie bei allen Affen, namentlich den Anthropoiden, durch den Columnae rectae und Sinus mucosi des menschlichen Afters ähnliche Falten und Vertiefungen auszeichnet, die, wie ich glaube, den Duverney'schen Drüsen entsprechen. An der oberen Wand des Scheidenvorhofes zieht sich die Furche der Clitoris gegen die Harnröhren-Mündung hin. Ein dem Hymen analoges Gebilde findet sich nicht. Aeusserlich ist der Scheidenvorhof und Scheiden-Eingang von einem starken, mit dem Levator ani zusammenhängenden Muskelapparat umgeben. Ob sich daselbst auch ein Venven-Plexus, ein Bulbus Vestibuli, findet, konnte ich nicht entscheiden. — Die Scheide ist an ihrer hinteren Wand 4,5 Ctm. lang und platt zusammengelegt 1 Ctm. breit, in ihrem Inneren ganz glatt, ohne

irgend eine Spur von *Columnae rugarum* oder dergleichen. Die *Portio vaginalis uteri* mit einem querstehenden Muttermund und vorderer und hinterer Muttermunds-Lippe ist gut ausgebildet. Der Uterus hat menschenähnliche Gestalt, ist aber noch wenig entwickelt, in seinem Halse stärker als im Körper. Er hat eine Längsaxe von 2,5 Ctm., eine Queraxe im Fundus von 1 Ctm. — Die Eileiter gehen ganz oben aus den Seitenwinkeln des Fundus hervor, und verlaufen gegen 5 Ctm. lang, fast ohne Windungen in den Rändern der breiten Mutterbänder. Ihr Abdominalende ist mit nicht stark entwickelten Fimbrien besetzt und biegt sich gegen das laterale Ende der Eierstöcke, mit welchen sie durch eine Fimbrie in Verbindung gesetzt sind, um. Die Eierstöcke sind lang und schmal, 34 Mm. lang, 5 Mm. breit und 2—3 Mm. dick, sind noch wenig entwickelt, zeigen äusserlich keine Graaf'sche Bläschen, sondern die körnige und netzförmige, von Dr. Kapf beschriebene Beschaffenheit der Eierstöcke junger menschlicher Embryonen.

Beschreibung der Abbildungen.

Sämmtliche Abbildungen sind nach Zeichnungen angefertigt, welche Herr Stud. Med. Ferd. Klausner, Assistent an der hiesigen anatomischen Anstalt, nach der Natur entworfen hat, wofür ich diesem Herrn meinen besten Dank sage.

Fig. I. Stellt die Gesichtsmuskeln der rechten Kopfseite des halberwachsenen Orang von Dresden nach der Präparation durch Hr. Prof. Rüdinger dar.

- | | |
|---|--|
| 1. <i>M. orbicularis palpebrarum.</i> | 7. <i>M. triangularis s. depressor anguli oris.</i> |
| 2. <i>M. procerus.</i> | 8. <i>M. quadratus s. depressor labii inferioris.</i> |
| 3. <i>M. levator labii superioris alaeque nasi</i> | 9. <i>M. subcutaneus colli.</i> |
| 4. Die punktirten Linien bezeichnen den in der Tiefe bedeckt liegenden <i>M. levator anguli oris.</i> | 10. Muskelfasern, von denen es zweifelhaft blieb, ob sie dem <i>M. attrahens auriculae</i> angehörten. |
| 5. <i>M. zygomaticus minor.</i> | |
| 6. <i>M. orbicularis oris.</i> | |

Fig. II. a. Die Zunge des Gorilla. Man sieht sieben bis acht *Papillae circumvallatae* und an der Wurzel der Zunge die Zotten, die wohl noch dichter als auf der Abbildung stehen, der Deutlichkeit wegen aber in geringerer Zahl dargestellt sind. — b und c. sind zwei etwas vergrößerte dieser Zotten.

Fig. III. Die Gaumenfalten des Gorilla ♀

Fig. IV. Die Gaumenfalten des Orang nach Hr. Gegenbaur.

Fig. V. Die Gaumenfalten eines älteren Orang ♀.

Fig. VI. Die Gaumenfalten eines Chimpanse ♀.

Fig. VII. Die Gaumenfalten eines etwas älteren Chimpanse ♀.

Fig. VIII. Die Gaumenfalten eines *Hylobates leuciscus* ♀.

Fig. IX. Magen, Leber, Milz, Pancreas des Gorilla.

Fig. X. Ein Stück des Jejunum des Gorilla mit den *Valvulae conniventes*.

Fig. XI. Der Blinddarm mit dem Wurmfortsatz des Gorilla.

Fig. XIII. Zunge, Kehlkopf, Luftröhre, Lunge und Herz des Gorilla.

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1. Zungenspitze. | 17. M. omohyoideus. |
| 2. Glandula sublingualis. | 18. Rechter Herzvorhof. |
| 3. Glandula submaxillaris. | 19. Rechte Herzkammer. |
| 4. Kehlkopf. | 20. Linke Herzkammer. |
| 5. Unpaarer Luftsack. | 21. Vena cava inferior. |
| 6. Luftröhre. | 22. Vena cava superior. |
| 7. Rechte Lunge mit vier Lappen. | 23. Vena anoyma dextra. |
| 8. Linke Lunge mit zwei Lappen. | 24. Vena superficialis colli (?) |
| 9. Lobulus azygos s. impar der rechten Lunge. | 25. Vena anonyma sinistra. |
| 10. Hinterer Bauch u. Sehne d. M. digastricus. | 26. Arteria pulmonalis. |
| 11. Vorderer Bauch desselben. | 27. Ductus arteriosus Botalli. |
| 12. M. stylohyoideus. | 28. Arcus Aortae u. Aorta thoracica. |
| 13. M. styloglossus. | 29. Truncus anonymus. |
| 14. M. stylopharyngeus. | 30. A. subclavia dextra. |
| 15. M. mylohyoideus. | 31. A. Carotis dextra. |
| 16. M. sternohyoideus. | 32. A. Carotis sinistra. |
| | 33. A. Subclavia sinistra. |

Druckfehler.

Auf dem Titel muss es heißen: statt „mit zwei Tafeln“ mit vier Tafeln.

Pag. 11 Z. 22 von oben muss es heißen statt 13. u. 12. Rippe, 12. u. 11. Rippe.

Pag. 14 Z. 9 von oben statt „des“ der und Z. 10 von oben muss die Klammer hinter *hirsuta* geschlossen werden.

Pag. 15 Z. 9 von unten statt „logus“ longus.

Pag. 16 Z. 9 von unten statt „und *Hylobates*“ und auf meine Abhandlung über *Hylobates*.

Pag. 18 Z. 8 von oben statt „jeden“ jedes.

Pag. 20 Z. 2 von oben statt „des Letzteren“ des *Gluteus minimus*.

Pag. 21 Z. 16 von oben statt „ond“ and.

Pag. 30 Z. 18 von oben statt „denen“ der.

Pag. 36 Z. 6 von oben statt „Mitte Zunge“ Mitte der Zunge.

Pag. 37 Z. 6 von unten statt „die schwächste“ am schwächsten.

Pag. 40 Z. 17 von unten statt „besitzt“ besitzt.

Pag. 40 Z. 2 von unten statt „Wiedmanns“ Wiegmanns.

Fig. I.





Fig. III.

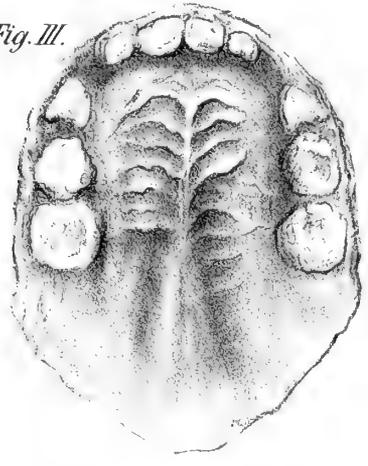


Fig. VI.

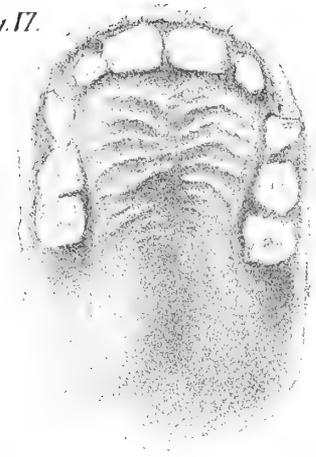


Fig. IV.

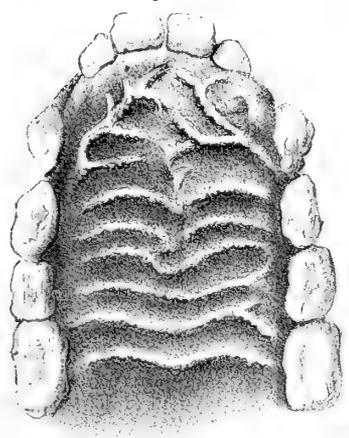


Fig. II.

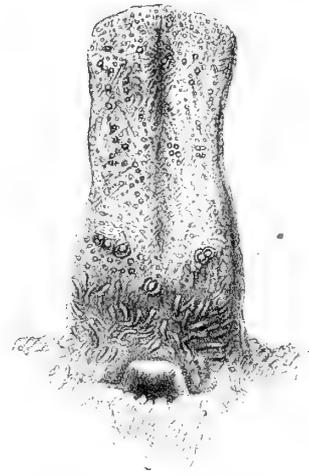


Fig. VII.

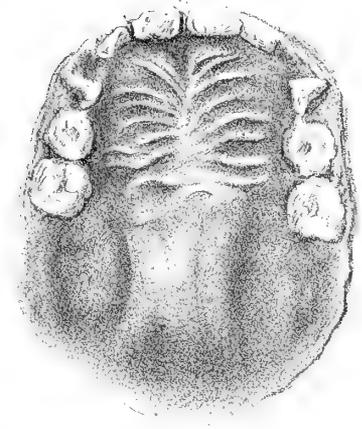


Fig. V.

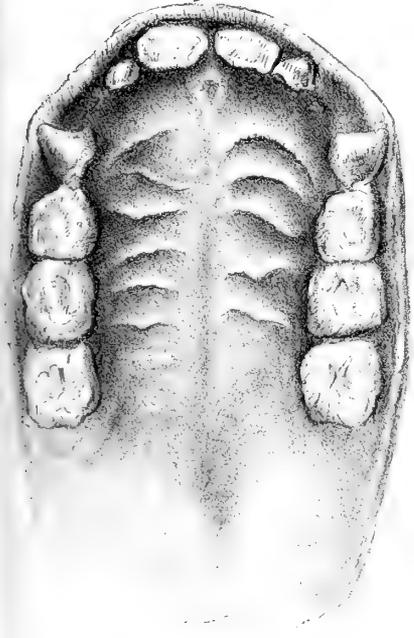
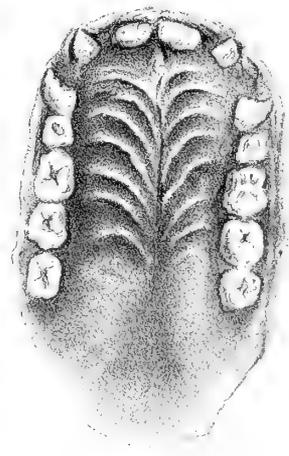


Fig. VIII.



b.



c.





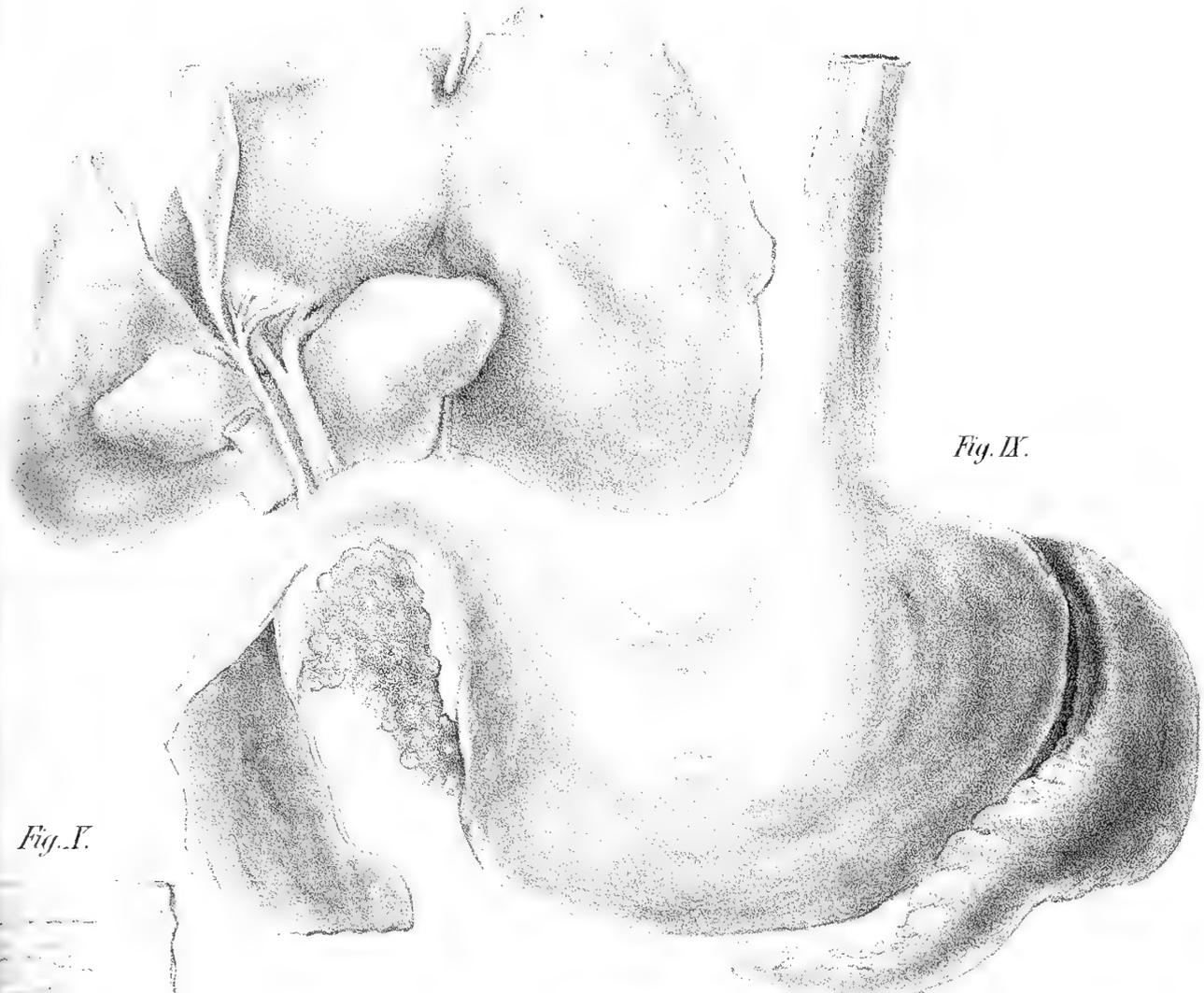


Fig. I.

Fig. IX.



Fig. XI.

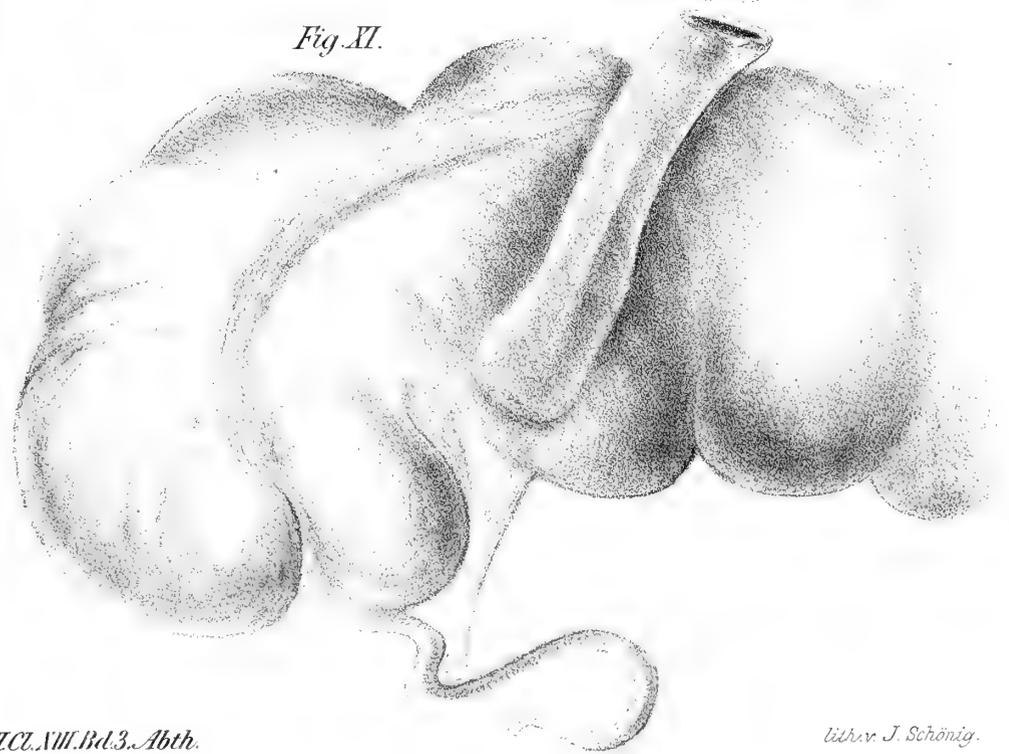
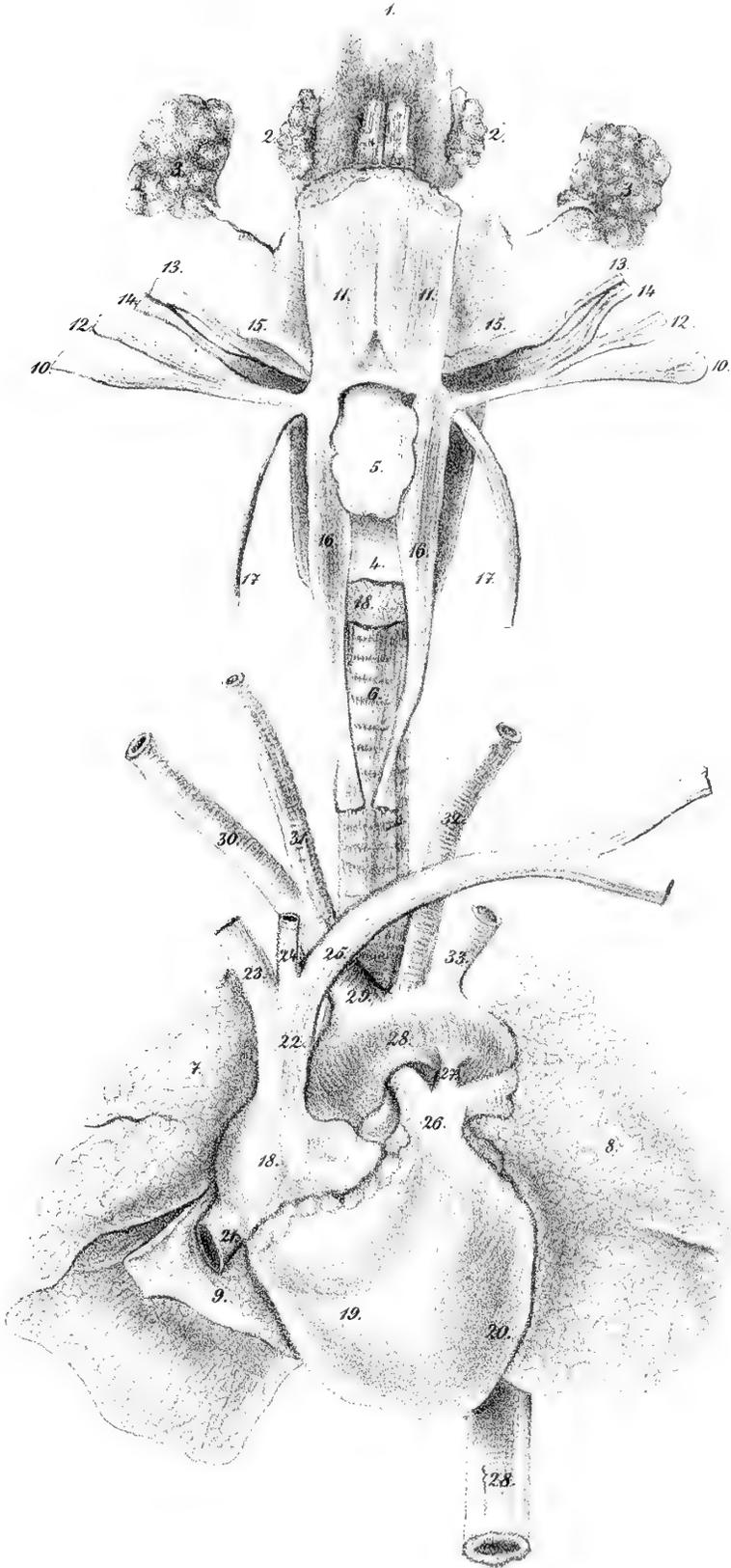




Fig. XII.





Das

Bayerische Präcisions-Nivellement.

Fünfte Mittheilung

von

Carl Max von Bauernfeind.

Mit einer Uebersichtskarte.



Ergebnisse
des in
Verbindung mit der Europäischen Gradmessung in Bayern
ausgeführten
Präcisions-Nivellements.

Fünfte Mittheilung
von
Carl Max v. Bauernfeind.

Die vorliegende Mittheilung über das Bayerische Präcisions-Nivellement, der Reihenfolge nach die fünfte der seit dem Jahre 1870 in den Abhandlungen der mathematisch-physicalischen Classe der K. Bayerischen Akademie der Wissenschaften erschienenen Veröffentlichungen über diesen Gegenstand, schliesst sich an die vierte vom Jahre 1876 (Bd. XII, Abth. 3, Seite 83 bis 132) an und umfasst jene Beobachtungs- und Rechnungsarbeiten der Jahre 1876 bis 1878, welche noch nöthig waren, um das über die 7 Regierungsbezirke rechts des Rheins ausgedehnte Bayerische Präcisionsnivellement zu vollenden. Was an dergleichen Messungen in unserem Lande ferner noch zu leisten ist, sind nur weitere Anschlüsse an die Präcisionsnivellements von Nachbarstaaten oder Bestimmungen von Fixpunkten erster Ordnung für die mit der Gradmessung nicht unmittelbar zusammenhängende topographische Landesaufnahme. Es ist demnach jetzt auch der Zeitpunkt gekommen, dieser Abhandlung eine definitive Ausgleichung der unvermeidlichen Beobachtungsfehler in den geschlossenen Nivellementsschleifen und eine zusammenfassende Darstellung der Hauptergebnisse des Bayerischen Präcisionsnivellements beizufügen. In den

oben bezeichneten drei Jahren 1876, 1877, 1878 wurden die Beobachtungen und Berechnungen wie in den vorausgegangenen acht Jahren von 1868 mit 1875 unter meiner Oberleitung von Assistenten des geodätischen Instituts der technischen Hochschule dahier, welche in den Ferienmonaten als Ingenieure der K. Bayerischen Commission für die Europäische Gradmessung thätig sind, ausgeführt, und zwar in den Jahren 1876 und 1877 von dem Privatdocenten Herrn O. Decher, dem für das Controlnivelement der Hauptfixpunkte der Ingenieurpracticant Herr C. Weber beigegeben war, und im Jahre 1878 von Herrn O. Decher in Verbindung mit dem Assistenten Herrn M. Haid. Wie seit dem Jahre 1868 leistete auch in den Jahren 1876 bis 1878 bei den Beobachtungen und im Winter und Sommer des gegenwärtigen Jahres bei den Berechnungen erspriessliche Dienste der Messgehilfe und Hilfsrechner F. Hesselbarth. Ebenso hat sich seit 11 Jahren ein Stamm des übrigen Gehilfenpersonals für die Bezeichnung der Fixpunkte und die Aufstellung der Nivellirlatten in dem Steinmetzen Wilhelm aus Hof und dem Sammlungsdiener Gessner von hier erhalten. Wird weiter noch in Erwägung gezogen, dass auch die beiden Nivellirinstrumente, welche im Jahre 1868 für das Bayerische Präcisionsnivelement angefertigt und seit jener Zeit nur hiefür verwendet wurden, stets die gleichen waren und bloss drei durch den Gebrauch stark abgenützte Nivellirlatten durch neue ersetzt werden mussten, so lässt sich nicht verkennen, dass in der hierdurch erzielten Stetigkeit des Messungs- und Rechnungsverfahrens eine Garantie für die Genauigkeit unserer Arbeiten überhaupt und für die bei den Ausgleichungsrechnungen angenommene gleiche Genauigkeit der Beobachtungen insbesondere liegt. Diese Behauptung findet ihre volle Bestätigung nicht bloss in dem mittleren Fehler der Beobachtungen, welcher weit unter der von der Allgemeinen Conferenz der Europäischen Gradmessung festgesetzten obersten Grenze liegt, sondern auch in der merkwürdigen Uebereinstimmung unseres Nivellements mit einem des K. Preussischen geodätischen und des K. K. Oesterreichischen militärgeographischen Instituts, sowie der K. Württembergischen Gradmessungscommission. Von den Anschlüssen an Preussen und Württemberg wird weiter unten noch besonders die Rede sein; den an Oesterreich übergehen wir, da sich die vorläufigen amtlichen Mittheilungen des Herrn Oberst G a n a h l bloss auf eine Strecke

zwischen Passau und Salzburg bezogen, welche nur 3 Millimeter Abweichung von der bayerischerseits zwischen beiden Punkten gefundenen Höhendifferenz ergab. Die gute Uebereinstimmung des Oesterreichischen Präcisionsnivelements mit dem Bayerischen längs der Grenze beider Strecken wird sich am besten aus den bald zu erwartenden Oesterreichischen Publicationen ergeben.

In dem nachfolgenden Berichte ist die bisher beobachtete Reihenfolge der einzelnen Abschnitte eingehalten und nur um einen Abschnitt über die Ausgleichung des Bayerischen Höhennetzes vermehrt worden.

Uebersicht der Nivellementsarbeiten in den drei letzten Jahren und in der Zeit von 1868 bis 1878.

Die Nivellirungsarbeiten der Bayerischen Gradmessungscommission in den Jahren 1876 und 1877 umfassten die Aufsuchung, Bezeichnung und Einmessung von Hauptfixpunkten in allen rechtsrheinischen Kreisen des Königreichs, soweit dieses nicht schon in früheren Jahren geschehen war. Ueber den Zweck und die geeignetste Lage dieser Hauptfixpunkte, deren Herstellung auf der zweiten Allgemeinen Conferenz der Europäischen Gradmessung zu Berlin im Jahre 1867 von dem inzwischen verstorbenen Göttinger Professor Sartorius v. Waltershausen angeregt worden war, habe ich mich bereits in der vierten Mittheilung über das Bayerische Präcisionsnivelement (Abh. der II. Klasse der K. Akad. Bd. XII, Abth. 3, S. 88 u. 89) ausgesprochen; es ist demnach hier bloss zu bemerken, dass die Zahl derselben im diesseitigen Bayern 77 beträgt und ihre Numerirung (gesondert von jener der übrigen, mit arabischen Ziffern bezeichneten 1520 Fixpunkte, ihrer geographischen Lage von Nord nach Süd entsprechend) mit römischen Ziffern erfolgte. Im Ganzen sind somit in Bayern 1597 Punkte ihrer Höhenlage nach auf's genaueste bestimmt, und es treffen hievon

1313 auf wagrecht abgearbeitete Flächen (Erste Mittheilung, S. 133),

276 auf Höhenmarken mit starken Messingbolzen (Ebendaselbst, S. 100),

8 auf polirte Sockel von Denkmälern (Vierte Mittheilung, S. 88).

Auf der beiliegenden Uebersichtskarte des Bayerischen Präcisionsnivelements sind die Hauptfixpunkte durch das Zeichen \square , die mit Höhenmarken bezeichneten Fixpunkte durch ein in die Nivellementslinie

gelegtes Viereck \square und die auf wagrechten Flächen angebrachten Fixpunkte durch ein an der Nivellementsline liegendes schwarzes Quadrat \blacksquare bezeichnet und grösstentheils numerirt. In dem weiter unten folgenden Fixpunktsverzeichnisse sind alle Punkte numerirt und ihrer horizontalen und verticalen Lage nach deutlich beschrieben.

Die im Jahre 1876 auf die Ausführung der oben bezeichneten Nivellementsarbeiten verwendete Zeit fiel zwischen den 6. September und 7. Oktober und umfasste 30 Reisetage, von denen 22 zu Beobachtungen geeignet waren und hiezu benützt wurden. In dieser Zeit wurden in Weiden, Eger, Oberkotzau, Marktschorgast, Bayreuth, Neuenmarkt, Kulmbach, Lichtenfels, Bamberg, Schweinfurt, Würzburg, Aschaffenburg, Nürnberg, Bruck, Neumarkt i/O. und Nördlingen 14 Höhenmarken und 41 Hauptfixpunkte hergestellt und in Bezug auf die schon vorhandenen Fixpunkte einnivellirt.

Im Jahre 1877 erfolgte in gleicher Weise in der Zeit vom 2. September bis 11. Oktober, also in 40 Tagen, wovon 25 zur Arbeit im Freien verwendbar waren, die Fertigstellung von 23 Höhenmarken und 31 Hauptfixpunkten in den nachbenannten Orten: Mühlendorf, Rosenheim, Oberaudorf, Kiefersfelden, Holzkirchen, Oberstaufen bei Lindau, Immenstadt, Kempten, Buchloe, Augsburg, Donauwörth, Gunzenhausen, Landslut, Geiselhöring, Plattling, Regensburg und Schwandorf.

Die in den beiden Jahren 1876 und 1877 aufgewendeten 70 Reisetage, wovon sich 47 als Arbeitstage eigneten, gestatteten eine Strecke von 56,6 Kilometer mit 666 Instrumentenständen und einer mittleren Zielweite von 43 m doppelt zu nivelliren. Diese kleine Zielweite war eine Folge der stärkeren Neigungen und der vielfachen Windungen der Strassen, welche von den Eisenbahnen ab bis zu den Hauptfixpunkten nivellirt werden mussten. Oefters nöthigten auch der öffentliche Verkehr auf den Strassen, die Erschütterung des Instrumentes durch vorüberfahrende Fuhrwerke, ferner Wind und Staub zu kürzeren Zielweiten, um die Ablesungsfehler auf ein Minimum zu bringen. Zu diesen Störungen kamen in Ortschaften, die vorzugsweise für Anbringung von Hauptfixpunkten geeignet waren, noch die, welche aus der Neugierde der den nivellirenden Ingenieur umgebenden Zuschauer und aus dem in den Strassenwindungen fortwährend stattfindenden und die Augen angreifenden

Wechsel zwischen Licht und Schatten entsprangen. Hieraus folgt von selbst, dass man unter solchen Umständen in einem Tage bei Weitem nicht dieselbe Strecke doppelt nivelliren kann, wie an Eisenbahnen mit geringen Neigungen und schwachen Krümmungen, auf denen nur die verkehrenden Züge eine kurze Unterbrechung der Arbeit bedingen. In dem vorliegenden Falle, wo es sich um Herstellung von Hauptfixpunkten handelte, liesse sich eher fragen, wie viel Zeit auf die Bestimmung eines solchen Punktes zu verwenden ist, und auf eine solche Frage, wenn sie gestellt würde, könnten wir nach unsern Erfahrungen antworten: 2 Reisetage oder 1,5 Arbeitstage genügen für einen Ort mit einem Hauptpunkt, denn unser Ingenieur Decher hat in 70 Reise- oder 47 Arbeitstagen in 33 Ortschaften 72 Hauptfixpunkte gesetzt.

Im Jahre 1878 wurden als Fortsetzung und Schluss der längs des Bayerischen Hochgebirgs ausgeführten und im Vorlande sich hinziehenden Nivellements von Salzburg über Rosenheim nach Holzkirchen die Strecken Holzkirchen-Tölz, Penzberg-Tutzing, Tutzing-Weilheim-Peissenberg, Oberdorf-Biesenhofen auf Eisenbahnen und die dazwischen liegenden Strecken Tölz-Bichel-Penzberg, Peissenberg-Schongau-Oberdorf, sowie die am Kochelsee vorüber nach dem Walchensee führende Strecke Bichel-Kochel-Urfeld auf Landstrassen nivellirt. Hierbei wurde auf Eisenbahnen stets die in der Ersten Mittheilung (Seite 100 bis 110) beschriebene Methode des Nivellirens mit Doppelständen angewendet; auf Strassen musste von dieser Methode abgesehen werden, nachdem erkannt worden war, dass zur Erreichung annähernd gleicher Zielweiten für Rück- und Vorblick an beiden Instrumenten ein eben so grosser Zeitaufwand nöthig ist als für das Doppelnivellement der gleichen Strecke mit nur einem Instrumente; das Nivellirverfahren unterschied sich übrigens nur durch die Weglassung der Doppelstände von dem auf Eisenbahnen: seine Genauigkeit ist somit, was Beobachtung betrifft, der auf Eisenbahnen zu erreichenden gleich, nur die Zielweiten sind in Folge der grösseren Gefälle und schärferen Krümmungen der Strassen kleiner als auf Eisenbahnen.

Die Arbeiten des Jahres 1878 begannen am 31. August und wurden von den Ingenieuren Decher und Haid bis zum 19. September gemeinsam fortgesetzt, von diesem Tage an erfolgte die Trennung der Messungsgesellschaft in 2 gesonderte Abtheilungen, da nur mehr Strassen zu ni-

velliren waren. Herr Decher stellte in der Zeit vom 20. bis 30. September, worunter 6,5 Arbeitstage, das Nivellement von Unter-Peissenberg bis Schongau und auf den Gipfel des Hohen Peissenbergs in einer Länge von 21 Kilometer und vom 1. bis zum 14. October die 26 Kilometer lange Strecke Bichel-Kochel-Urfeld in 7,5 Arbeitstagen her, während Herr Haid in der Zeit vom 20. September bis 4. October mit 12,5 Arbeitstagen das Nivellement von Oberdorf bis Schongau in einer Länge von 36 Kilometer vollendete, so dass sich also auf Strassen eine durchschnittliche tägliche Leistung von 3 Kilometer erreichen liess. (Die letztere Strecke wurde im Jahre 1879 wiederholt nivellirt, da der Schlussfehler des Polygons, von dem die Strecke Oberdorf-Schongau eine Seite bildet, zu gross war. In der That ergab das zweite, von Herrn Decher und Haid ausgeführte, doppelte Nivellement einen geringeren Schlussfehler, als das erste, nämlich 6,70 Centimeter auf 371,642 Kilometer statt der früher auf die gleiche Länge gefundenen 9,91 Centimeter).

In den Jahren 1876 und 1877 waren für die Herstellung der Hauptfixpunkte im Ganzen 56,6 Kilometer doppelt nivellirt worden. Hiezu waren 666 Instrumentenstände bei einer mittleren Zielweite von 43 Meter nothwendig. Im Jahre 1878 wurde eine Gesamtlänge von 158 Kilometer doppelt nivellirt mit Hilfe von 2014 Instrumentenständen und einer mittleren Zielweite von 40 Meter. Trennt man die auf Bahnlilien hergestellten Nivellements von denen auf Strassen, so ergibt sich für jene eine mittlere Zielweite von 54 und für diese von 32 Meter. Dieser Unterschied erklärt sich aus den sehr starken Neigungsverhältnissen der nivellirten Strassen und wird noch ersichtlicher, wenn man die Zahlen der Instrumentenstände für einen Kilometer vergleicht. Diese Zahlen betragen durchschnittlich für Eisenbahnen 9, für Strassen 17 und stehen somit nahezu in dem Verhältniss von 1:2.

Das Maximum der Ständezahl, welches am Hohen Peissenberg und am Kesselberg vorkam, betrug 40 pro Kilometer bei Steigungen von 18 Prozent, und 79 in einem Tage auf 2 Kilometer Länge und 168 Meter Erhebung, d. i. 79 pro Tag bei 8,4 Procent mittlerer Neigung.

Nach Seite 85 der vierten Mittheilung waren bis zum Schlusse des Jahres 1875 doppelt nivellirt 2179,4 Kilometer oder 293,72 geographische Meilen. Rechnet man hiezu die in den Jahren 1876 und 1877 her-

gestellten 56,6 Kilometer und die im Jahre 1878 hinzugekommenen 158,0 Kilometer Doppelnivellement, so beträgt die Gesamtlänge des Bayerischen Präcisionsnivellements 2394 Kilometer oder 322,62 geographische Meilen. Diese doppelt nivellirten Linien durchziehen nach der Uebersichtskarte das diesseitige Bayern nach allen Richtungen, und es kommt durchschnittlich ein gewöhnlicher Fixpunkt auf 1,5 Kilometer Entfernung.

Das Nivellirapparat und die Constanten der Instrumente in den drei letzten Jahren und in der Zeit von 1868 bis 1878.

Es ist schon oben erwähnt worden, dass der Nivellirapparat während der ganzen Dauer des Bayerischen Präcisionsnivellements stets der gleiche war mit Ausnahme einiger Latten, die in Folge von Beschädigungen bei dem Transport oder weil die Theilungen in Folge äusserer Einflüsse an den Grenzlilien der schwarzen und weissen Felder an Schärfe verloren hatten, durch neue ersetzt werden mussten. Schon früher war an die Stelle der im Jahre 1868 angeschafften Latte Nr I eine neue Ia getreten und im Jahre 1878 musste auch die Latte Nr II, weil sie einen Sprung bekommen hatte, ausser Gebrauch gesetzt werden. Dieser Verlust und die schon erwähnte Arbeitstheilung machte noch zwei neue Latten nöthig, denen man die Bezeichnung Nr VI und Nr VII gab, da bis dahin bereits fünf Latten (I, Ia, II, III, IV) vorhanden waren. Die Längen der neuen Latten wurden im Herbste 1878 und im Winter von 1878 auf 1879 mit denselben metallenen Meterstäben, welche zur Abgleichung der älteren Latten verwendet worden waren, mehrmals untersucht und ergaben sich hiebei folgende Resultate, ein nomineller Meter der

Latte Nr VI ist bei $17,5^{\circ}$ C um 0,0025 mm kleiner, als 1 wirkl. Meter

„ „ VII „ „ $17,0^{\circ}$ „ „ 0,2930 „ „ „ „ „ „

Ausser diesen beiden neuen Latten waren die älteren Latten Ia mit 0,999999 mm und III mit 1,000274 m Länge des nominellen Meters auf den Strassenstrecken und die Latten Ia, II, III auf den mit Doppelständen ausgeführten Eisenbahnstrecken im Gebrauch. Es war demnach die nominelle Meterlänge für die Latten

$$\text{Ia, II, III} = \frac{1}{3} (\text{Ia} + \text{II} + \text{III}) = 1,000192 \text{ bei } 12,2^\circ \text{C}$$

$$\text{Ia und III} = \frac{1}{2} (\text{Ia} + \text{III}) = 1,000132 \text{ bei } 13,7^\circ \text{C}$$

$$\text{VI und VII} = \frac{1}{3} (\text{VI} + \text{VII}) = 0,999841 \text{ bei } 17,3^\circ \text{C}$$

Die Verhältnisszahl der mittleren Felderbreite der weissen Centimeterflächen zu allen schwarzen und weissen fand sich für die Latte Nr VI = 0,9714 und für die Latte Nr VII = 0,9750, wofür im Mittel wie bei allen übrigen Latten 0,97 gesetzt wurde. Demnach beträgt die Correction der einzelnen Felder 0,03 B, wenn B der im weissen Centimeterfeld geschätzte Bruchtheil ist.

Die Constanten des Instruments Nr I, welches im Jahre 1876 allein Verwendung fand, wurden am 19. September zu Lichtenfels, wo sich bei heiterem, ganz windstillem Wetter eine geeignete Strecke vorfand, bestimmt und

$$\cotg \varphi = 137,367 \pm 0,071$$

gefunden, so dass zur Berechnung der Entfernungen E der Ausdruck benützt werden konnte:

$$E = 137,37a + 0,78$$

Im Jahre 1877 erfolgte für dasselbe Instrument Nr I die Constantenbestimmung zweimal unter sehr günstigen Verhältnissen, nämlich am 7. September in Rosenheim mit

$$\cotg \varphi = 136,92 \pm 0,0037$$

und am 2. October in Geiselhöring mit dem Resultate

$$\cotg \varphi = 137,18 \pm 0,0045$$

Zur Bestimmung der Entfernungen E wurden demnach folgende Ausdrücke benützt:

$$\text{für das erste Drittel der Strecken } E = 136,92a + 0,78$$

$$\text{„ „ zweite „ „ „ } E = 137,05a + 0,78$$

$$\text{„ „ dritte „ „ „ } E = 137,18a + 0,78$$

Im Jahre 1878 fand für jedes der beiden Nivellirinstrumente eine dreimalige Constantenbestimmung statt, nämlich am 1. September in Holzkirchen, am 9. September in Penzberg und am 2. October wiederholt in Penzberg. Die Ergebnisse waren folgende:

Für das Instrument Nr I:

$\cotg \varphi = 136,92 \pm 0,0074$; $E = 136,92a + 0,78$ vom 1. Sept. mit 8. Sept.

$\cotg \varphi = 137,17 \pm 0,0073$ $E = 137,17a + 0,78$ „ 9. „ „ 26. „

$\cotg \varphi = 137,32 \pm 0,0076$ $E = 137,32a + 0,78$ „ 27. „ „ 14. Oct.

Für das Instrument Nr II:

$\cotg \varphi = 146,87 \pm 0,049$; $E = 146,87a + 0,78$ vom 1. Sept. mit 8. Sept.

$\cotg \varphi = 146,59 \pm 0,062$ $E = 146,59a + 0,78$ „ 9. „ „ 19. „

$\cotg \varphi = 147,32 \pm 0,054$ $E = 147,32a + 0,78$ „ 20. „ „ 2. Oct.

Bei diesem 2. Nivellirinstrumente hat den früheren Jahren gegenüber eine beträchtliche Aenderung des Fadenabstandes im Mikrometer des Fernrohrs stattgefunden, und es rührte diese Aenderung ohne Zweifel von der Reparatur her, die an diesem Instrumente nach seiner Benützung zum Nivellement des Döbraberges in Folge von Erschüttungen durch den Transport auf der Eisenbahn nothwendig wurde. Um die Aenderungen der Fadenabstände in beiden Nivellirinstrumenten in dem Zeitraum von 11 Jahren zu übersehen, habe ich folgende Tafel zusammengestellt, in welcher $v = f \tan \varphi$ den Abstand der äusseren Horizontalfäden des Mikrometers bezeichnet und die Brennweite $f = 0,52$ m ist.

Zeit der Bestimmung	Instrument I			Instrument II		
	$\cotg \varphi$	φ	v	$\cotg \varphi$	φ	v
1868	137,76	1497,3	^{mm} 3,775	—	—	—
1869	137,41	1501,0	3,785	136,32	1513,1	3,815
1870	137,93	1495,4	3,770	136,39	1512,3	3,813
1871	137,76	1497,3	3,775	136,33	1513,0	3,814
1872	137,09	1504,6	3,793	137,17	1503,7	3,791
	137,16	1503,8	3,791	137,07	1504,8	3,794
1873	136,56	1510,4	3,808	137,12	1504,2	3,792
	136,85	1507,2	3,800	137,12	1504,2	3,792

Zeit der Bestimmung	Instrument I			Instrument II		
	cotg φ	φ	v	cotg φ	φ	v
1874	136,41	1512,1	3,812	137,35	1501,7	3,786
	137,00	1505,6	3,796	138,54	1488,8	3,753
1875	137,06	1504,9	3,794	—	—	—
	136,99	1505,7	3,796	—	—	—
	137,08	1504,7	3,793	—	—	—
1876	137,37	1501,5	3,785	—	—	—
1877	136,92	1506,4	3,798	—	—	—
	137,18	1503,6	3,791	—	—	—
1878	136,92	1506,4	3,798	146,87	1404,4	3,541
	137,17	1503,7	3,791	146,59	1407,1	3,547
	137,32	1502,1	3,787	147,32	1400,1	3,530

Aus dieser Tafel ergibt sich, dass sich am Instrumente Nr I der Fadenabstand v innerhalb 11 Jahren nur zwischen den Grenzen 3,812 und 3,770 mm, d. i. um 0,042 mm geändert hat, während am Instrumente Nr II eine bedeutende Aenderung im letzten Jahre seines Gebrauchs gegenüber den früheren Jahren von 1869 bis einschliesslich 1874 sich ergab. Diese Aenderung rührt, wie schon erwähnt, von der Reparatur her, welche das zweite Instrument nach seinem Gebrauche zum Nivellement des Döbraberges in Folge einer Beschädigung durch den Transport nöthig hatte. (Der Döbraberg, ein Bayerischer trigonometrischer Punkt, ist zwar nicht in das Präcisionsnivellement eingeschlossen, war aber für die zwischen ihm und dem Kapellenberge in Sachsen angestellten Refractionsbeobachtungen ebenfalls genau zu nivelliren und daher an die Fichtelgebirgsschleife bei Münchenberg anzuschliessen). In den ersten 6 Jahren 1869 mit 1874 schwankten die Fadenabstände des Instrumentes Nr II nur zwischen den Grenzen 3,753 und 3,815 mm, also um 0,062 mm; sowie sie im Jahre 1878 zwischen den Werthen 3,530 und 3,541 mm blieben, also sich nur um 0,011 mm änderten; der Unterschied des absoluten Abstandes in den

Jahren 1874 und 1878 von 0,247 mm kann nur vom Mechaniker herühren, der die Fäden um etwa $\frac{1}{4}$ Millimeter näher an einander befestigte, als es früher der Fall war.

Abschlüsse von Polygonen und Anschlüsse an die Präcisions-nivellements der Nachbarstaaten.

In der vierten Mittheilung (Seite 87 und 88) wurde berichtet, dass in Bayern bis Ende 1875 bereits 6 Polygone zum Abschluss gelangt waren; die Zahl dieser Abschlüsse wurde in den Jahren 1876 und 1877 nicht vermehrt, da sich die in dieser Zeit ausgeführten geodätischen Arbeiten bloss auf die Feststellung von Hauptfixpunkten bezogen, für welche oft grössere Zweiglinien doppelt zu nivelliren waren. Im Jahre 1870 kam dagegen noch ein siebentes Polygon zum Abschlusse, nämlich das in der beiliegenden Karte mit Nr. VI bezeichnete, welches die Strecken Augsburg-München-Holzkirchen-Tölz-Penzberg-Schongau-Kempten-Buchloe-Augsburg umfasst, eine Gesamtlänge von 371,642 Kilometer und einen Abschlussfehler $\Delta_6 = + 0,067$ m hat, so dass in ihm der Kilometerfehler allerdings 3,475 Millimeter beträgt. Dieser nächst der Differenz in der Fichtelgebirgsschlufe (Polygon Nr. I) grösste Abschlussfehler in den Bayerischen Nivellementsschleifen hat seinen Grund sicherlich erstens in den Lothablenkungen durch das nahe Hochgebirge und insbesondere den Hohen-Peissenberg, an dessen Fusse die Strecke Penzberg-Schongau hinzieht, und zweitens in den starken Steigungen und Gefällen der zwischen Tölz und Penzberg, dann zwischen Unterpeissenberg, Schongau und Oberdorf nivellirten Strassenstrecken.

Dass diese Behauptung richtig ist, wird ebenso, wie im Fichtelgebirge, durch ein wiederholtes Doppelnivellement der eben genannten Strassenstrecken bestätigt, welches ein nur sehr wenig vom ersten abweichendes Resultat lieferte; eine Abweichung, wie sie etwa dem Zustande der genannten Strassenstrecken entspricht, während der grössere Theil des Fehlers (zweifelsohne wegen der vorhin erwähnten constant wirkenden Anziehung des Gebirgs und der Lattenänderung) bestehen blieb.

Ausser den Eisenbahn- und Strassenstrecken, welche in den sieben abgeschlossenen Polygonen doppelt und theilweise vierfach nivellirt wurden, treten mehr oder minder lange ebenso genau nivellirte Strecken

als Polygonsseiten angrenzender Länder auf: so am Polygon Nr I die Strecke Oberkotzau-Hof, am Polygon Nr II die Strecken Lichtenfels-Coburg und Bamberg-Schweinfurt-Würzburg-Aschaffenburg-Kahl, am Polygon Nr V die Strecken Kempten-Immenstadt-Lindau-Nonnenhorn-Kressbronn und Lindau-Bregenz-Fussach-St. Margarethen-Rorschach, am Polygon Nr VI die Strecke Bichel-Kochel-Urfeld (Walchensee) und am Polygon Nr VII die Strecken Rosenheim-Oberaudorf-Kufstein und Rosenheim-Prien-(Chiemsee)-Traunstein-Salzburg-Berchtesgaden-Königssee. Alle diese hier aufgezählten Strecken können erst zur Ausgleichung gelangen, wenn sie von den betreffenden Nachbarländern als Seiten von Nivellements-Polygonen benützt und diese Polygone vollständig abgeschlossen werden, wie es zur Zeit mit den an Württemberg und Baden gelegenen Strecken geschieht und mit den an Oesterreich grenzenden in Aussicht gestellt ist.

Der erste Nivellements-Anschluss, den wir Bayerischerseits angestrebt haben, war der mit dem Königreiche Sachsen auf der Strecke zwischen Hof und Franzensbad, von dem bereits in meiner Ersten Mittheilung (Seite 130) gesprochen wurde. Da jedoch die Revision des Sächsischen Nivellements, welche Herr Regierungsrath Professor Nagel in Dresden als Nachfolger des verstorbenen Oberbergrathes Weisbach zu Freiberg in Aussicht stellte, noch nicht vollzogen und jedenfalls das Ergebniss derselben für die bezeichnete Anschlussstrecke mir unbekannt ist, so kommt dieser Anschluss vorläufig um so weniger in Betracht, als ich vorhabe, unser Polygon I von der Ausgleichung der Bayerischen Polygone nach der Methode der kleinsten Quadrate auszuschliessen, und zwar deshalb, weil ein grosser Theil des beträchtlichen Schlussfehlers von constanten Fehlerquellen, wie Lothablenkungen u. a. m., herrührt und solche Fehler nicht wie zufällige ausgeglichen werden dürfen.

Nächst Sachsen kamen wir mit Württemberg in Berührung, und ich habe schon auf Seite 130 meiner Ersten Mittheilung berichtet, dass die Bayerischen und Württembergischen Commissäre übereingekommen waren, am 19. Mai 1870 die von ihnen gefundenen Coten der Anschlusspunkte Nördlingen und Nonnenhorn des 495 Kilometer umfassenden grossen Bayerisch-Württembergischen Polygons Nördlingen-Augsburg-Kempten-Lindau-Nonnenhorn-Friedrichshafen-Ulm-Aalen-Nördlingen

gleichzeitig in München und Stuttgart auf die Post zu geben, und dass sich hiebei eine Gesamtdifferenz von 0,109 auf 495000 Meter Länge oder ein Kilometerfehler von 4,9 Millimeter herausstellte. Dieser Anschlussfehler hat sich in Folge der Vergleichung der Nivellirlatten, welche seinerzeit in Bern vorgenommen wurde, und wobei die Bayerischen eine normale Länge hatten, auf 0,012 Meter vermindert, wodurch der mittlere Kilometerfehler des in Rede stehenden Polygons auf 0,54 Millimeter herabsank.

An der Westgrenze von Bayern wurde dessen Präcisionsnivellement ausser an Württemberg auch an die Fixpunkte bei Kahl Nr 881a und Nr 882a mit den Coten 750,090 und 750,096 angeschlossen, welche zu dem von Herrn Professor Börsch hergestellten ehemaligen Kurhessischen, nunmehr Preussischen Präcisionsnivellement gehören. (Vergl. meine Zweite Mittheilung, S. 83). Das Kgl. Preussische geodätische Institut hat ferner seine Nivellements auch an unsere Höhenmarke in Coburg \odot Nr 283, Cote 565,7475 m (Erste Mittheilung, Seite 162) und an die von uns ebenfalls nivellierte Württembergische Höhenmarke in Kressbronn angeknüpft. Die Cote Kressbronn ist in meiner Ersten Mittheilung (S. 196) unter Fixpunkt Nr 611 mit 463,0267 angegeben und es wurde somit Bayerischerseits auf der 485,234 Kilometer langen Strecke von Coburg bis Kressbronn ein Höhenunterschied von 565,7475—463,0267 = 102,7208 m gefunden, während mir Herr Professor Börsch als Sectionschef des Kgl. Preussischen geodätischen Instituts am 6. April 1879 amtlich Folgendes mittheilte:

„An das Kgl. Niederländische Präcisionsnivellement in drei Punkten bei Denekamp, Bentheim und Venlo anschliessend, ergibt sich über Hannover, Magdeburg, Halle und Eisenach die Bayerische Höhenmarke

am Stationsgebäude von Coburg \odot	=	295,3323 m über A.P.,
über Mainz, Basel, Radolfzell dagegen		
die Höhenmarke am Stationsgebäude		
von Friedrichshafen (W. H.)	=	405,5709 „ „
		<hr/>
somit die Höhendifferenz Friedrichs-		
hafen - Coburg	=	+ 110,2386 „ „

Nach dem Württembergischen Präcisionsnivellement ist die Höhendifferenz Friedrichshafen (W.H.)-Zollhaus in Kressbronn (W.H.)

$$= - 7,5071$$

daher die Höhendifferenz Coburg \odot — Kressbronn (W.H.)

$$= + 102,7315 \text{ m}$$

und somit der Abschlussfehler in dem Polygon (Coburg-Nürnberg-Augsburg-Lindau-Kressbronn-Friedrichshafen-Radolfzell-Basel-Mainz-Coburg)

$$= 192,7315 - 102,7208 = 0,0107 \text{ m}$$

ein Resultat, welches nicht besser gewünscht werden kann.“

Aus der vorstehenden Mittheilung des Herrn Professor Börsch berechnet sich die Höhe des Bayerischen Eisenbahnhorizonts, der auch für unser Präcisionsnivellement gilt, zu $565,7475 + 295,3323 = 861,0798 \text{ m}$ über dem Nullpunkt des Amsterdamer Pegels.

Ferner ergibt sich nach Seite 83 meiner Zweiten Mittheilung aus den ebenfalls von Herrn Professor Börsch herrührenden und in einem Briefe aus Berlin vom 21. November 1871 enthaltenen „vorläufigen“ Daten über die Fixpunkte Nr 881 a und Nr 882 a bei Kahl eine Höhe des fraglichen Horizonts über dem Nullpunkt des Pegels zu Swinemünde = $861,0729 \text{ m}$.

Hienach liegen die Nullpunkte der genannten Pegel in einer Niveaufläche, da die Abstände $861,0798$ und $861,0729$ sich nur um 7 Millimeter von einander unterscheiden: wir können also mit Zuversicht die Höhe des Horizonts des Bayerischen Präcisionsnivellements = $861,0798 \text{ m}$ über dem Nullpunkt des Amsterdamer Pegels (A. P.) annehmen. Damit ist jedoch keineswegs gesagt, dass dieses auch die Höhe des genannten Horizonts über dem Mittelwasserspiegel der Nordsee bei Amsterdam oder über dem Mittelwasserspiegel der Ostsee bei Swinemünde sei, denn das Mittelwasser der Nordsee soll bei Amsterdam $0,144 \text{ m}$ und das der Ostsee bei Swinemünde $0,023 \text{ m}$ tiefer liegen, als der Nullpunkt des betreffenden Pegels.

Diese Angaben über die Mittelwasserstände, sind wenigstens zur Zeit noch unsicher und werden wohl erst später berichtigt werden. Es war daher ein verdienstliches Unternehmen der trigonometrischen Abtheilung der Kgl. Preussischen Landesaufnahme, an der Kgl. Sternwarte zu Berlin einen Normalhöhenpunkt aufzustellen, der für alle Zeit eine unveränderliche Lage hat und 37 Meter über dem Normalnullpunkt liegt, welcher mit dem Nullpunkte des Pegels zu Amsterdam zusammenfällt. (Vergl. Seite 3 und 4 des Werkes: „Der Normalhöhenpunkt für das Königreich Preussen, festgelegt von der trigonometrischen Abtheilung der Landesaufnahme,“ Berlin 1879, Selbstverlag). Für das Bayerische Präcisionsnivellement folgt aus dieser Thatsache, dass alle Coten desselben in Meereshöhen verwandelt werden, welche sich auf den Preussischen Normalnullpunkt beziehen, wenn man sie von 861,0798 m abzieht, wie es in dem am Schlusse dieser Mittheilung befindlichen Höhenverzeichnisse auch geschehen ist.

Ausgleichung des Bayerischen Präcisionsnivellements nach der Methode der kleinsten Quadrate.

Bereits im Jahre 1867 habe ich in der siebenten Sitzung der zu Berlin abgehaltenen zweiten Allgemeinen Conferenz der Europäischen Gradmessung die Behauptung aufgestellt, dass der polygonale Abschluss eines Nivellements keine ausreichende Controle für dessen Genauigkeit sei, da in Folge von Störungen in den Schwererichtungen selbst ein ganz fehlerfrei nivellirtes Polygon nicht nothwendig am Anfangs- und Endpunkte einerlei Cote zu haben oder zu schliessen brauche (Vergl. meine Erste Mittheilung, S. 132). Dieser Satz wurde inzwischen vielfach angefochten, ist aber schliesslich doch und namentlich durch die verdienstlichen Arbeiten des Herrn-Zachariae im 80. Bande der Astronomischen Nachrichten und in dessen selbstständigem Werke „Die geodätischen Hauptpunkte“ (übersetzt von Lamp), sowie durch den Aufsatz des Herrn Prof. Helmert im 81. Bande der Astronomischen Nachrichten zur Geltung gekommen. Wenn aber nunmehr feststeht, dass nur die auf parallelen Niveauflächen sich hinziehenden Nivellementsschleifen sich vollständig schliessen; wenn ferner durch dreifaches Nivellement nachgewiesen ist, dass in unserer Fichtelgebirgsschleife (Polygon Nr I), abgesehen von der

nur unbedeutenden Einwirkung der geoidischen Erdgestalt, die Massenanziehungen und wohl auch, bei aller Vortrefflichkeit unserer Nivellirlatten, deren Theilungsfehler entschieden theilhaben an dem grossen Schlussfehler von 0,1080 m auf 244,772 Km (6,9 mm auf 1 Km); und wenn es endlich durch das gleiche Verfahren höchst wahrscheinlich wird, dass in dem an Hohen-Peissenberge hinziehenden Polygon Nr VI der nicht unbeträchtliche Schlussfehler von 0,0670 m auf 371,642 Km (3,48 mm auf 1 Km) ebenfalls zum Theil auf Lothablenkungen und Lattenunsicherheiten beruht: so ist man nach den Grundsätzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung nicht berechtigt, die Schlussfehler, wie sie sind, der Ausgleichung zu unterwerfen, weil ein Theil von ihnen von drei constanten Fehlerquellen (Geoidfläche, Lothablenkung, Lattenveränderung) herrührt und dieser Theil, wenn überhaupt, für sich sehr schwierig zu bestimmen ist. Ich hatte mir daher Anfangs vorgenommen, dieser letzten Mittheilung über das Bayerische Präcisionsnivellement eine von der Bedingung des genauen Polygonschlusses ausgehende Ausgleichung nicht beizufügen; in der Erwägung jedoch, dass durch eine solche empirische Interpolations-Ausgleichung einer anderweitigen, die Massenanziehung und Lattenveränderung berücksichtigenden spätern Bearbeitung des vollständig vorliegenden Beobachtungsmaterials nicht vorgegriffen wird, und dass die fragliche Ausgleichung jedenfalls den formellen Werth hat, eindeutige Höhen zu geben, welche fehlen, so lange die Polygone noch offen sind: aus diesen Gründen gab ich meine erste Absicht auf und entschloss mich zur Ausgleichung von 6 ganz in Bayern gelegenen Polygonen (Nr II bis Nr VII); das Polygon Nr I aber, welches das Fichtelgebirge umgibt, nahm ich wegen der Gewissheit, dass der grössere Theil des Abschlussfehlers auf constante Fehlerquellen zurückzuführen ist, nicht mit in den Bereich der Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate auf, sondern brachte es vorläufig nur dadurch zum Schlusse, dass ich den Rest des Schlussfehlers, welcher nach Feststellung der verbesserten Coten der Fixpunkte Nr 1 (Neuenmarkt) und Nr 166 (Weiden) noch verblieb, auf den Umfang Neuenmarkt-Schorgast-Oberkotzau-Franzensbad-Eger-Weiden den Entfernungen proportional vertheilte. Vielleicht gelingt es, wenn die mehrfach erwähnten, bei steilen Terrainstrecken auftretenden Lattenänderungen genauer untersucht sind, womit Herr Docent Decher beauf-

trägt ist, den von den Latten herrührenden Theil der constanten Fehler δ_2 festzustellen. Den der Geoidfläche zukommenden Theil δ_1 des Schlussfehlers \mathcal{A}_1 kann man nach der von Zachariä und Helmert aufgestellten Formel $r \cdot \delta_1 = 0,0052 P \sin 2 \varphi$ berechnen, worin r der Erdhalbmesser, φ die mittlere Breite und P die Projections-Fläche des Nivellementszugs auf die mittlere Meridian-Ebene ist. Fügt man dann den vom reinen Nivellementsfehler des Bayerischen Präcisionsnivellements (höchstens 1 Millimeter pro Kilometer) abhängigen Fehlertheil δ_3 hinzu, so kann man auf den Betrag δ_4 der Störung durch Massenanziehung schliessen, indem $\delta_4 = \mathcal{A}_1 - (\delta_1 + \delta_2 + \delta_3)$ ist.

Was nun die strenge Ausgleichung der 6 Polygone Nr II mit Nr VII betrifft, so ist darüber folgendes zu bemerken. Als Eckpunkte dieser Polygone wurden die Höhenmarken (\odot) an den Betriebshauptgebäuden der betreffenden Bahnlinien angenommen, und eine Ausnahme hievon ist nur in München und Augsburg gemacht, indem in der Residenz die Höhenmarke Nr 744 an der Brücke im Bahnhofs, welche die Salzstrasse mit der Bayerstrasse verbindet, und in Augsburg, wo seinerzeit der Bahnhof im Umbau sich befand, die Höhenmarke Nr 707 an der Gögginger Wegbrücke den Eckpunkt bezeichnet. Demnach haben die alphabetisch geordneten Eckpunkte der in Rede stehenden Polygone in den gedruckten Fixpunktverzeichnissen folgende Nummern:

Augsburg Nr 707, Franzensbad Nr 104, Holzkirchen Nr 762, Kempten Nr 520, München Nr 744, Neuenmarkt Nr 1, Neuulm Nr 653 a, Nürnberg Nr 365, Passau Nr 1279, Penzberg Nr 1490, Regensburg Nr 1106, Rosenheim Nr 784, Weiden Nr 166.

Sämmtliche Höhenunterschiede und Seitenlängen der einzelnen Polygone sind nunmehr auf solche Höhenmarken bezogen, wesshalb die unten folgenden Zahlen von jenen in der früheren Ausgleichung (Vierte Mittheilung des Bayerischen Präcisionsnivellements, Seite 110 bis 132) etwas verschieden sind. In der nachfolgenden tabellarischen Uebersicht heissen, wie früher, die Seiten der einzelnen Polygone s , die beobachteten Höhenunterschiede d , die verbesserten Höhenunterschiede d' und die Schlussfehler der Polygone \mathcal{A} . Dieser Zusammenstellung wurden die verbesserten Höhenunterschiede d' beigefügt, wie sie die Ausgleichung ergab, wobei jedoch das Polygon Nr I nach der vorausgehenden Bemerkung besonders behandelt wurde.

Polygon Nr I

1) Weiden-Bayreuth-Neuenmarkt	$s_3 = 79,990$	+	$49,1864$	-	$49,1830$
2) Neuenmarkt-Oberkotzau-Franzensbad	$s_2 = 95,214$	-	$100,6868$	-	$100,7480$
3) Franzensbad-Eger-Weiden	$s_1 = 67,496$	+	$51,6084$	+	$51,5650$
<hr/>					
$242,700 \quad \mathcal{A}_1 = +0,1080 \quad -$					

Polygon Nr II

1) Weiden-Bayreuth-Neuenmarkt	$s_3 = 79,990$	+	$49,1864$	+	$49,1830$
2) Neuenmarkt-Bamberg-Nürnberg	$s_4 = 134,879$	+	$38,0092$	+	$38,0034$
3) Nürnberg-Regensburg	$s_5 = 100,923$	-	$29,5538$	-	$29,5647$
4) Regensburg-Schwandorf-Weiden	$s_6 = 86,969$	-	$57,6179$	-	$57,6216$
<hr/>					
$402,761 \quad \mathcal{A}_2 = +0,0239 \quad -$					

Polygon Nr III

1) Regensburg-Nürnberg	$s_5 = 100,923$	+	$29,5538$	+	$29,5647$
2) Nürnberg-Nördlingen-Augsburg	$s_7 = 173,828$	-	$179,1385$	-	$179,1272$
3) Augsburg-München	$s_8 = 60,567$	-	$31,9722$	-	$31,9557$
4) München-Geiselhöring-Regensburg	$s_9 = 147,266$	+	$181,5183$	+	$181,5182$
<hr/>					
$482,584 \quad \mathcal{A}_3 = -0,0386 \quad -$					

Polygon Nr IV

1) München-Geiselhöring-Regensburg	$s_9 = 147,266$	+	$181,5183$	+	$181,5182$
2) Regensburg-Geiselhöring-Passau	$s_{10} = 125,403$	+	$37,1763$	+	$37,1680$
3) Passau-Simbach-München	$s_{11} = 179,025$	-	$218,6744$	-	$218,6862$
<hr/>					
$451,694 \quad \mathcal{A}_4 = +0,0202 \quad -$					

Polygon Nr V

1) Augsburg-Offingen-Neuulm	$s_{12} =$	$84,022$	$+$	$19,2367$	$+$	$19,2271$	
2) Neuulm-Memmingen-Kempten	$s_{13} =$	$85,951$	$-$	$225,9297$	$-$	$225,9395$	
3) Kempten-Buchloe-Augsburg	$s_{14} =$	$102,667$	$+$	$206,7028$	$+$	$206,7124$	
		<hr/>			$272,640$	$\mathcal{A}_5 = +0,0098$	$-$

Polygon Nr VI

1) München-Augsburg	$s_8 =$	$60,567$	$+$	$31,9722$	$+$	$31,9557$	
2) Augsburg-Buchloe-Kempten	$s_{14} =$	$102,667$	$-$	$206,7028$	$-$	$206,7124$	
3) Kempten-Schongau-Penzberg	$s_{15} =$	$132,252$	$+$	$92,1513$	$+$	$92,1238$	
4) Penzberg-Tölz-Holzkirchen	$s_{16} =$	$40,052$	$-$	$80,1140$	$-$	$80,1223$	
5) Holzkirchen-München	$s_{17} =$	$36,104$	$+$	$162,7603$	$+$	$162,7552$	
		<hr/>			$371,642$	$\mathcal{A}_6 = +0,0670$	$-$

Polygon Nr VII

1) Holzkirchen-München	$s_{17} =$	$36,104$	$+$	$162,7603$	$+$	$162,7552$	
2) München-Grafring-Rosenheim	$s_{18} =$	$64,322$	$+$	$74,4257$	$+$	$74,4301$	
3) Rosenheim-Holzkirchen	$s_{19} =$	$38,129$	$-$	$237,1879$	$-$	$237,1853$	
		<hr/>			$138,555$	$\mathcal{A}_7 = -0,0019$	$-$

Die der Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate unterworfenen 6 Polygone (Nr II bis Nr VII) geben 6 Bedingungsgleichungen. Bezeichnet man die an den beobachteten Werthen d noch anzubringenden Verbesserungen mit v , so lauten die Bedingungsgleichungen, schematisch zusammengestellt, wie folgt:

	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	v_9	v_{10}	v_{11}	v_{12}	v_{13}	v_{14}	v_{15}	v_{16}	v_{17}	v_{18}	v_{19}	
(2)	+1	+1	-1	-1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	$+ \mathcal{A}_2 = 0$
(3)	.	.	+1	.	-1	-1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	$+ \mathcal{A}_3 = 0$
(4)	+1	+1	-1	.	.	.	.	.	.	.	.	$+ \mathcal{A}_4 = 0$
(5)	+1	-1	+1	.	.	.	.	.	.	$+ \mathcal{A}_5 = 0$
(6)	+1	.	.	.	.	.	-1	+1	-1	+1	.	.	$+ \mathcal{A}_6 = 0$
(7)	+1	+1	-1	$+ \mathcal{A}_7 = 0$

Unter der Voraussetzung, dass erstens der mittlere Fehler einer nivellierten Strecke proportional der Quadratwurzel aus deren Länge ist, dass zweitens als Gewichtseinheit das Gewicht der Summe (S) aller Polygonseiten angenommen wird, und dass drittens die Gewichte der Strecken $s_3, s_4 \dots s_n$ mit $p_3, p_4 \dots p_n$ bezeichnet werden, ist

$$p_n = \frac{S}{s_n}; \quad \frac{1}{p_n} = \frac{s_n}{S}, \quad S = s_3 + s_4 + \dots + s_{19} = 1672,349 \text{ Km}$$

und die Bedingungsgleichungen geben dann folgende Correlatengleichungen:

	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇
$p_3 v_3 =$	+1	.	.	.	.	.
$p_4 v_4 =$	+1	.	.	.	.	.
$p_5 v_5 =$	-1	+1	.	.	.	.
$p_6 v_6 =$	-1	.	.	.	.	.
$p_7 v_7 =$	.	-1	.	.	.	.
$p_8 v_8 =$	.	-1	.	.	+1	.
$p_9 v_9 =$	.	+1	+1	.	.	.
$p_{10} v_{10} =$	.	.	+1	.	.	.
$p_{11} v_{11} =$	.	.	-1	.	.	.
$p_{12} v_{12} =$	.	.	.	+1	.	.
$p_{13} v_{13} =$	.	.	.	-1	.	.
$p_{14} v_{14} =$	.	.	.	+1	-1	.
$p_{15} v_{15} =$	.	.	.	.	+1	.
$p_{16} v_{16} =$	.	.	.	.	-1	.
$p_{17} v_{17} =$	.	.	.	.	+1	+1
$p_{18} v_{18} =$	.	.	.	.	.	+1
$p_{19} v_{19} =$	.	.	.	.	.	-1

Hieraus folgen die Normalgleichungen und die Summen-Normalgleichung, welche selbstständig aus den Correlatengleichungen gebildet und zur Controlle in der weiteren Rechnung mitgeführt wurde.

K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	
$\frac{1}{p_3} + \frac{1}{p_4} + \frac{1}{p_5} + \frac{1}{p_6}$	$-\frac{1}{p_5}$	\cdot	\cdot	\cdot	\cdot	$+\mathcal{J}_2 = 0$
$-\frac{1}{p_5}$	$+\frac{1}{p_5} + \frac{1}{p_7} + \frac{1}{p_8} + \frac{1}{p_9}$	$+\frac{1}{p_9}$	\cdot	$-\frac{1}{p_8}$	\cdot	$+\mathcal{J}_3 = 0$
\cdot	$+\frac{1}{p_9}$	$+\frac{1}{p_9} + \frac{1}{p_{10}} + \frac{1}{p_{11}}$	\cdot	\cdot	\cdot	$+\mathcal{J}_4 = 0$
\cdot	\cdot	\cdot	$+\frac{1}{p_{12}} + \frac{1}{p_{13}} + \frac{1}{p_{14}}$	$-\frac{1}{p_{14}}$	\cdot	$+\mathcal{J}_5 = 0$
\cdot	$-\frac{1}{p_8}$	\cdot	$-\frac{1}{p_{14}}$	$+\frac{1}{p_8} + \frac{1}{p_{14}} + \frac{1}{p_{15}} + \frac{1}{p_{16}} + \frac{1}{p_{17}}$	$+\frac{1}{p_{17}}$	$+\mathcal{J}_6 = 0$
\cdot	\cdot	\cdot	\cdot	$+\frac{1}{p_{17}}$	$+\frac{1}{p_{17}} + \frac{1}{p_{18}} + \frac{1}{p_{19}}$	$+\mathcal{J}_7 = 0$
$\frac{1}{p_3} + \frac{1}{p_4} + \frac{1}{p_6}$	$+\frac{1}{p_7} + \frac{2}{p_9}$	$+\frac{2}{p_9} + \frac{1}{p_{10}} + \frac{1}{p_{11}}$	$+\frac{1}{p_{12}} + \frac{1}{p_{13}}$	$+\frac{1}{p_{15}} + \frac{1}{p_{16}} + \frac{2}{p_{17}}$	$+\frac{2}{p_{17}} + \frac{1}{p_{18}} + \frac{1}{p_{19}}$	$+\mathcal{J}_2 + \mathcal{J}_3 + \mathcal{J}_4 + \mathcal{J}_5 + \mathcal{J}_6 + \mathcal{J}_7 = 0$

Führt man für S und sämtliche s die gegebenen Zahlenwerthe ein, so erhält man zunächst für die reciproken Gewichte:

$$\begin{array}{ll} \frac{1}{p_3} = \frac{s_3}{S} = 0,047831 & \frac{1}{p_{12}} = \frac{s_{12}}{S} = 0,050241 \\ \frac{1}{p_4} = \frac{s_4}{S} = 0,080652 & \frac{1}{p_{13}} = \frac{s_{13}}{S} = 0,051395 \\ \frac{1}{p_5} = \frac{s_5}{S} = 0,060348 & \frac{1}{p_{14}} = \frac{s_{14}}{S} = 0,061390 \\ \frac{1}{p_6} = \frac{s_6}{S} = 0,052004 & \frac{1}{p_{15}} = \frac{s_{15}}{S} = 0,079081 \\ \frac{1}{p_7} = \frac{s_7}{S} = 0,103942 & \frac{1}{p_{16}} = \frac{s_{16}}{S} = 0,023949 \\ \frac{1}{p_8} = \frac{s_8}{S} = 0,036216 & \frac{1}{p_{17}} = \frac{s_{17}}{S} = 0,021588 \\ \frac{1}{p_9} = \frac{s_9}{S} = 0,088059 & \frac{1}{p_{18}} = \frac{s_{18}}{S} = 0,038462 \\ \frac{1}{p_{10}} = \frac{s_{10}}{S} = 0,074986 & \frac{1}{p_{19}} = \frac{s_{19}}{S} = 0,022799 \\ \frac{1}{p_{11}} = \frac{s_{11}}{S} = 0,107050 & \end{array}$$

und damit die Normalgleichungen:

K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	\mathcal{A}
+ 0,24084	- 0,06035	.	.	.	.	+0,0239 = 0
- 0,06035	+ 0,28857	+ 0,08806	.	- 0,03622	.	-0,0386 = 0
.	+ 0,08806	+ 0,27010	.	.	.	+0,0202 = 0
.	.	.	+ 0,16303	- 0,06139	.	+0,0098 = 0
.	- 0,03622	.	- 0,06139	+ 0,22222	+ 0,02159	+0,0670 = 0
.	.	.	.	+ 0,02159	+ 0,08285	-0,0019 = 0
0,18049	+ 0,28006	+ 0,35816	+ 0,10164	+ 0,14620	+ 0,10444	+0,0804 = 0

Die Auflösung dieser Gleichungen nach den Gauss'schen Algorithmus liefert nun folgende reduzierte Normalgleichungen.

K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	A
+ 0,24084	- 0,06035	.	.	.	.	+ 0,02390 = 0
+ 1	- 0,25058	.	.	.	.	+ 0,09824 = 0
	+ 0,27345	+ 0,08806	.	- 0,03622	.	- 0,03260 = 0
	+ 1	+ 0,32203	.	- 0,13246	.	- 0,11922 = 0
		+ 0,24173	.	+ 0,01166	.	+ 0,03071 = 0
		+ 1	.	+ 0,04824	.	+ 0,12704 = 0
			+ 0,16303	- 0,06139	.	+ 0,00980 = 0
			+ 1	- 0,37656	.	+ 0,06011 = 0
				+ 0,19374	+ 0,02159	+ 0,06490 = 0
				+ 1	+ 0,11143	+ 0,33499 = 0
					+ 0,08044	- 0,00913 = 0
					+ 1	- 0,11350 = 0

und hieraus findet man für die einzelnen K folgende Werthe:

$$\begin{aligned} K_2 &= -0,07201 & K_3 &= +0,10868 & K_4 &= -0,11027 \\ K_5 &= -0,19102 & K_6 &= -0,34764 & K_7 &= +0,11350. \end{aligned}$$

Setzt man diese Werthe in die Summen-Normalgleichung, so wird auch diese befriedigt ($0,12269 - 0,12273 = 0$) und dadurch die Richtigkeit obiger Correlaten bestätigt.

Aus den Correlatengleichungen erhält man nun zunächst die einzelnen Werthe der Produkte pv , dann die v selbst und durch Multiplication dieser beiden die Produkte pvv , wie nachstehende Tafel zeigt:

	pv	v	pvv
(3)	— 0,07201	— 0,00344	0,000 247 7144
(4)	— 0,07201	— 0,00581	0,000 418 3781
(5)	+ 0,18069	+ 0,01090	0,001 969 5210
(6)	+ 0,07201	+ 0,00374	0,000 269 3174
(7)	— 0,10868	— 0,01130	0,001 228 0840
(8)	— 0,45632	— 0,01653	0,007 542 9696
(9)	— 0,00159	— 0,00014	0,000 000 2226
(10)	— 0,11027	— 0,00827	0,000 911 9329
(11)	+ 0,11027	+ 0,01180	0,001 301 1860
(12)	— 0,19102	— 0,00960	0,001 833 7920
(13)	+ 0,19102	+ 0,00982	0,001 875 8164
(14)	+ 0,15662	+ 0,00961	0,001 505 1182
(15)	— 0,34764	— 0,02749	0,009 556 6236
(16)	+ 0,34764	+ 0,00833	0,002 895 8412
(17)	— 0,23414	— 0,00506	0,001 184 7484
(18)	+ 0,11350	+ 0,00437	0,000 495 9950
(19)	— 0,11350	— 0,00259	0,000 239 9650
			[pvv] = 0,033 531 2258

Die Berechnung von [pvv] aus den Werthen von \mathcal{A} der reduzierten Normalgleichungen liefert in genügender Uebereinstimmung hiemit 0,033 525 9904. Hieraus ergibt sich der mittlere Fehler der Gewichtseinheit

$$m_s = \sqrt{\frac{0,033\,531\,2258}{6}} = \pm 0,074\,7565$$

und der mittlere Fehler für einen Kilometer doppelt nivellierte Länge:

$$m = \frac{0,074\,7565}{\sqrt{1672,349}} = \pm 0,001828 \text{ m} = \pm 1,83 \text{ mm.}$$

Zu dieser Fehlerbestimmung haben die Polygone V, VI, VII, welche zum Theil in den Vorbergen der bayerischen Alpen liegen, mit beige-

tragen, und es ist daher klar, dass 1,8 mm den reinen Nivellirungsfehler nicht darstellt, weil in den Abschlüssen der letztgenannten Polygone constante, von der Massenanziehung und der Lattenunsicherheit herrührende Fehler enthalten sind. Wir haben auch die drei dem Theile von Bayern angehörigen Polygone II, III, IV, welcher sich zwischen dem Rhön- und Fichtelgebirge einerseits und den Alpen und deren Vorbergen andererseits hinzieht, für sich ausgeglichen und für dieselben gefunden: den mittleren Fehler der Gewichtseinheit (m_s) = $\pm 0,05812$ und den Kilometer-Fehler (m) = $\pm 1,42$ mm. Auch dieser letztere Werth stellt für Bayern den reinen Nivellirungsfehler noch nicht vor. Derselbe kann nur auf ganz ebenen und von Gebirgen gleichweit entfernten Strecken gefunden werden. Unsere Untersuchungen hierüber sind noch im Gange, vorläufig wissen wir nur, dass er kleiner als 1 mm ist.

Es tritt nun die Frage nach den verbesserten Coten an uns heran. Fassen wir zu dem Ende zunächst die Strecke Coburg-Lichtenfels-Nürnberg-Nördlingen-Augsburg-Buchloe-Kempton-Lindau-Kressbronn ins Auge, so ergeben sich für dieselbe die folgenden Zahlenwerthe, zu welchen bemerkt werden muss, dass die erste und letzte Strecke nicht zu den ausgeglichenen Polygonen gehören.

Strecke	Länge	Gemessene Neigung	Verbesserte Neigung
Coburg-Lichtenfels	21,001	+ 31,3254	+ 31,3254
Lichtenfels-Nürnberg	92,207	— 47,3269	— 47,3229
Nürnberg-Nördlingen-Augsburg	173,828	—179,1385	—179,1272
Augsburg-Buchloe-Kempton	102,667	— 206,7028	—206,7124
Kempton-Lindau-Kressbronn	95,531	+299,1220	+299,1220
Coburg-Kressbronn	485,234	—102,7208	—102,7151

Behält man nun für Coburg die auf Seite 162 der Ersten Mittheilung enthaltene Cote, nämlich

Nr 283, Höhenmarke zu Coburg mit 565, 7475

bei, so ergeben sich für die vorstehenden Strecken-Endpunkte folgende verbesserte Coten:

Nr 263, Höhenmarke \odot zu Lichtenfels	=	597,0729 (alt 597,0729)
Nr 365, Höhenmarke \odot zu Nürnberg	=	549,7500 (alt 549,7460)
Nr 707, Höhenmarke \odot zu Augsburg	=	370,6228 (alt 370,6075)
Nr 520, Höhenmarke \odot zu Kempten	=	163,9104 (alt 163,9047)
Nr 611, Höhenmarke \odot zu Kressbronn	=	463,0324 (alt 463,0267)

Ferner erhält man für das Polygon Nr II ausser dem schon bestimmten Eckpunkte Nürnberg noch folgende verbesserte Coten:

Nr 1, Höhenmarke \odot zu Neuenmarkt	=	511,7466 (alt = 511,7368)
Nr 166, Höhenmarke \odot zu Weiden	=	462,5636 (alt = 462,5504)
Nr 1106, Höhenmarke \odot zu Regensburg	=	520,1852 (alt = 520,1540)

Für die übrigen Polygone Nr III bis Nr VII einschliesslich ergeben sich die noch nicht bestimmten Coten der Endpunkte wie folgt:

Nr 744, Höhenmarke \odot zu München	=	338,6671 (alt = 338,6353)
Nr 1279, Höhenmarke \odot zu Passau	=	557,3533 (alt = 557,3303)
Nr 653a, Höhenmarke \odot zu Neuulm	=	389,8499 (alt = 389,8442)
Nr 762, Höhenmarke \odot zu Holzkirchen	=	175,9119 (alt = 175,8750)
Nr 1490, Höhenmarke \odot zu Penzberg	=	256,0342 (alt = 255,9890)
Nr 784, Höhenmarke \odot zu Rosenheim	=	413,0972 (alt = 413,0629)

Hält man die Coten für Neuenmarkt (511,7466) und Weiden (462,5636), wie sie sich aus der strengen Ausgleichung ergeben haben, fest, so beträgt das verbesserte Gefälle d' von Weiden nach Neuenmarkt +49,1830 gegenüber dem durch Messung gefundenen von +49,1864. Dadurch gehen 0,0034 von dem Schlussfehler $\mathcal{A}_1 = 0,1080$ ab, so dass nur mehr 0,1046 auf die Strecken Neuenmarkt-Franzensbad und Weiden-Franzenbad zu vertheilen sind. Von diesen Strecken ist die erste 95,214 und die zweite 67,496 Kilometer lang; vertheilt man daher den Schlussfehler 0,1046 auf beide Strecken proportional den Entfernungen, so wird die verbesserte

Steigung von Weiden bis Franzensbad = $-(51,6084 - 0,0434) = -51,5650$.
 Hiermit berechnet sich die Cote für Franzensbad aus beiden Punkten
 Neuenmarkt und Weiden ganz gleich, nämlich

Nr 104, Höhenmarke \odot zu Franzensbad = 410,9986 m.

Das am Schlusse dieser Abhandlung nach dem Verzeichniss der gewöhnlichen und der Hauptfixpunkte weiter noch beigefügte Verzeichniss der verbesserten Coten und Meereshöhen aller Fixpunkte bedarf hienach keiner Erläuterung in Bezug auf die Berechnung der Coten und Meereshöhen, von denen wir (nach Seite 63 u. ff.) wissen, dass sie sich auf den Nullpunkt des Amsterdamer Pegels und folglich auch auf den Nullpunkt des Normalhöhenpunkts der Berliner Sternwarte beziehen. In Bezug auf die Anordnung des fraglichen letzten Verzeichnisses bemerke ich nur, dass die Reihenfolge der Fixpunkte nach ihren Nummern als die natürlichste erscheint, weil sie auch die der fünf Mittheilungen über das Bayerische Präcisionsnivellement ist, in denen die besondere Lage jedes Punkts nach seiner Zahl aufgefunden werden kann. Die Zählung geht in der Ersten Mittheilung vom Jahre 1870 von Nr 1 bis Nr 611, in der Zweiten Mittheilung vom Jahre 1872 von Nr 612 bis Nr 994, in der Dritten Mittheilung vom Jahre 1874 von Nr 995 bis Nr 1233, in der Vierten Mittheilung vom Jahre 1876 von Nr 1234 bis Nr 1405, in der Fünften Mittheilung vom Jahre 1879 von Nr 1406 bis Nr 1555.

Die Hauptfixpunkte sind am Schlusse des Verzeichnisses enthalten und in dieser fünften Mittheilung unter Nr I bis Nr LXXVII näher beschrieben. Aus den beigefügten schon früher bestimmten gewöhnlichen Fixpunkten geht die Art des Nivellements-Anschlusses der Hauptfixpunkte an die Polygonseiten hervor. Durch die Beisetzung der Ortschaften, an denen eine grosse Zahl von Fixpunkten stehen, orientirt man sich auch leicht aus deren Nummer über ihre geographische Lage.

Verzeichniss der Fixpunkte.

Fortsetzung und Schluss.

Erklärung der Ueberschriften und Zeichen.

- Nr** Laufende Nummer der Höhenmarke oder des Fixpunktes; und zwar bezeichnen die mit arabischen Ziffern gedruckten Zahlen die gewöhnlichen Fixpunkte des Präcisionsnivellements im Umfange der Polygone, während die mit römischen Ziffern gedruckten Zahlen den theils innerhalb theils ausserhalb der Polygone liegenden Hauptfixpunkten zugehören.
- A** Nummer einer Abtheilung zwischen zwei benachbarten Fixpunkten, nach der Reihenfolge der Aufnahme;
- J** Anzahl der Stände des Instruments in einer Abtheilung;
- Z** die in derselben angewendete mittlere Zielweite in Meter;
- D** die Distanz zweier sich folgenden Fixpunkte in Meter;
- H** deren Höhenunterschied in Meter;
- w** wahrscheinlicher Fehler von H in Millimeter;
- w'** derselbe Fehler, reducirt auf $D = 1$ Kilometer, in Millimeter;
- ⊙ messingene Höhenmarken (Bolzen mit centraler Bohrung) in verticalen Wänden;
- wagrechte, in Stein gehauene und mit einer Rinne umgebene Vierecke, welche zur Bezeichnung von Fixpunkten dienen;
- ⊞ dergleichen, mit den eingemeisselten Buchstaben HM (Höhenmarke), oder auch viereckige Cementplatten, in rauhe oder bröckelnde Steine eingesetzt;
- = wagrecht geebnete Steinflächen zur Bezeichnung untergeordneter Fixpunkte;
- Pl** Planiehöhe (Schwellenoberfläche) der Eisenbahn;
- St** Wegstunde (halbe Bayerische Meile), bezieht sich auf die in Bayern gebräuchliche Bezeichnung der Bahnstrecken. Eine Bayerische Meile misst 7415^m.

Die Kunstbauten der Bahnen sind theils auf grössere Strecken fortlaufend, theils nach den bei dem Baue bestandenen Sectionen numerirt.

Die eingeklammerten Abtheilungen {...} bilden Zweignivellements zu Höhenmarken und Fixpunkten, auf deren Coten das durchlaufende Nivellement sich nicht stützt.

Hauptfixpunkte in Hof, Oberkotzau, Eger.

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote
I 68.	Katholische Pfarrkirche in Hof, \odot am ersten Strebepfeiler neben dem westlichen Thurm								
									361,2479
55.	Gewölbter Bahndurchlass Nr 30 südlich vom Betriebshauptgebäude in Oberkotzau, \odot im Schlussstein der westlichen Stirn (in Folge des Stations- und Bahnumbaues jetzt zerstört)								
									377,1974
54.	Gewölbter Bahndurchlass (Fluthbrücke) Nr 30, \square über die Höhenmarke auf der mittleren westlichen Stirndeckplatte bei St 32,7 + 195 ^m ungefähr Pl								
									376,5603
1406.	Betriebshauptgebäude im Bahnhof Oberkotzau, Westseite, Pfeiler zwischen den Eingängen zu den Wartsälen I., II. und III. Classe, \square im Sockelvorsprung, 0,9475 ^m über Bahnhof-Pl								
	1	1	27	54	- 0,9827	0,0	0,0	0,0	375,5776
1407.	Strassenbrücke über die Saale in Oberkotzau, rechtseitiges (östliches) Widerlager, nördlicher Vorkopf, \square auf dem Abdeckstein								
	2	4	50	397	+ 0,6098	0,3	0,1	0,5	376,1874
1408.	$\left\{ \begin{array}{l} = \text{auf der Fensterbrüstung über der Höhenmarke an der Pfarrkirche in} \\ \text{Oberkotzau} \end{array} \right.$								
II.	Pfarrkirche in Oberkotzau, Ostseite der Sakristei, \odot in der Mitte der Wandfläche, 0,70 ^m über Terrain								
	4	2	31	124	+ 0,6871	0,1	0,0	0,4	376,8745
112.	Wegbrücke für die Chaussee von Eger nach Pograth, bei St. 26,6—90 ^m (Zählung der ehemaligen bayrischen Ostbahn), mittlere Oeffnung, \odot am östlichen Pfeilersockel, 1,00 ^m über Pl								
									394,9697
1409.	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Betriebshauptgebäude im Bahnhof Eger, } \square \text{ auf der rechtseitigen Treppenwange} \\ \text{am Eingange zum südlichen Flügel-Hauptbau, Stadtseite} \end{array} \right.$								

Hauptfixpunkte in Eger, Marktschorgast.

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote
1410.	Betriebshauptgebäude im Bahnhof Eger, ☐ auf der linkseitigen Treppenwange am Eingange zum nördlichen Flügel-Hauptbau, Stadtseite, 0,6405 ^m über Bahnhof-Pl								
110.	Nordwestecke der östlichen (sächsischen) Locomotivremise, Deckplatte der Futtermauer, unter dem Sockel der Remise eingemauert, ☐ dicht daran								
	398,3015								
1411.	☐ unter der Höhenmarke an der Stadtpfarrkirche in Eger, im Sockelvorsprung								
	1	19	32	1205	+15,9102	0,6	0,3	0,5	414,2117
III.	Stadtpfarrkirche in Eger, Südostseite des östlichen Chores, ☉ an dem ersten südlichen Strebepfeiler links von der Mitte des Chores, 2,05 ^m über Terrain								
	413,1142								
1412.	Stadtpfarrkirche in Eger, Nordseite des östlichen Chores, zweiter Strebepfeiler rechts von der Mitte des Chores an der Ostseite des nördlichen Kirch- thurmes, ☐ im Sockelvorsprung, 0,95 ^m über Terrain								
	2	2	27	109	— 0,0255	0,0	0,0	0,0	414,1862
12.	Betriebshauptgebäude im Bahnhof Marktschorgast, ☉ neben dem Ein- gange zum Wartsaal III. Classe								
	353,9586								
11.	☐ unter der Höhenmarke am Betriebsgebäude in Marktschorgast im Sockelvorsprung, 0,4852 ^m über Bahnhof-Pl								
	355,6313								
IV.	Pfarrkirche in Marktschorgast, Westseite des Thurmes, ☐ im Sockel- vorsprung, 2,0 ^m links vom Haupteingange, 0,87 ^m über Terrain								
	1	15	26	774	+30,2805	0,4	0,2	0,5	385,9118
1.	Betriebshauptgebäude im Bahnhof Neuenmarkt, ☉ an der Nordseite neben dem Eingange zur Expedition								
	511,7368								
2.	☐ unter der Höhenmarke am Betriebshauptgebäude in Neuenmarkt, im Sockel, 0,5190 ^m über Bahnhof-Pl								
	513,1700								

Bayreuth, Kulmbach.

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote
1413.	Strassendurchlass Lit. c in 16 K ^m der Strasse von Bayreuth nach Neuenmarkt, rechtseitiges Widerlager, \square auf dem nördlichen Flügeldeckstein, Eckstück								
	1	3	39	234	+ 0,2832	0,4	0,1	0,8	513,4532
1414.	Strassendurchlass Lit. a in 16 K ^m der Strasse von Bayreuth nach Neuenmarkt, \square auf dem östlichen Flügeldeckstein								
	2	3	52	311	- 3,2963	0,2	0,0	0,3	510,1569
212.	Betriebshauptgebäude im Bahnhof Bayreuth, Nordseite, \odot in der Mitte des Wandpfeilers, westlich neben dem mittleren Fenster								
									515,7869
211 ^a .	\square unter der Höhenmarke am Betriebshauptgebäude in Bayreuth auf der untern Treppenstufe (\square im weichen Sandstein fand sich ausge treten, daher neu gearbeitet und nivellirt)								
									+ 1,7527
									517,5396
V.	Denkmal von Jean Paul Friedrich Richter in Bayreuth, unterster Sockelabsatz, Durchschnittshöhe der 4 Ecken desselben								
	1	16	38	1222	+ 3,9298	0,6	0,4	0,6	521,4694
232.	Betriebshauptgebäude im Bahnhof Kulmbach, \odot neben dem Haupteingang von der Stadt aus								
									555,2470
231.	\square unter der Höhenmarke am Betriebshauptgebäude in Kulmbach, auf der Treppenwange, 0,8507 ^m über Bahnhof-Pl								
									556,3998
1415.	\square unter der Höhenmarke am Rathhaus der Stadt Kulmbach, im Sockelvorsprung								
	1	6	54	653	- 1,5643	0,5	0,2	0,6	554,8355
VI.	Hauptfront des Rathhauses der Stadt Kulmbach, \odot neben der westlichen Ecklisene, 2,0 ^m über Terrain								
									- 1,1842
									553,6513
263.	Betriebshauptgebäude im Bahnhof Lichtenfels, \odot am mittleren Sandsteinpfeiler des Corridors gegen die Stadt hin								
									597,0729

Hauptfixpunkte in Lichtenfels, Bamberg,

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote	
262.	□ unter der Höhenmarke am Betriebshauptgebäude in Lichtenfels auf der granitnen Treppenstufe, 0,5315 über Bahnhof-Pl									598,5621
1416.	□ unter der Höhenmarke an der Stadtpfarrkirche in Lichtenfels, im Sockelvorsprung									
	1	8	37	591	— 8,5684	0,6	0,3	0,8	589,9937	
VII.	Stadtpfarrkirche in Lichtenfels, Nordseite, ⊙ unter dem 3. Fenster in der Längsachse von Ost nach West gezählt, 1,65 ^m über Terrain									
									— 0,9079	589,0858
319.	Betriebshauptgebäude im Bahnhof Bamberg, ⊙ an einem der Mittelpfeiler des Corridors, gegen die Stadt hin									619,6439
318.	□ unter der Höhenmarke am Betriebshauptgebäude in Bamberg, auf der obersten Treppenstufe, 0,3917 über Bahnhof-Pl									621,1839
1417.	Sophienbrücke über die Regnitz in Bamberg, rechtseitiges Widerlager, nordöstlicher Flügel, □ auf der Abdachung des Hauptgesimses ausserhalb der Brüstung									
	1	7	50	699	— 0,6752	0,4	0,1	0,4	620,5087	
1418.	Sophienbrücke über die Regnitz in Bamberg, linkseitiges Widerlager, südöstlicher Flügel, □ auf der Abdachung des Hauptgesimses ausserhalb der Brüstung									
	2	1	58	117	— 0,0117	0,0	0,0	0,0	620,4970	
1419.	Geyerwörthbrücke (Fischbauchträger mit 2 Oeffnungen) über die Regnitz in Bamberg, rechtseitiges Widerlager, südöstlicher Flügel, □ neben dem Brüstungsendpfeiler									
	3	12	48	1140	+ 1,8372	0,6	0,3	0,5	622,3342	
1420.	□ unter der Höhenmarke am Dom in Bamberg, im Sockelvorsprung									
	4	11	25	547	— 21,5658	0,5	0,2	0,6	600,7684	
VIII.	Dom in Bamberg, nordwestliches Seitenschiff, ⊙ in der dritten Lisene vom Hauptportal in der Mitte der nordwestlichen Front, 2,30 ^m über Terrain									

Bamberg, Schweinfurt.

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote
IX.	Denkmal des Franz Ludwig von Echter, Fürstbischof von Bamberg und Würzburg, auf dem Corneliensplatz in Bamberg, unterster Sockelabsatz, Durchschnittshöhe der 4 Ecken								
	5	2	17	67	+ 1,3187	0,1	0,0	0,5	602,0871
1417.	Sophienbrücke über die Regnitz in Bamberg, rechtseitiges Widerlager, nordöstlicher Flügel, \square auf der Abdachung des Hauptgesimses ausserhalb der Brüstung								
									620,5087
1421.	Kettenbrücke über die Regnitz in Bamberg, rechtseitiges Widerlager, nordöstlicher Pilon (linkseitig vom Bahnhof aus gesehen), Nordseite, \square auf dem Sockel								
	1	5	43	428	+ 0,5972	0,2	0,0	0,2	621,1059
1422.	Kettenbrücke über die Regnitz in Bamberg, linkseitiges Widerlager, südlicher Pilon (rechtseitig von der Stadt aus gesehen), Südseite, \square auf dem Sockel								
	2	3	43	257	- 0,0425	0,3	0,1	0,7	621,0634
1418.	Sophienbrücke über die Regnitz in Bamberg, linkseitiges Widerlager, südöstlicher Flügel, \square auf der Abdachung des Hauptgesimses ausserhalb der Brüstung								
	3	6	33	392	- 0,5688	0,4	0,2	0,7	620,4946
968.	\odot an dem nordöstlichen Stollenportal Nr XII südwestlich vom alten Bahnhof Schweinfurt, Stirn der Scheidemauer								
									649,4150
967.	Schacht der Stollendohle vor dem nordöstlichen Portal, Westecke der Umfassungsmauer, \square Pl								
									650,8245
1423.	Rathhaus der Stadt Schweinfurt, nordöstlicher (linkseitiger) Ausgang zu demselben von der Stadt aus, \square auf dem Sockel des Thorpfeilers								
	1	8	46	733	- 8,0202	0,5	0,3	0,6	642,8043
1424.	\square unter der Höhenmarke an der St. Johanneskirche in Schweinfurt, im Sockelvorsprung								
	2	4	27	235	- 5,7067	0,3	0,1	0,5	637,0976
X.	St. Johanneskirche in Schweinfurt, südliche Front des Querschiffes, \odot in der südöstlichen Ecklisene neben dem Portal rechts								
					- 1,4565				635,6411

Hauptfixpunkte in Würzburg, Aschaffenburg.

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote	
939.	Gewölbter Bahndurchlass Nr VI, südliche Stirn, westlicher Gesimsstein, \square 0,07 ^m unter Pl bei St 0,4 + 113 ^m									688,3633
940.	Regereinlauf neben dem Wasserkrahn bei dem Maschinenhaus westlich vom Betriebshauptgebäude in Würzburg, = auf dem südlichen Rand, Bahnhof-Pl									680,6772
	10	64	1279	—	7,6861	0,6	0,3	0,5		
941.	Betriebshauptgebäude des neuen Bahnhofs zu Würzburg, westlicher Flügel- bau, \odot an der östlichen Hausteinsene auf der Perronseite, Nordseite									678,4714
1425.	Einlauf des städtischen Kanals am östlichen Ende des Juliusspitals in Würz- burg, \square auf dem Randstein									685,6905
	1	6	56	608	+ 7,2191	0,3	0,1	0,4		
XI.	Denkmal von Julius Echter von Mespelbrunn, Fürstbischof von Würzburg, auf der Juliuspromenade in Würzburg, unterster Sockelabsatz, Durchschnitts- höhe der 4 Ecken									687,7661
										2	2	45	180	+ 2,0756	0,1	0,0	0,4
1426.	Letzter Bogen der nordwestlichen Arkaden am Residenzplatz in Würzburg, neben dem nördlichen Obelisk, \square auf der Sockeloberfläche									681,0555
	3	6	55	666	— 4,6350	0,5	0,3	0,6		
XII.	Königliche Residenz in Würzburg, westliche Ecke, \odot im Sockelband unter der Ecklisenen neben dem Eingange zur Schlosskapelle, 1,60 ^m über Terrain									678,8068
	4	3	48	285	— 2,2487	0,3	0,1	0,6		
1427.	Letzter Bogen der südwestlichen Arkaden am Residenzplatz in Würzburg, neben dem südlichen Obelisk, \square auf dem Sockel									680,6537
	5	1	65	130	+ 1,8469	0,3	0,1	0,8		
888.	\square auf der grossen Drehscheibe vor der Locomotivremise am Westende des Bahnhofs Aschaffenburg, Nordwestseite der Krauzmauer Pl									732,6750
890.	Betriebshauptgebäude im Bahnhof Aschaffenburg, Perronseite, \odot in der Mitte des Mittelbaues (unzugänglich wegen der darüber angebrachten Stationsuhr)									730,3808

Hauptfixpunkte in Aschaffenburg und Bruck bei Nürnberg.

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote
1428.	□ im Sockelvorsprung des Betriebshauptgebäudes zu Aschaffenburg neben dem Eingange zum Gepäckbureau								
	1	5	53	533	— 0,7758	0,2	0,0	0,2	731,8992
1429.	□ auf dem gedeckten Bahndurchlass für den Bahngraben am östlichen Ende des Bahnhofes Aschaffenburg neben der Klattbacher Ueberfahrt links, nördlicher Auslauf, rechtseitiger Flügeldeckstein								
	2	3	50	302	+ 0,7180	0,2	0,0	0,3	732,6172
1430.	Residenz in Aschaffenburg, südöstliche, äussere Ecke, □ auf dem vorspringenden Wulst des Sockels								
	1	10	45	903	— 2,7924	0,6	0,4	0,7	729,8248
1431.	Südliches Haupteinfahrtsthor zur Residenz in Aschaffenburg, linkseitiger Pfeiler, □ auf dem Sockel								
	2	2	26	102	— 0,1125	0,0	0,0	0,0	729,7123
XIII.	Schlosshof der k. Residenz zu Aschaffenburg, ⊙ an der Westseite des alten Thurmes, 1,85 ^m über Terrain, 0,45 ^m von der südwestlichen Ecke								
	3	2	27	108	— 1,6291	0,1	0,0	0,4	728,0832
1432.	Stadtpfarrkirche in Aschaffenburg, Nordseite = im unteren Sockelvorsprung der Ecklisene, 1,90 ^m von der nordwestlichen Ecke, 0,51 ^m über Terrain								
	4	3	49	294	+ 1,2570	0,4	0,2	0,7	729,3402
XIV.	Stiftskirche in Aschaffenburg, Westseite des Thurmes, Mitte des südwestlichen Strebepfeilers, ⊙ im Sockel, 1,70 ^m über Terrain, 0,20 ^m unter dem Sockelvorsprung								
	5	6	23	280	— 7,5058	0,3	0,1	0,5	721,8344
350.	□ auf dem gewölbten Bahndurchlass Nr 1 westlicher Stirn-Deckstein über dem nördlichen Böschungsfügel, bei St. 4,8—80 ^m .								
									575,1529
1433.	□ unter der Höhenmarke an der Pfarrkirche im Markte Bruck, im Sockelvorsprung								
	1	13	47	1218	+ 6,6001	0,7	0,5	0,6	581,7530
XV.	Pfarrkirche im Markte Bruck, zwischen Erlangen und Nürnberg, Nordseite, ⊙ 1,40 ^m links neben dem Seiteneingang								
					— 1,3403				580,4127

Hauptfixpunkte in Nürnberg,

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote	
365.	Betriebshauptgebäude in Nürnberg, Stadtseite nach Norden, \odot am Mittelbau, westlich neben der westlichen Thür									549,7460
364.	\square unter der Höhenmarke am Betriebshauptgebäude zu Nürnberg, auf der Treppenwange, 0,4772 über Bahnhof-Pl									551,8344
1434.	Spittlerthorthurm in Nürnberg, Nordostseite neben der Eingangsthür zu demselben von der Ludwigsstrasse links, \square unter der städtischen Höhenmarke									
	1	13	52	1347	+ 2,0283	0,9	0,7	0,7	553,8627	
XVI.	St. Lorenzkerche in Nürnberg, südliche Langseite, \odot an der Sakristei									549,8164
366.	\square unter der Höhenmarke an der St. Lorenzkerche in Nürnberg, im Sockelvorsprung									551,7192
1435.	\square unter der Höhenmarke an der St. Sebalduskirche in Nürnberg im Sockelvorsprung									
	1	11	31	681	+ 4,8489	0,6	0,3	0,7	556,5681	
XVII.	St. Sebalduskirche in Nürnberg, Nordseite der angebauten Kapelle am nördlichen Seitenschiff, \odot zwischen den beiden Fenstern, 1,75 ^m über Terrain									
1436.	\square unter der Höhenmarke an der St. Johanneskirche in Nürnberg im Sockelvorsprung									
	2	18	37	1347	- 1,7851	0,8	0,6	0,7	554,7830	
XVIII.	St. Johanneskirche in Nürnberg, Nordseite, \odot unter dem zweiten Fenster von Osten nach Westen gezählt, 1,62 ^m über Terrain									
1437.	\square auf der geneigten Fensterbrüstung des östlichen Chorfensters in der Längsachse der St. Johanneskirche in Nürnberg									
	3	1	24	49	- 2,3364	0,0	0,0	0,0	552,4466	

Gunzenhausen, Neumarkt i./O., Regensburg.

Nr.	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote
403.	Betriebshauptgebäude im Bahnhof Gunzenhausen, Perron, Nordwestseite, ⊙ am nordöstlichen Flügel ganz nahe dem vorspringenden Mittelbau								439,2676
402.	□ unter der Höhenmarke am Betriebshauptgebäude in Gunzenhausen, im Sockelvorsprung, 0,6527 über Bahnhof-Pl								440,6123
XIX.	Protestantische Pfarrkirche in Gunzenhausen, ⊙ an der Südseite des Kirchthurmes, 1,90 ^m über Terrain								
	2	13	44	1153	+ 2,4456	0,7	0,5	0,7	443,0579
1209.	Betriebshauptgebäude im Bahnhof Neumarkt i./O., Ostfront, ⊙ beim Thür- pfosten am Haupteingang von der Stadt her								431,5572
1208.	= unter der Höhenmarke am Betriebshauptgebäude in Neumarkt i./O. auf der Treppe								433,1775
XX.	Stadtpfarrkirche in Neumarkt i./O., ⊙ an dem Strebepfeiler neben dem südlichen Haupteingang rechts, 1,75 ^m über Terrain								
	1	9	51	912	+ 2,8373	0,6	0,3	0,6	436,0148
1438.	□ im Sockelvorsprung der Stadtpfarrkirche in Neumarkt i./O. neben dem südlichen Haupteingang rechts								
	2	1	24	49	+ 1,2073	0,2	0,0	1,0	437,2221
1106.	Betriebshauptgebäude im Bahnhof Regensburg, Nordseite, ⊙ am mittleren Bogenpfeiler der Vorhalle gegen die Stadt								520,1540
1105	□ unter der Höhenmarke am Betriebshauptgebäude in Regensburg auf der Treppe, 0,2250 über Bahnhof-Pl								521,7946
XXI.	Wegbrücke für die Staatsstrasse von Regensburg nach Kumpfmühl, nördliches Widerlager, ⊙ in der gewölbten Durchfahrt für die Zufuhrstrasse zur Güterhalle, Stadtseite in der Mitte, 1,60 ^m über Terrain								
	1	8	52	832	- 2,2841	0,5	0,2	0,5	519,5105

Hauptfixpunkte in Regensburg, Schwandorf, Weiden,

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote
1439.	□ unter der Höhenmarke am Dom in Regensburg, auf der Terrasse								
	1	10	52	1045	— 1,4059	0,5	0,2	0,4	520,3887
XXII.	Dom in Regensburg, Westseite, südlicher Thurm, ⊙ im südwestlichen Strebeeckpfeiler in der Mitte								
					— 1,7166				518,6721
1440.	□ unter der Höhenmarke am Rathhaus der Stadt Regensburg, im Sockelvorsprung								
	2	6	28	337	+ 2,7161	0,2	0,1	0,4	523,1048
XXIII.	Rathhaus der Stadt Regensburg, Ostseite des Saalbaues, Lisene unter dem Erker, ⊙ in der Mitte, 1,55 ^m über Terrain								
					— 1,0814				522,0234
1132.	Betriebshauptgebäude im Bahnhof Schwandorf, Nordostseite, ⊙ am Haupteingang von der Stadt her								
									500,8849
1131.	□ unter der Höhenmarke am Betriebshauptgebäude in Schwandorf, auf der Treppenstufe, 0,5192 ^m über Bahnhof-Pl								
									502,3486
XXIV.	Stadtpfarrkirche in Schwandorf, Südwestseite des Kirchthurmes, ⊙ in der Mitte, 1,55 ^m über Terrain								
	1	8	44	707	— 7,4481	0,3	0,1	0,3	494,9005
166.	Betriebshauptgebäude im Bahnhof Weiden, Ostseite gegen die Stadt, ⊙ am Mittelpfeiler des Haupteingangs								
									462,5504
165.	□ unter der Höhenmarke am Betriebshauptgebäude zu Weiden, auf der Treppenstufe, 0,2867 ^m über Bahnhof-Pl								
									464,3647
XXV.	Stadtpfarrkirche in Weiden, Ostseite des Thurmes, links neben dem Eingange zu demselben, ☐ im Sockelvorsprung, 1,20 ^m über Terrain, 1,5 ^m von der Thurmecke rechts, sowie 1,5 ^m vom Thürpfosten links								
	1	9	57	1031	— 1,0563	0,8	0,6	0,8	463,3084

Landshut, Geiselhöring, Plattling.

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote
1065.	Betriebshauptgebäude im Bahnhof Landshut, ⊙ am nordöstlichen Pfeiler, dicht neben dem Eingange zu Portier, 1,6390 ^m über Bahnhof-Pl								
									469,1665
1441.	Strassenbrücke über die Isar in Landshut, linkseitiges (nördliches) Widerlager, östlicher Flügel, □ auf dem Gesimsdeckstein, neben dem Endpfeiler								
	1	6	46	549	+ 0,4018	0,4	0,1	0,5	469,5683
XXVI.	Standbild Sr. Majestät des Königs Maximilian II. von Bayern, in der Altstadt Landshut, oberer Sockel, Durchschnittshöhe der 4 Ecken								
	2	6	34	414	— 0,9054	0,5	0,2	0,7	468,6629
1442.	□ unter der Höhenmarke an der St. Martinskirche in Landshut, auf der Treppenstufe								
	3	8	41	655	— 1,0836	0,4	0,1	0,5	468,4847
XXVII.	St. Martinskirche in Landshut, westliches Hauptportal, ⊙ in der linkseitigen (nördlichen) Lisene								
					— 1,7945				466,6902
1089.	Betriebshauptgebäude im Bahnhof Geiselhöring, Südostseite, ⊙ dicht neben dem Eingange zum Telegraphenbureau, 1,9797 ^m über Bahnhof-Pl								
									500,5476
1443.	□ unter der Höhenmarke an der Pfarrkirche in Geiselhöring im Sockelvorsprung								
	1	10	46	913	+ 5,5044	0,6	0,4	0,6	506,0520
XXVIII.	Pfarrkirche in Geiselhöring, Südseite des Kirchthurmes, ⊙ in der Mitte, 0,80 ^m über Terrain								
					— 0,6869				505,3651
1252.	⊙ am alten Betriebsgebäude in Plattling, Südostseite, rechts neben dem Eingang vom Markte her								
									538,5978
1251.	= unter der Höhenmarke am alten Betriebsgebäude in Plattling, auf dem Wangenstein								
									540,3203

Neuhaus, Poking, Mühldorf, Aufkirchen, Bogenhausen.

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote
XXXV. 1396.	Strassenbrücke über den Inn zwischen Neuhaus und Schärding, □ auf dem ersten Pfeiler vom linkseitigen (bayerischen) Ufer her, südlicher Vorkopf.								
									553,4380
XXXVI. 1391.	Pfarrkirche im Dorfe Poking, zwischen Neuhaus und Simbach a./I., Westfront des Thurmes, ⊙ in der Mitte								
									536,7602
1309.	Betriebshauptgebäude im Bahnhof Mühldorf, ⊙ am ersten Pfeiler, südöstlich von der Stadt her								
									447,8258
1308.	□ unter der Höhenmarke am Betriebshauptgebäude in Mühldorf, auf dem Wangenstein der Freitreppe								
									449,6437
1307.	□ auf dem linkseitigen Wangenstein der Locomotivdrehseibe im Bahnhof Mühldorf								
									450,3106
XXXVII.	Kriegerdenkmal in der Stadt Mühldorf, oberer Sockel, Durchschnittshöhe der 4 Ecken								
	1	26	34	1777	+25,9523	0,7	0,6	0,6	476,2629
XXXVIII.	Strassenbrücke Lit. e im 82 K ^m über den Inn bei der Stadt Mühldorf, linkseitiges Widerlager, ☒ auf dem westlichen Flügeldeckstein neben der Statue des hl. Nepomuk								
	2	4	55	412	+ 1,8307	0,2	0,0	0,3	478,0936
XXXIX. 1351.	Oberfläche des Marmorblockes in der Pyramide bei Aufkirchen, welcher den Endpunkt der Basis trägt								
									373,6565
XL. 1346.	Oberfläche der isolirten Säule in der westlichen Kuppel der kgl. Sternwarte zu Bogenhausen bei München								
									325,7773
XLI. 1345.	Oberfläche des Pfeilers im Haupteingange der kgl. Sternwarte zu Bogenhausen bei München								
									332,2951

Hauptfixpunkte in Oberföhring, München, Holzkirchen, Rosenheim,

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote	
XLII. 1340.	Oberfläche des Marmorblockes in der Pyramide bei Oberföhring nächst München, welcher den Anfangspunkt der Basis trägt									347,6626
747.	☐ auf der steinernen Sockelbank am Mittelbau des k. Polytechnikums in München, Nordostecke									345,3330
XLIII.	Hof des kgl. Polytechnikums in München, polirte Oberfläche des südlichen Endpunktes des Comparators, Comp. S. E. P.									
	1	3	45	267	+ 1,1361	0,4	0,2	0,8	346,4691	
XLIII ^A .	Ebendasselbst polirte Oberfläche des nördlichen Endpunktes des Comparators, Comp. N. E. P.									
	2	2	40	161	+ 0,1764	0,1	0,0	0,8	346,6455	
XLIV. 746.	Haupteingang zum k. Staatsschulden-Tilgungsgebäude in München vom Karlsplatz her, ⊙ am westlichen Thorgewände									342,0554
XLV. 749.	Hauptportal zur Frauenkirche in München, ⊙ an der südlichen Wand des nördlichen Kirchthurmes									341,9310
762.	Betriebshauptgebäude im Bahnhof Holzkirchen, Nordseite am Perron, ⊙ im Mittelbau, 2,2347 ^m über Bahnhof-Pl									175,8750
1448.	☐ unter der Höhenmarke an der Pfarrkirche in Holzkirchen, im Sockelvorsprung									
	1	13	43	1119	— 5,5022	0,7	0,4	0,6	170,3728	
XLVI.	Pfarrkirche in Holzkirchen, Nordseite des Kirchthurmes, ⊙ in der Mitte, 1,85 ^m über Terrain									
	— 1,3825									168,9903
784.	Altes Betriebshauptgebäude in Rosenheim, Haupteingang von der Stadt her, Nordseite, ⊙ an der westlichen Seitenfläche des vortretenden Portals									413,0629
783.	= unter der Höhenmarke am alten Betriebshauptgebäude in Rosenheim, auf der Treppenstufe									414,6047
1449.	☐ unter der Höhenmarke an der Fortbildungsschule der Stadt Rosenheim, auf der Treppenwange									
	1	3	47	281	+ 0,9389	0,2	0,0	0,4	415 5436	
XLVII.	Fortbildungsschule der Stadt Rosenheim an der Strasse zum alten Bahnhof, Westseite, ⊙ in der linkseitigen Lisene des Haupteingangs, 2,05 ^m über Terrain									
	— 1,7576									413,7860

Rosenheim, bei Oberaudorf und Kiefersfelden

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote	
817.	□ auf der gewölbten Bahnbrücke Nr I mit 7 Oeffnungen über den Inn, nord-östliches Widerlager, südöstlicher vorspringender Stirnflügel, nordöstlicher Quader der unteren Brüstungsschichte, bei St 20,1 + 203 ^m , 0,35 über Pl									409,0410
1450.	Bahnbrücke mit 2 Oeffnungen über den Hammerbach im neuen Bahnhof Rosenheim, □ auf dem südwestlichen Vorkopf des Pfeilers (Flussaufwärts)									
	1	22	54	2391	+ 4,6792	1,1	1,1	0,7	413,7202	
1451.	□ unter der Höhenmarke am neuen Bahnhofsgebäude in Rosenheim, auf der obersten Treppenstufe, 0,7420 über Bahnhof-Pl									
	2	6	52	624	- 1,2009	0,4	0,1	0,5	412,5193	
1452.	Neues Betriebshauptgebäude im Bahnhof Rosenheim, Stadtseite, ⊙ neben dem Haupteingange rechts									
	- 1,6910								410,8283	
782.	□ auf der gewölbten Bahnbrücke Nr 2 mit 3 Oeffnungen, über den Markt-Canal, am Westende des alten Bahnhofs in Rosenheim, südliche Stirn, Gesimsstein des östlichen vorspringenden Stirnflügels									
	3	9	46	831	+ 2,7378	0,7	0,4	0,7	415,2571	
806.	□ auf der gewölbten Bahnbrücke Nr 27, südwestliche Stirn, südöstlicher Gesimsstein bei St. 6,9 + 140 ^m 0,03 ^m unter Pl zwischen den Stationen Oberaudorf und Kiefersfelden									
										382,3711
XLVIII.	Felsenwand beim Weber an der Wand (zum Weiler Burgberg gehörig), östlich vom Hause 10 ^m von der Kante desselben, ⊙ mit 0,3 ^m langen Bolzen									
	1	16	29	943	-25,0708	0,7	0,5	0,7	357,3003	
812.	□ auf dem südlichen Gesimsstein der Stützmauer für die Westseite des Bahnkörpers bei St. 8,6 + 313 ^m , 0,02 ^m unter Pl zwischen den Stationen Kiefersfelden und Kufstein									
										381,6684
1453.	□ auf dem Markstein [o] östlich vom Auslauf des Bahndurchlasses auf der Grenzlinie zwischen Bayern und Tyrol an der Pflasterböschung gegen den Inn bei der Klause									
	1	3	53	319	+ 0,1088	0,1	0,0	0,2	381,7772	

Hauptfixpunkte am Chiemsee, bei Salzburg, Berchtesgaden und Königssee.

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote
811.	= auf dem Strassendurchlass in der Staatsstrasse von Kiefersfelden nach Kufstein, nordwestliche Stirn, südwestlicher Gesimsstein, (nächst dem bayerischen Nebenzollamt I. Classe)								
	2	2	60	239	— 0,4589	0,2	0,1	0,5	381,3183
1454.	□ unter der Höhenmarke an der Otto-Kapelle im Sockelvorsprung								
	3	4	24	188	— 5,6094	0,3	0,1	0,7	375,7089
XLIX.	Otto-Kapelle an der Staatsstrasse von Kiefersfelden nach Kufstein, ⊙ im südlichen Pfeiler des Chores, zweiter in der Achse von Südwest nach Nordost gezählt								
					— 1,3304				374,3785
L.	Anwesen des Dampfschiffbesitzers Herrn Fessel in Stock am Chiemsee, 1380. Bahnstation Prien, ⊙ im Sockel des Nebengebäudes, Ostseite desselben, im Hafen								
									340,8203
LI.	Blechträgerbrücke Nr II mit 5 Oeffnungen über die Salzach bei Salzburg, 877. östliches Widerlager, ⊙ an der Südseite des nördlichen Eckthurmes, bei St. 43,0 + 340 ^m								
									435,8398
LII.	Hauptstollen des Ferdinandsbergs des kgl. Bergwerkes bei Berchtesgaden, 1369. ⊙ neben dem Eingange rechts								
									329,2822
LIII.	Steil abfallende Felsenwand am linkseitigen Ufer der Königsache, oberhalb des 1374. Steges für den Fussweg in die Schönau beim Schmiedhanslgut Hs.-Nr. 3 ^{1/2} in der Oberschönau, ⊙ mit 0,3 ^m langem Bolzen, Südost								
									309,1530
LIV.	Schleussenwehr am Abflusse der Königsache aus dem Königssee, 1376. ☒ auf dem linkseitigen Widerlager								
									259,2432
429.	□ über der bayerischen Höhenmarke am Betriebshauptgebäude in Nördlingen, in dem Sockel der Ecklisene, 0,7747 ^m über Bahnhof-Pl								
									430,4364
1455.	□ unter der Höhenmarke an der Stadtpfarrkirche in Nördlingen im Sockelvorsprung								
	1	11	44	964	— 2,5337	0,7	0,5	0,7	427,9027

Hauptfixpunkte in Nördlingen, Donauwörth.

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote
LV.	Stadtpfarrkirche in Nördlingen, westliches Hauptportal (Westseite des Thurmes) im Wendgässchen, ⊙ in der linkseitigen Wandfläche — 0,6739 427,2288								
1456.	□ auf dem Sockelvorsprung des nordwestlichen Eckstrebe Pfeilers an dem nördlichen Seitenschiff der Stadtpfarrkirche in Nördlingen, Westseite des Pfeilers 2 2 15 59 — 0,9908 0,0 0,0 0,0 426,9119								
447.	□ auf der schiefen Bahnbrücke Nr 24 mit 2 Oeffnungen über den Kaibach im alten Bahnhof Donauwörth, südwestlicher Stirnflügel, nordwestliches Widerlager, Deckplatte 456,3329								
LVI.	Stadtpfarrkirche in Donauwörth, Nordseite des Kirchthurmes, ⊙ in der Mitte, 1,81 ^m über Terrain 1 9 31 561 — 13,6361 0,6 0,3 0,8 442,6968								
1457.	□ auf dem rechtseitigen Wangenstein der Aufgangstreppe zum neuen Bahnhofsgebäude in Donauwörth, 1,1562 ^m über Bahnhof-Pl 1 15 50 1510 + 0,3006 0,6 0,4 0,5 456,6335								
1458.	Portal des neuen Betriebshauptgebäudes im Bahnhof Donauwörth, Nordseite, ⊙ über dem rechtseitigen Wangenstein der Aufgangstreppe — 1,6868 454,9467								
707.	⊙ an dem südwestlichen Pfeiler der Wegbrücke für die Strasse von Augsburg nach Göggingen, in der Mitte der Nordostseite des Pfeilers, über dem unteren Sockel 370,6075								
1459.	= unter der Höhenmarke am neuen Betriebshauptgebäude im Bahnhof Augsburg, im Sockelvorsprung, 1,0122 ^m über Bahnhof-Pl 1 6 57 680 + 0,6218 0,5 0,2 0,6 371,2293								
1460.	Neues Betriebshauptgebäude im Bahnhof Augsburg, nordöstlicher Flügelhauptbau, ⊙ in der südwestlichen Eckkline zwischen dem Wartsaal III Classe und dem Damensalon, Westseite gegen den Perron — 0,7037 370,5256								
1461.	□ auf der Bahndurchfahrt am nordwestlichen Ende des Bahnhofs Augsburg für die Pferseerstrasse, südliches Widerlager, östlicher Flügel, innen an der Brüstung 2 4 52 419 + 3,0749 0,2 0,0 0,3 374,3042								

Hauptfixpunkte in Augsburg, Ulm.

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote
463.	{ Gewölbte Bahnbrücke Nr 10 über die Wertach, nordöstliche Stirn, südöstliche Gesimsplatte unter der Brüstung, \square an der Schmalseite, bei St. 0,3 + 25 ^m Pl, { 3 6 56 673 + 4,9812 0,5 0,3 0,7 379,2854 }								
LVII.	{ Kriegerdenkmal auf dem Frauenhof in Augsburg, oberer Sockel, Durch- schnittshöhe der 4 Ecken { 1 15 49 1473 - 4,8248 0,6 0,3 0,5 369,4794 }								
LVIII.	Rathaus der Stadt Augsburg, Westseite, \odot an der südwestlichen Stirn- mauer des Mittelbaues neben dem Hauptportal rechts, 1,67 ^m über Terrain 1 16 48 1536 - 0,9348 0,7 0,5 0,6 373,3694								
1462.	\square bei der Höhenmarke am Rathaus der Stadt Augsburg auf der untersten Treppenstufe am Hauptportal, Ecke nach Süden 2 1 16 33 + 1,5533 0,1 0,0 0,7 374,9227								
707.	\odot an dem südwestlichen Pfeiler der Wegbrücke für die Strasse von Augs- burg nach Göggingen, in der Mitte der Nordostseite des Pfeilers über dem unteren Sockel <div style="text-align: right;">370,6075</div>								
1463.	\square unter der Höhenmarke an der katholischen St. Ulrichskirche in Augs- burg, im Sockelvorsprung 1 12 41 990 - 3,9791 0,5 0,2 0,5 366,6284								
LIX.	Katholische St. Ulrichskirche in Augsburg, \odot im Strebepfeiler neben dem nördlichen Haupteingang links (östlich) im Kirchenhof, 1,80 ^m über Terrain <div style="text-align: center;">- 1,1016</div> <div style="text-align: right;">365,5268</div>								
LX.	Hauptportal des Münsters in Ulm, Nordwestseite des rechtseitigen Vorpfeilers, 1405. \odot im Sockel <div style="text-align: right;">382,5307</div>								
LXI.	Ostliches Thor der gewölbten Donaubrücke Nr IV mit 5 Oeffnungen zwischen Neu-Ulm und Alt-Ulm, \odot an der Südseite des nördlichen Thorpfeilers <div style="text-align: right;">383,9849</div>								
484.	\square auf der Blechbalkenbrücke Nr 4 über die Gennach, südliches Widerlager, westlicher Stirnflügel innen an der Brüstung <div style="text-align: right;">248,0355</div>								

Buchloe, Kempten.

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote	
1464.	□ unter der Höhenmarke am neuen Bahnhofsgebäude in Buchloe, auf der Treppenstufe									
	1	10	57	1147	— 4,9177	0,5	0,3	0,5	243,1178	
1465.	Neues Bahnhofsgebäude in Buchloe, Südseite, ⊙ links am Haupteingang vom Orte her, 2,0 ^m über Terrain, 2,5830 ^m über Bahnhof-Pl									
					— 1,8861				241,2317	
484.	□ auf der Blechbalkenbrücke Nr 4 über die Gennach, südliches Widerlager, westlicher Stirnflügel innen an der Brüstung									
									248,0355	
1466.	□ auf der untersten Treppenstufe des nördlichen Eingangs zum Kirchhof in Buchloe, Westseite des linken Thorpfeilers									
	1	17	51	1719	—13,0265	0,7	0,5	0,5	235,0090	
LXII.	Pfarrkirche in Buchloe, Nordseite des Kirchthurmes, ⊙ in der Mitte, 1,70 ^m über Terrain									
	2	17	51	1732	—15,6446	0,8	0,7	0,6	232,3909	
517.	Hölzerne Fachwerkbrücke mit 3 Oeffnungen über die Iller bei Kempten, rechtseitiges (östliches) Widerlager, südlich vorspringender Kopf der Stirnmauer, Gesimsplatte, eingelassene Cementplatte □ bei St. 27,4 + 70 ^m									
									165,4934	
518 ^a .	Ebendasselbst, linkseitiges (westliches) Widerlager, südlicher Flügel in der Nische, □ auf dem Gesimsdeckstein (Fixpunkt wurde neu gearbeitet, da der ursprünglich vorhandene zerstört war)									
	1	1	62	123	— 0,0235	0,0	0,0	0,0	165,4699	
1467.	Locomotivdrehzscheibe am nördlichen Ende des Bahnhofs in Kempten, □ auf der nordwestlichen Treppenwange des Einsteigschachtes, Bahnhof-Pl									
	2	8	51	809	+ 0,5344	0,6	0,3	0,6	166,0043	
LXIII.	Stiftskirche der Stadt Kempten, südwestliche Ecke auf der Südseite des Thurmes, ⊙ in der Mitte der Ecklisene, 1,65 ^m über Terrain									
	1	18	33	1171	+20,6378	0,7	0,5	0,7	186,6421	
1468.	□ neben der Höhenmarke der Stiftskirche in Kempten, unten auf der Treppenstufe									
	2	1	10	20	+ 1,6221	0,0	0,0	0,0	188,2642	

Bregenz, Fussach, Rorschach, Tölz, Seeshaupt, Schongau, bei Kochel.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w ²	w'	Cote
LXX. 577.									Hafenmauer in Bregenz, ⊙ neben dem eingemeisselten Pegel östlich 464,6085
LXXI. 580.									Hafenmauer bei Fussach, ⊙ 170 ^m nördlich vom Stundenstein „1 ^{1/2} “ 465,0712
LXXII. 599.									Hafenmauer beim Kornhaus in Rorschach, ⊙ in der Nähe des am Sockel befestigten eisernen Pegels 465,1953
LXXIII.									Pfarrkirche in Tölz, nördliches Seitenschiff, ⊙ im Sockel des nordwestlichen Eckstrebepeilers, 2,05 ^m über Terrain 202,5188
LXXIV.									Pfarrkirche im Dorfe Seeshaupt, Nordseite, ⊙ in der Mitte des Thurmes 1,7 ^m über Terrain 264,3411
LXXV.									Pfarrkirche in Schongau, ⊙ am nordöstlichen Strebepeiler des östlichen Chores, 1,85 ^m über Terrain 149,5097
LXXVI.									Pfarrkirche auf dem Hohenpeissenberg, Südseite, ⊙ an dem Strebepeiler der westlichen Stirnmauer der Kirche, Südostseite des Thurmes, 2,0 ^m über Terrain — 128,4776
LXXVII.									⊙ (Bolzen 0,30 ^m lang) an einer Felsenwand, Ausläufer der Sonnenspitze am Kochelsee links (südlich) an der Staatsstrasse von München nach Mittenwald bei Kilometer 67 + 150 ^m gegenüber dem Flosszimmerplatz 254,3911

Holzkirchen-Tölz-Penzberg-Tutzing.

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote
762.	☉ am Betriebsgebäude in Holzkirchen, Nordseite am Perron, Mittelbau, 2,2347 ^m über Pl								175,8750
1471.	☐ auf dem Sockel der Signal-Glockensäule bei Bahnwärter-Posten Nr 23 der Linie Holzkirchen-Tölz, nordöstliche Ecke, bei Kilometer 38 + 54 ^m								
	1	13	60	1555	+ 1,8106	0,7	0,5	0,6	177,6856
1472.	☐ auf der Umfassungsmauer der Wage in der Station Oberwarngau, südwestliche Ecke, 0,224 ^m über Bahnhof-Pl								
	2	37	61	4517	-31,8786	1,1	1,2	0,5	145,8070
1473.	☐ auf dem Sockel der Signal-Glockensäule beim Wechselwärter-Posten am nordwestlichen Ende der Station Schaftlach gegen Oberwarngau, nördliche Ecke, 0,332 ^m über Bahnhof-Pl								
	3	34	66	4493	-42,0734	1,0	1,0	0,5	103,7336
1474.	☉ am Betriebsgebäude in Schaftlach, Perronseite, nördliche Ecke des Hauses neben dem Eingange zur Expedition links								
	4	2	51	204	- 2,1143	0,2	0,0	0,5	101,6193
1475.	☐ auf dem Sockel der Signal-Glockensäule bei Bahnwärter-Posten Nr 28, südöstliche Ecke								
	1	22	67	2942	+26,4525	0,8	0,6	0,5	128,0718
1476.	☐ auf dem Sockel der Signal-Glockensäule beim Wechselwärter-Posten am westlichen Ende der Station Reigersbeuern, nordwestliche Ecke, 0,377 ^m über Bahnhof-Pl								
	2	17	58	1961	+14,0628	0,6	0,4	0,5	142,1346
1477.	☐ auf dem Sockel der Signal-Glockensäule bei Bahnwärter-Posten Nr 30 südliche Ecke								
	3	30	60	3575	+17,9829	1,0	1,1	0,5	160,1175
1478.	☐ auf dem Sockel der Signal-Glockensäule beim Wechselwärter-Posten am südlichen Ende des Bahnhofs Tölz, nordöstliche Ecke								
	4	15	69	1930	+14,5686	0,5	0,3	0,4	174,6861
1479.	☐ unter der Höhenmarke am Betriebsgebäude in Tölz im Sockelvorsprung, 0,529 ^m über Bahnhof-Pl								
	5	2	69	275	- 0,3525	0,1	0,0	0,3	174,3336

Holzkirchen-Tölz-Penzberg-Tutzing.

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote
1480.	{ \odot am Betriebsgebäude in Tölz, Perronseite (Osten) Mitte der Mauerfläche, zwischen dem Eingange zur Expedition und dem linkseitigen Fenster } { — 1,6797 } 172,6539 }								
LXXIII.	{ Pfarrkirche in Tölz, nördliches Seitenschiff, \odot im Sockel des nordwestlichen Strebeeckpfeilers, 2,05 ^m über Terrain }								
	1	18	29	1046	+27,8327	0,7	0,4	0,7	202,5188
1481.	Isarbrücke in Tölz, \square auf dem Abdeckstein der nordöstlichen Flügelmauer des rechtseitigen (östlichen) Widerlagers								
	2	19	30	1157	+37,1468	0,7	0,4	0,6	211,8329
1482.	= auf dem Kilometerstein 0,5 der Staatsstrasse von Tölz über Bichel nach Schongau								
	3	9	32	576	— 5,3508	0,5	0,2	0,6	206,4821
1483.	\square auf dem 2. Kilometerstein der Staatsstrasse von Tölz nach Schongau								
	4	18	44	1578	—19,0389	0,7	0,5	0,6	187,4432
1484.	\square auf dem 7. Kilometerstein der Staatsstrasse von Tölz nach Schongau								
	5	54	47	5023	—31,7022	1,2	1,5	0,5	155,7410
1485.	Gewölbter Strassendurchlass Lit. b in Kilometer 9, \square auf dem südlichen Flügeldeckstein des linkseitigen Widerlagers								
	6	21	37	1561	+34,6646	0,5	0,3	0,4	190,4056
1486.	\square auf dem 9. Kilometerstein der Staatsstrasse von Tölz nach Schongau								
	7	7	32	446	+ 6,4225	0,2	0,0	0,3	196,8281
1487.	Hölzerne Strassenbrücke Lit. b in Kilometer 5 über den Steinbach, \square auf dem rechtseitigen Widerlager, südöstlicher Flügeldeckstein (Lit. b in Kilo- meter 55 der Staatsstrasse von München nach Mittenwald)								
	8	40	37	2950	+31,1133	1,0	1,1	0,6	227,9414
1488.	\square auf einem Felsenblock an der Vereinigung der Strassen von Benedikt- beuern und Tölz her nach Penzberg, vor dem Wegweiser „nach Tölz“ (mit Rasen überdeckt)								
	9	8	25	397	+14,2908	0,5	0,3	0,8	242,2322

Holzkirchen-Tölz-Penzberg-Tutzing.

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote	
1489.	□ auf einer zu Tage stehenden Felsenbank nördlich der Distrikts-Strasse nach Penzberg an der ersten starken Steigung nach Ueberschreitung der Loisach (unmittelbar nach dem Eintritte der Strasse in den Wald)									
	10	29	40	2338	+ 9,3363	0,8	0,7	0,6	251,5685	
1490.	⊙ am Betriebsgebäude des Bahnhofs Penzberg, Perronseite (Norden), nordwestliche Ecke rechts neben dem Eingange zum Wartesaal III. Classe									
	11	36	40	2849	+ 4,4205	0,8	0,7	0,5	255,9890	
1491.	□ auf der Umfassungsmauer der grossen Drehscheibe im Bahnhof Penzberg, Bahnhof-Pl									
	12	2	69	276	+ 2,0155	0,2	0,0	0,3	258,0045	
1492.	Gedeckter Bahndurchlass Nr XXII über einen Moosgraben, □ auf dem südwestlichen Flügeldeckstein des linkseitigen Widerlagers bei Kilometer 58,0 + 425 ^m , 4,2386 ^m über Pl der Station Staltach									
	1	28	66	3719	+ 2,7910	1,0	1,0	0,5	258,7800	
1493.	Bahnbrücke Nr XX über den Ausfluss des Ostersees, □ auf dem rechtseitigen Widerlager, südöstlicher Flügeldeckstein, bei Kilometer 53,5 + 0 ^m									
	2	38	64	4855	+10,3680	1,1	1,2	0,5	269,1480	
1494.	= auf der Umfassungsmauer der Wage in der Station Seeshaupt, Bahnhof-Pl									
	3	18	67	2418	- 8,3145	0,7	0,4	0,4	260,8335	
1495.	= neben der Höhenmarke am Betriebsgebäude in Seeshaupt, unten auf der Treppenstufe									
	4	20	63	2570	- 8,4289	0,7	0,4	0,4	260,7191	
1496.	⊙ am Betriebsgebäude in Seeshaupt neben dem Haupteingange vom Orther (Ostseite) rechts, 1,75 ^m über Terrain									
	5	20	63	2571	-10,1352	0,7	0,4	0,4	259,0128	
LXXIV.	Pfarrkirche im Dorfe Seeshaupt, Nordseite, ⊙ in der Mitte des Thurmes									
	1	17	46	1554	+ 3,5076	0,6	0,3	0,5	264,3411	
1497.	□ auf dem Sockel der Grenzsäule auf der Nordseite des Kirchhofs zu Seeshaupt, gegen das Seeufer									
	2	4	13	103	+ 6,2612	0,3	0,1	1,0	270,6023	

Holzkirchen-Tölz-Penzberg-Tutzing.

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> { Mittlerer Wasserspiegel des Würmsee am südlichen Ende am 11. September 1878 Abends 6¹/₂ Uhr (bewegt) } </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> + 5,0840 275,6863 </div>									
1489.	Gedeckter Bahndurchlass Nr IX bei Kilometer 47 + 380 ^m , <input type="checkbox"/> auf dem linksseitigen Widerlager, nordöstlicher Böschungsanfänger								
	1	31	59	3634	-21,9371	0,9	0,8	0,5	237,0757
1499.	<input type="checkbox"/> auf der westlichen Umfassungsmauer der Wage im Bahnhofe Bernried Pl								
	2	8	62	984	- 7,6727	0,5	0,3	0,6	229,4030
1500.	Gewölbte Bahnbrücke Nr IV bei Kilometer 43 + 760 ^m , <input type="checkbox"/> auf dem südlichen Widerlager, südwestlicher Flügeldeckstein								
	3	22	60	2657	+20,7788	0,9	0,8	0,5	250,1818
1501.	<input type="checkbox"/> auf dem 42. Kilometerstein der Linie Penzberg-Tutzing-München, 12,84 ^m unter Pl der Station Diemendorf								
	4	13	67	1744	- 7,3697	0,7	0,5	0,6	242,8121
1502.	<input type="checkbox"/> unter der Höhenmarke am Betriebsgebäude in Tutzing, auf der obersten Treppenstufe, 0,449 ^m über Bahnhof-Pl								
	5	18	67	2399	+ 6,6161	0,8	0,7	0,5	249,4282
1503.	☉ am Betriebsgebäude in Tutzing im Haupteingang vom Orte her (Osten), auf der rechtseitigen Gewandung in der Mitte								
	- 1,7048								247,7234
1504.	Gewölbte Bahnbrücke Nr LXIII mit 3 Oeffnungen über den Grünbach, <input type="checkbox"/> auf der untern (östlichen) Brüstung in der Mitte bei Kilometer 48 + 390 ^m , 0,25 ^m über Pl								
	1	55	59	6539	+31,1760	1,3	1,7	0,5	273,9881
1505.	= auf der Thürschwelle, links neben dem Eingang zur Expedition in Wils-hofen, Perronseite, 0,40 ^m über Pl								
	2	5	58	579	+ 3,7964	0,5	0,2	0,6	277,7845
1506.	<input type="checkbox"/> auf dem 51. Kilometerstein der Linie München-Tutzing-Unter-peissenberg								
	3	17	60	2030	+19,2086	0,8	0,7	0,6	296,9931

Tutzing-Unterpeissenberg-Schongau-Kaufbeuren.

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote
1507.	□ unter der Höhenmarke am Betriebsgebäude in Weilheim auf der oberen Treppenstufe des Haupteingangs, 0,61 ^m über Bahnhof-Pl								
	4	20	63	2519	+ 2,1451	0,7	0,5	0,5	299,1382
1508.	⊙ am Betriebsgebäude in Weilheim, im Haupteingang von der Stadt her, (Osten) auf der rechtseitigen Gewandung in der Mitte								
					— 1,7151				297,4231
1509.	Eiserne Fachwerkbrücke Nr LXII mit 3 Oeffnungen über die Amper, □ auf dem linkseitigen Widerlager, nördlicher Flügeldeckstein								
	1	17	62	2094	+ 1,2840	0,6	0,3	0,4	300,4222
1510.	□ unter der Höhenmarke am Betriebsgebäude in Unterpeissenberg, auf der Treppenstufe des Haupteingangs, 0,09 ^m über Bahnhof-Pl								
	2	34	64	4357	—37,5095	1,0	1,1	0,5	262,9127
1511.	⊙ am Betriebsgebäude in Unterpeissenberg, Haupteingang vom Orte her (Südostseite) auf der rechtseitigen Gewandung in der Mitte								
1512.	□ auf dem offenen Bahndurchlass Nr IV bei Kilometer 61 + 250 ^m , rechtseitiges Widerlager, südöstlicher Flügeldeckstein, an der Kreuzung mit der Staatsstrasse von Tölz nach Schongau (bei Kilometer 46 derselben)								
	1	11	67	1473	+ 5,5716	0,5	0,3	0,4	268,4843
1513.	□ auf dem gedeckten Strassendurchlass Lit. b in Kilometer 48 der Staatsstrasse von Tölz nach Schongau, nördlicher Stirndeckstein								
	2	48	19	1812	—118,2479	0,8	0,6	0,6	150,2364
1514.	□ auf dem gedeckten Strassendurchlass Lit. a in Kilometer 49, südsüdwestlicher Stirndeckstein über dem rechtseitigen Widerlager								
	3	28	14	768	—49,8776	0,5	0,3	0,6	100,3588
1515.	□ auf dem gedeckten Strassendurchlass Lit. b in Kilometer 49, nördlicher Stirndeckstein über dem linkseitigen Widerlager								
	4	6	28	336	— 2,5535	0,2	0,0	0,3	97,8053
1516.	□ auf der 50. Kilometersäule der Staatsstrasse von Tölz nach Schongau, nordöstliche Seite des Fundaments								
	5	22	28	1256	+14,4470	0,6	0,3	0,5	112,2523

Tutzing-Unterpeissenberg-Schongau-Kaufbeuren.

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote
1517.	□ auf dem gedeckten Strassendurchlass Lit. e in Kilometer 51, südlicher Stirndeckstein in der Mitte								
	6	12	33	803	-12,2210	0,5	0,2	0,5	100,0313
1518.	☒ auf dem gedeckten Strassendurchlass Lit. c in Kilometer 53, östlicher Stirndeckstein in der Mitte, in der Ortschaft Hötten								
	7	27	35	1881	- 7,1404	0,8	0,7	0,6	92,8909
1519.	□ auf dem gedeckten Strassendurchlass Lit. a in Kilometer 55, nördlicher Stirndeckstein in der Mitte, bei Kilometer 54 + 2 ^m								
	8	22	41	1372	+ 7,6150	0,7	0,4	0,6	100,5059
1520.	□ auf dem gewölbten Strassendurchlass Lit. a in Kilometer 57, linkseitiges Widerlager, nordwestlicher Flügeldeckstein								
	9	30	35	2090	+43,7742	0,5	0,3	0,4	144,2801
1521.	Gewölbte Strassenbrücke Lit. a in Kilometer 59 mit 3 Oeffnungen über den Mühlbach, rechtseitiges Widerlager, □ auf dem Gesimsdeckstein ausserhalb der Brüstung im ersten Feld, bei Peiting								
	10	25	45	2246	+13,9053	0,6	0,4	0,4	158,1854
1522.	□ auf dem gedeckten Strassendurchlass Lit. a in Kilometer 62, südlicher Stirndeckstein, 10 ^m vom 61. Kilometer								
	11	41	33	2724	+28,5276	0,8	0,7	0,5	186,7130
1523.	Lechbrücke bei Schongau, rechtseitiges Widerlager, südwestlicher Flügel, □ auf dem Gesimsdeckstein ausserhalb der Brüstung								
	12	10	40	792	- 1,1457	0,5	0,3	0,6	185,5673
LXXV.	Pfarrkirche in Schongau, ⊙ am nordöstlichen Strebepfeiler des Chores, 1,85 ^m über Terrain								
	13	24	32	1539	-36,0576	0,5	0,2	0,4	149,5097
1524.	Gewölbter Strassendurchlass Lit. a in Kilometer 63 der Staatsstrasse von Schongau nach Oberdorf, □ auf der Deckplatte am Auslauf								
	1	15	36	1076	+23,8400	0,4	0,2	0,4	173,3497
1525.	□ auf der 65. Kilometersäule der Staatsstrasse von Tölz über Schongau nach Oberdorf								
	2	38	30	2316	-39,5070	1,0	0,9	0,6	133,8427

Tutzing-Unterpeissenberg-Schongau-Kaufbeuren.

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote
1526.	<input type="checkbox"/> auf dem Grenzstein zwischen den Regierungsbezirken Oberbayern und Schwaben, bei Kilometer 67 + 750 ^m								
	3	29	47	2737	-20,1670	0,6	0,4	0,4	113,6757
1527.	<input type="checkbox"/> auf einem Abweisstein im Orte Erbenschwang an der Strassen-Ecke circa 15 ^m von der 70. Kilometersäule								
	4	24	47	2249	- 9,7931	0,8	0,6	0,5	103,8826
1528.	<input type="checkbox"/> auf dem gedeckten Strassendurchlass Lit. a in Kilometer 72, Deckplatte am Einlauf								
	5	16	33	1048	-24,4870	0,5	0,3	0,5	79,3956
1529.	<input type="checkbox"/> auf dem 72. Kilometerstein der Staatsstrasse von Tölz über Schongau nach Oberdorf								
	6	19	26	995	-39,1692	0,6	0,4	0,6	40,2264
1530.	<input type="checkbox"/> auf dem gedeckten Strassendurchlass Lit. b in Kilometer 73, Deckplatte am Einlauf								
	7	25	17	904	-44,5151	0,5	0,2	0,5	- 4,2887
1531.	<input type="checkbox"/> auf dem 74. Kilometerstein der Staatsstrasse von Tölz über Schongau nach Oberdorf im Orte Krottenhill								
	8	22	27	1182	-29,3540	0,5	0,2	0,4	-33,6427
1532.	<input type="checkbox"/> auf dem gedeckten Strassendurchlass Lit. a in Kilometer 76, Deckplatte am Einlauf								
	9	21	24	1024	+49,3100	0,7	0,5	0,7	+15,6673
1533.	<input type="checkbox"/> auf dem gedeckten Strassendurchlass Lit. a in Kilometer 77, Deckplatte am Einlauf über dem linkseitigen Widerlager								
	10	28	26	1443	+27,4918	0,5	0,3	0,4	43,1591
1534.	<input type="checkbox"/> auf dem gedeckten Strassendurchlass Lit. a in Kilometer 80, Deckplatte am Auslauf über dem rechtseitigen Widerlager								
	11	37	35	2626	+36,8862	0,8	0,6	0,5	80,0453
1535.	<input type="checkbox"/> auf dem gedeckten Strassendurchlass Lit. a in Kilometer 81, Deckplatte am Auslauf über dem linkseitigen Widerlager								
	12	24	36	1706	+18,3351	0,7	0,5	0,6	98,3804

Tutzing-Unterpeissenberg-Schongau-Kaufbeuren.

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote
1536.	□ auf dem 82. Kilometerstein der Staatsstrasse von Tölz über Schongau nach Oberdorf								
	13	23	28	1284	+ 5,8810	0,6	0,4	0,6	104,2614
1537.	Strassenbrücke (Blehbalkenbrücke) mit 2 Oeffnungen über die Geltnach im Orte Bertoldshofen, □ auf der südwestlichen Stützmauer des linkseitigen Widerlagers								
	14	20	19	747	+43,4093	0,5	0,3	0,6	147,6707
1538.	□ auf dem 8. Kilometerstein der Staatsstrasse von Kaufbeuren nach Füssen								
	15	38	54	4097	+ 5,9826	1,0	1,0	0,5	153,6533
1539.	= auf der Laderampe im Bahnhof Biesenhofen, westliche Ecke								
	16	23	45	2083	+ 6,6410	0,8	0,6	0,5	160,2943
1540.	⊙ am Betriebsgebäude in Biesenhofen, Perronseite, südliche Ecke, 2,16 ^m über Bahnhof-Pl								
	17	1	43	87	— 0,8975	0,0	0,0	0,0	159,3968
1541.	□ auf dem Strassendurchlass Lit. A rechts (westlich) der Bahn in der Ueberfahrt der Staatsstrasse von Kaufbeuren nach Biesenhofen, beim Bahnwärter-Posten Nr 40, nördlicher Flügeldeckstein des rechtseitigen Widerlagers								
	1	18	66	2383	+10,6054	0,6	0,4	0,4	170,0022
495.	= unter der Höhenmarke am Betriebsgebäude in Kaufbeuren auf der südlichen Treppenwange								
	2	22	70	3091	+10,0522	0,8	0,6	0,5	180,0544
496.	⊙ am Betriebsgebäude in Kaufbeuren, Westseite gegen die Stadt, südlich neben dem Haupteingang von der Stadt her								
					— 1,6979				178,3565

Zweignivellement von Biesenhofen nach Oberdorf.

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote	
1539.	= auf der Laderampe im Bahnhof Biesenhofen, westliche Ecke									160,2943
1542.	Bahnbrücke über die Wertach, rechtseitiges Widerlager, □ auf dem mittleren Deckstein, östlicher Flügel									
	1	33	63	4127	-12,6071	0,8	0,7	0,4	147,6872	
1543.	□ unter der Höhenmarke am Betriebsgebäude in Oberdorf auf der oberen Treppenstufe, 0,74 ^m über Bahnhof-Pl									
	2	21	59	2493	-15,9556	0,7	0,5	0,5	131,7316	
1544.	⊙ am Betriebsgebäude in Oberdorf, Haupteingang vom Orte her, nördlicher Pfeiler									
									- 1,6494	130,0822

Zweignivellement auf den Hohenpeissenberg.

1517.	□ auf dem gedeckten Strassendurchlass Lit. e in Kilometer 51. der Staatsstrasse von Tölz nach Schongau, südlicher Stirndeckstein in der Mitte									100,0313
1545.	□ unter der Höhenmarke an der Pfarrkirche auf dem Hohenpeissenberg, im Sockelvorprung									
	1	96				-226,8302			-126,7989	
LXXVI.	Pfarrkirche auf dem Hohenpeissenberg, Südseite, ⊙ an dem Strebepfeiler der westlichen Stirnmauer der Kirche, Südostseite des Thurmes, 2,0 ^m über Terrain									
									- 1,6787	-128,4776

Zweignivellement von Bichel nach Walchensee.

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote	
1487.	Hölzerne Strassenbrücke Lit. b in Kilometer 5 über den Steinbach, □ auf dem rechtseitigen Widerlager, südöstlicher Flügeldeckstein (Brücke Lit. b in Kilometer 55 der Staatsstrasse von München nach Mittenwald)									227,9414
1546.	Strassendurchlass Lit. a in Kilometer 57 der Staatsstrasse von München nach Mittenwald, = auf einer Sohlenschwelle des nordwestlichen Seitengrabens am Auslauf rechts									
	1	19	56	2129	+ 9,3278	1,0	1,1	0,7	237,2692	
1547.	□ auf dem Sockel der 60. Kilometersäule der Staatsstrasse von München nach Mittenwald, westliche Ecke									
	2	35	48	3354	+ 8,3414	0,9	0,8	0,5	245,6106	
1548.	□ auf einem Felsblock, südöstlich der Staatsstrasse, bei Kilometer 61 + 150 ^m									
	3	18	33	1174	- 34,3612	0,7	0,5	0,6	211,2494	
1549.	Hölzerne Strassenbrücke Lit. c in Kilometer 64 mit 1 Oeffnung über den neu angelegten Canal bei Kochel, □ auf einem vorstehenden Quaderstück, südlicher Flügel, rechtseitiges Widerlager									
	4	32	39	2483	+ 44,4226	0,9	0,8	0,6	255,6720	
1550.	Hölzerne Strassenbrücke Lit. b in Kilometer 67 mit 1 Oeffnung über den Schellenbach, □ auf dem rechtseitigen Widerlager, östlicher Flügeldeckstein									
	5	45	29	2634	+ 0,8102	0,7	0,5	0,5	256,4822	
—	{ Mittlerer Wasserspiegel des Kochelsee's am 10. Oktober 1878, 12 ^{1/2} Uhr Mittags }									
									+ 5,1024	261,5846
1551.	= unter der Höhenmarke sub. Nr LXXVII in einen Felsblock gearbeitet									
	6	13	41	1078	- 0,3761	0,5	0,2	0,4	256,1061	
LXXVII.	{ ⊙ (Bolzen 0,30 ^m lang) an einer Felsenwand, Auslauf der Sonnenspitze links (südlich) an der Staatsstrasse von München nach Mittenwald bei Kilometer 67 + 150 ^m gegenüber dem Flosszimmerplatz am Ufer des Kochelsee's }									
									- 1,7150	254,3911
1552.	□ an der Felsenwand, 8,0 ^m abwärts von der Gedenktafel über die Erbauung der Strasse über den Kesselberg, nordöstlich derselben bei Kilometer 68 + 980 ^m									
	1	67	16	1739	- 176,5135	1,1	1,2	0,8	79,5926	

Zweignivellement von Bichel nach Walchensee.

Nr	A	J	Z	D	$\pm H$	w	w ²	w'	Cote
1553.	☒ auf der rechtseitigen (westlichen) Felsenwand auf dem Kamm des Kesselberges, 30 ^m von der Wegabzweigung zum Herzogstand								
	2	34	16	937	-78,4223	0,7	0,5	0,7	1,1703
1554.	☐ auf dem Sockel der 70. Kilometersäule der Staatsstrasse von München nach Mittenwald, westliche Ecke								
	3	6	13	159	+14,1212	0,2	0,1	0,6	15,2915
—	Mittlerer Wasserspiegel des Walchensee's am 12. Oktober 1878, 4 Uhr Nachmittags								
					+44,3586				59,6501
1555.	Gedeckter Strassendurchlass Lit. c in Kilometer 72, ☐ auf dem südöstlichen Stirndeckstein am Auslauf über dem rechtseitigen Widerlager								
	4	28	32	1779	+39,9107	0,6	0,4	0,5	55,2022
LXXVIII.	☉ (Bolzen 0,30 ^m lang) an einer Felswand, Ausläufer des Farchenberges (zum Gebirgstock des Heimgarten gehörig) rechts (westlich) an der Staatsstrasse von München nach Mittenwald bei Kilometer 72 + 250 ^m am Ufer des Walchensee's								
	1	7	38	529	+ 2,5736	0,4	0,2	0,6	55,7758

Zu dem nachfolgenden Verzeichniss der Coten und Meereshöhen sämtlicher Fixpunkte ist Folgendes zu bemerken:

- a) dasselbe kann, was den Ort der Fixpunkte betrifft, nur in Verbindung mit den vorausgehenden fünf Mittheilungen über das Bayerische Präcisionsnivellement gebraucht werden;
- b) bloss die mit Namen (Neuenmarkt, Marktschorgast etc) bezeichneten Fixpunkte und jene, deren Abstand = 0 ist, befinden sich an dem genannten Orte, alle übrigen liegen in der Richtung eines Orts zum folgenden, und es sind deshalb die unter den Ortsnamen angebrachten Anführungszeichen nur in diesem Sinne aufzufassen.

Verzeichniss der Coten und Meereshöhen sämmtlicher Fixpunkte.

(Das Wort Stat bezeichnet die Schwellenoberfläche der Eisenbahnstationen.)

Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meereshöhe	Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meereshöhe
⊙ 1	Neuenmarkt	0	511,7466	349,3332	33	Münchberg	461	327,8579	533,2119
Stat	" "	0	513,6890	347,3908	34	" "	322	331,1347	529,9451
2	" "	0	513,1798	347,9000	35	" "	1796	337,4802	523,5996
3	" "	467	509,2426	351,8372	36	" "	640	342,0721	519,0077
4	" "	1309	491,5151	369,5647	37	" "	615	346,3490	514,7308
5	" "	759	472,5634	388,5164	38	" "	1257	348,7925	512,2873
6	" "	1071	445,9756	415,1042	39	Seulbitz	1228	351,3015	510,7783
7	" "	794	425,9520	435,1278	40	" "	307	357,0278	504,0520
8	" "	992	401,4710	459,6088	41	" "	0	357,6608	503,4190
9	" "	775	382,2352	478,8446	42	" "	994	353,1523	507,9275
10	" "	664	366,1788	494,9010	43	" "	28	353,0246	508,0552
11	Marktschorgast	569	355,6363	505,4435	44	" "	1827	356,8264	504,2534
⊙ 12	" "	0	353,9636	507,1162	45	" "	89	357,1599	503,9199
Stat	" "	0	356,1165	504,9633	46	" "	557	356,9771	504,1027
13	" "	1168	348,4348	512,6450	47	" "	1074	354,9717	506,1081
14	" "	2226	336,7152	524,3646	48	" "	1484	356,7110	504,3688
15	" "	1562	320,5499	540,5299	49	Schwarzenbach a./S.	934	357,8550	503,2248
16	Falls	921	312,1469	548,9329	⊙ 50	" "	0	356,3161	504,7637
17	" "	1662	305,2011	555,8787	Stat	" "	0	358,4364	502,6434
18	" "	1464	293,8614	567,2184	51	" "	102	358,4192	502,6606
19	" "	607	288,1108	572,9690	52	" "	2325	370,4390	409,6408
20	" "	292	285,4375	575,6423	53	" "	2414	375,7706	486,3092
21	" "	1266	278,4773	582,6025	54	Oberkotzau	537	376,5397	484,5401
22	Stammbach	1260	280,7964	580,2834	⊙ 55	" "	0	377,1768	483,9030
⊙ 23	" "	0	279,1891	581,8907	Stat	" "	0	376,5251	484,5547
Stat	" "	0	280,7993	580,2805	56	" "	789	377,0193	484,0605
24	" "	1901	270,1625	590,9173	57	" "	822	379,6667	481,4131
25	Schödlas	1850	266,2773	594,8025	58	" "	1770	376,8574	484,2224
26	" "	1575	283,2601	577,8197	59	" "	796	375,9275	485,1523
27	" "	1111	294,0417	567,0381	60	" "	938	373,7731	487,3067
28	" "	826	302,5864	558,4934	61	" "	401	369,6846	491,3952
29	" "	207	303,8684	557,2114	62	" "	1177	358,5602	502,5196
30	" "	1437	318,7510	542,3288	63	" "	772	357,6342	503,5456
31	Münchberg	1022	324,4834	536,5964	64	Hof	662	356,9828	504,0970
⊙ 32	" "	0	323,1627	537,9171	⊙ 65	" "	0	355,7976	505,2822
Stat	" "	0	325,2165	535,8633	Stat	" "	0	357,6194	503,4604

Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meereshöhe	Punct Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meereshöhe
66	Hof	122	357,5988	503,4810	105	Franzensbad	1503	423,9333	437,1465
67	" "	509	363,1273	497,9525	106	" "	842	423,7613	437,3185
⊙68	" "	0	361,2273	499,8525	107	" "	2981	407,5790	453,5008
54	Oberkotzau	0	376,5397	484,5401	108	" "	262	404,9089	456,1709
69	" "	1930	370,7603	490,3195	109	" "	848	358,2254	462,8544
70	" "	2691	354,2001	506,8797	110	Eger	242	398,3480	462,7318
71	" "	939	350,7880	510,2918	111	" "	629	397,6478	463,4320
72	" "	1710	343,0837	517,9961	⊙112	" "	601	395,0213	466,0585
73	Rehau	1000	335,2065	525,8733	Stat	" "	0	397,9171	463,1627
⊙74	" "	0	333,9241	527,1557	113	" "	2247	392,5600	463,5198
Stat	" "	0	336,0084	525,0714	114	" "	2130	383,0336	478,0462
75	" "	2936	313,2241	547,8557	115	" "	3466	382,3919	478,6879
76	" "	1514	298,9176	562,1622	116	" "	2207	374,8084	486,2714
77	" "	2097	277,7562	583,3236	117	Waldsassen	1305	370,8270	490,2528
78	" "	1121	266,8488	594,2310	⊙118	" "	0	369,2496	491,8302
79	" "	2006	246,9921	614,0877	Stat	" "	0	371,2974	489,7824
80	Selb	1747	237,2005	623,8793	119	" "	871	371,3101	489,7697
⊙81	" "	0	235,7306	625,3492	120	" "	360	371,2850	489,7948
Stat	" "	0	238,0248	623,0550	121	" "	1573	369,9094	491,1704
82	" "	3256	233,1655	627,9143	122	" "	2217	364,4410	496,6388
83	Asch	3943	220,7726	640,3072	123	" "	2445	354,0859	506,9939
⊙84	" "	0	219,6470	641,4328	124	" "	1009	348,5639	512,5159
Stat	" "	0	221,6922	639,3876	125	Mitterteich	108	348,0399	513,0399
85	" "	178	221,6543	639,4255	⊙126	" "	0	346,3904	514,6894
86	" "	2208	235,9992	625,0806	Stat	" "	0	348,5251	512,5547
87	" "	3041	266,9178	594,1620	127	" "	1449	344,8850	516,1948
88	" "	1392	280,4515	580,6283	128	" "	222	344,8665	516,2133
89	" "	2457	304,3824	556,6974	129	" "	1812	341,3898	519,6900
90	Hasslau	112	303,7030	557,3768	130	" "	1020	349,8842	511,1956
⊙91	" "	0	302,4315	558,6483	131	Wiesau	1431	355,0595	506,0203
Stat	" "	0	304,4261	556,6537	132	" "	93	355,6285	505,4513
92	" "	2646	328,8864	532,1934	Stat	" "	0	355,5936	505,4862
93	" "	354	332,8040	528,2758	133	" "	1554	368,7377	492,3421
94	" "	1781	350,3450	510,7348	134	" "	2130	372,4569	488,6229
95	" "	503	355,5493	505,5305	135	" "	1360	377,4641	483,6157
96	" "	0	361,0087	500,0711	136	" "	2454	381,7346	479,3452
97	" "	2273	376,6314	484,4484	137	" "	2086	393,6727	467,4071
98	" "	555	381,2087	479,8711	138	" "	828	397,9984	463,0814
99	" "	497	385,4669	475,6129	139	Reuth	154	397,2961	463,7837
100	" "	2057	405,3533	455,7265	⊙140	" "	0	395,9190	465,1608
101	" "	158	406,1546	454,9252	Stat	" "	0	397,9702	463,1096
102	" "	918	412,9567	448,1231	141	" "	965	404,5839	456,4959
103	Franzensbad	99	412,6051	448,4747	142	" "	1513	413,1998	447,8800
⊙104	" "	0	410,9986	450,0812	143	" "	1562	413,4143	447,6655
Stat	" "	0	412,9001	448,1797	144	" "	310	415,3677	445,7121

Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meereshöhe	Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meereshöhe
145	Reuth	527	418,4587	442,6211	Stat	Trabitz	0	424,9921	436,0877
146	" "	1327	427,7314	433,3484	185	" "	655	423,8721	437,2077
147	Windisch-Eschenbach	1192	434,7406	426,3392	186	" "	2362	415,5218	445,5580
⊙148	" "	0	433,2363	427,8435	187	" "	2181	412,9431	448,1367
Stat	" "	0	435,1791	425,9007	188	" "	337	411,5514	449,5284
149	" "	736	437,1050	423,9748	189	Kemnath	122	411,3002	449,7796
150	" "	571	438,7913	422,2885	⊙190	" "	0	409,6250	451,4548
151	" "	1231	442,1757	418,9041	Stat	" "	0	412,1396	448,9402
152	" "	703	444,8685	416,2113	191	" "	1362	413,3613	447,7185
153	" "	2659	450,8242	410,2556	192	" "	1220	408,9452	452,1346
154	" "	561	450,7506	410,3292	193	" "	1194	407,6770	453,4028
155	" "	777	450,8201	410,2597	194	" "	3009	400,4025	460,6773
156	" "	598	452,3232	408,7566	195	Kirchenlaibach	212	399,3205	461,7593
157	Neustadt	1665	454,5671	406,5127	Stat	" "	0	399,9790	461,1008
⊙158	" "	0	452,9989	408,0809	196	" "	1644	409,1374	451,9424
Stat	" "	0	455,1628	405,9170	197	" "	2013	423,9685	437,1113
159	" "	166	455,1800	405,8998	198	" "	700	429,5699	431,5099
160	" "	1684	454,9909	406,8889	199	" "	1609	437,5605	423,5193
161	" "	2472	459,5194	401,5604	200	" "	526	435,6754	425,4044
162	" "	1127	463,5667	397,5131	201	Seybothenreuth	122	436,0686	425,0112
163	" "	94	464,5379	396,5419	⊙202	" "	0	434,3596	426,7202
164	" "	758	464,7469	396,3329	Stat	" "	0	436,1842	424,8956
165	Weiden	156	464,3779	396,7019	203	" "	1446	441,8516	419,2282
⊙166	" "	0	462,5636	398,5162	204	" "	2742	463,4835	397,5963
Stat	" "	0	464,6514	396,4284	205	" "	615	466,4578	394,6220
167	" "	3532	456,2515	404,8283	206	" "	3203	494,7668	396,3130
168	" "	3121	441,6653	419,4145	207	" "	1126	498,4442	362,6356
169	" "	710	438,4767	422,6031	208	" "	473	502,0729	359,0069
170	" "	483	440,5047	420,5751	209	" "	2257	518,1947	342,8851
171	Parkstein-Hütten	2936	441,9984	419,0814	210	" "	571	517,7175	343,3623
Stat	" "	0	442,5557	418,5241	211	Bayreuth	256	517,5361	343,5437
172	" "	687	443,1482	417,9316	⊙212	" "	0	515,7976	345,2823
173	" "	1485	442,5156	418,5642	Stat	" "	0	517,7068	343,3730
174	" "	905	445,6493	415,4305	213	" "	1377	508,1606	352,9192
175	" "	458	446,7628	414,3170	214	" "	2125	504,5969	356,4829
176	" "	1994	441,8427	419,2371	215	" "	2397	511,4210	349,6588
177	" "	1195	440,6420	420,4378	216	" "	2885	512,8551	348,2247
178	" "	1752	439,4964	421,5834	217	Harsdorf	1589	517,5507	343,5291
179	" "	926	436,6589	424,4209	⊙218	" "	0	515,7638	345,3160
180	Pressath	65	436,9049	424,1749	Stat	" "	0	517,6605	343,4193
⊙181	" "	0	435,2616	425,8182	219	" "	3274	532,0194	329,0604
Stat	" "	0	437,2266	423,8532	220	Trebgast	2487	536,6638	324,4160
182	" "	317	437,1530	423,9268	221	" "	1485	528,4927	332,5871
183	" "	1100	433,9162	427,1636	222	Neuenmarkt	3023	511,8763	349,2035
184	Trabitz	4545	424,4241	436,6557	223	" "	1113	519,9140	341,1658

Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meeres-höhe	Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meeres-höhe
224	Neuenmarkt	1646	527,8548	333,2250	Stat	Lichtenfels	0	599,0936	261,9862
225	" "	1626	534,4514	326,6284	264	" "	1305	590,2087	270,8711
226	Untersteinach	1746	542,9758	318,1040	265	" "	1199	585,1845	275,8953
Stat	" "	0	542,2014	318,8784	266	" "	1350	579,0139	282,0659
227	" "	1195	546,4744	314,6054	267	" "	1090	573,6481	287,4317
228	" "	1426	550,0520	311,0278	268	" "	1006	567,9429	293,1369
229	" "	1423	552,7087	308,3711	269	" "	1822	550,9606	310,1192
230	" "	1288	555,1594	305,9204	270	" "	419	546,8808	314,1990
231	Kulmbach	962	556,4067	304,6731	271	" "	425	542,6528	318,4270
©232	" "	0	555,2539	305,8259	272	Ebersdorf	621	537,3859	323,6939
Stat	" "	0	557,2505	303,8293	273	" "	1269	547,3430	313,7368
233	" "	1128	560,6419	300,4379	274	" "	1863	558,6808	302,3990
234	" "	1336	562,4988	298,5810	275	" "	811	563,7973	297,2825
235	" "	1129	566,1029	294,9769	276	" "	284	563,8888	295,1910
236	" "	994	563,7969	297,2829	277	" "	1037	575,8001	290,2797
237	Mainleus	898	559,8615	301,2183	278	Niederfüllbach	621	571,1769	289,9029
©238	" "	0	558,6291	302,4507	279	" "	761	577,0565	284,0233
Stat	" "	0	560,2144	300,8654	280	" "	1117	574,7237	286,3561
239	" "	1350	565,3587	295,7211	281	" "	2413	571,0861	289,9937
240	" "	1101	569,9189	291,1609	282	Coburg	944	567,2246	293,8552
241	" "	1958	575,5381	285,5417	©283	" "	0	565,7475	295,3323
242	Mainroth	1208	576,7076	284,3722	284	Lichtenfels	1117	601,6702	259,4096
243	" "	366	576,6444	284,4354	285	" "	1886	598,4479	262,6319
244	" "	1212	579,4613	281,6185	286	" "	999	599,4527	261,6271
245	" "	1504	580,2945	280,7853	287	" "	1530	602,2159	258,8639
246	" "	1756	582,6313	278,4485	288	Staffelstein	762	598,4553	262,6240
247	Burgkundstadt	416	582,2262	278,8536	©289	" "	0	597,0101	264,0697
©248	" "	0	580,7639	280,3159	Stat	" "	0	598,5775	262,5023
Stat	" "	0	582,8395	278,2403	290	" "	1011	600,3134	260,7664
249	" "	922	583,4758	277,6040	291	" "	2089	607,3114	253,7684
250	" "	660	584,5012	276,5786	292	" "	2028	610,1488	250,9310
251	" "	1627	586,8983	274,1815	293	Ebensfeld	348	607,4542	253,6256
252	" "	770	586,6284	274,4514	©294	" "	0	605,9564	255,1234
253	" "	665	587,5009	273,5789	Stat	" "	0	607,8424	253,2374
254	" "	531	587,5488	273,5310	295	" "	873	611,1355	249,9443
255	Hochstadt	435	587,2012	273,8786	296	" "	1410	613,3825	247,6973
©256	" "	0	586,1115	274,9683	297	" "	835	613,9878	247,0920
Stat	" "	0	587,8943	273,1855	298	" "	1127	613,6275	247,4523
257	" "	942	589,5648	271,5150	299	" "	1263	615,8840	245,1958
258	" "	1421	593,2327	267,8471	300	Zapfendorf	541	615,7798	245,3000
259	" "	1118	595,2620	265,8178	©301	" "	0	614,2853	246,7945
260	" "	2471	589,1234	271,9564	Stat	" "	0	616,5090	244,5708
261	" "	1685	598,1520	262,9278	302	" "	995	617,6322	243,4476
262	Lichtenfels	644	598,5621	262,5177	303	" "	1374	619,1709	241,9089
©263	" "	0	597,0729	264,0069	304	" "	952	617,6711	243,4087

Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meeres-höhe	Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meeres-höhe
305	Zapfendorf	2061	616,7688	244,3110	344	Baiersdorf	1645	587,7770	273,3028
306	" "	952	613,6711	247,4087	345	" "	1546	586,4540	274,6258
307	Breitengüßbach	302	612,8485	248,2313	346	" "	371	586,2643	274,8155
⊙308	" "	0	611,3173	249,7625	347	Erlangen	1441	582,6391	278,4407
Stat	" "	0	613,1899	247,8899	⊙348	" "	0	580,9225	280,1573
309	" "	527	613,0275	248,0523	Stat	" "	0	583,1646	277,9152
310	" "	1044	616,7596	244,3202	349	" "	717	582,0935	278,9863
311	" "	1438	619,6268	249,4530	350	" "	2147	575,1561	285,9237
312	" "	1252	618,2059	242,8739	351	" "	1792	573,3466	287,7332
313	" "	691	617,5417	243,5381	352	Eltersdorf	41	573,4899	287,5899
314	" "	621	620,5001	240,5797	Stat	" "	0	573,4866	287,5932
315	" "	448	622,4320	238,6478	353	" "	2327	572,7634	288,3164
316	" "	233	623,3070	237,7728	354	" "	1447	568,6746	292,4052
317	" "	470	622,9007	238,1791	355	" "	2391	564,3342	296,7456
318	Bamberg	1019	621,1853	239,8945	356	Poppenreuth	1991	564,1277	296,9521
⊙319	" "	0	619,6453	241,4345	357	" "	1622	563,1392	297,9406
Stat	" "	0	621,5756	239,5042	358	" "	666	561,6328	299,4470
320	" "	646	621,1934	239,8864	359	Fürther Kreuzung	42	560,9020	300,1778
321	" "	675	620,5270	240,5523	⊙360	" "	0	559,3707	301,7091
322	" "	701	619,6860	241,3938	361	" "	728	561,0784	300,0014
323	" "	5510	612,8724	248,2074	362	" "	3196	553,6726	307,4072
324	" "	3608	611,7449	249,3349	363	" "	575	552,0525	309,0273
325	Hirschaid	149	610,7996	250,2802	364	Nürnberg	1014	551,8384	309,2414
⊙326	" "	0	609,2683	251,8115	⊙365	" "	0	549,7500	311,3298
Stat	" "	0	611,6260	249,4538	Stat	" "	0	552,3116	308,7682
327	" "	2666	607,3998	253,6800	366	" "	741	551,7232	309,3566
328	" "	1437	607,1483	253,9315	367	" "	0	549,8204	311,2594
329	" "	1629	606,6089	254,4709	368	" "	608	550,4767	310,6031
330	Eggolsheim	210	606,2314	254,8484	369	" "	756	551,5473	309,5325
⊙331	" "	0	604,6638	256,4160	370	" "	1852	550,0214	311,0584
Stat	" "	0	606,5149	254,5649	371	" "	2414	550,8105	310,2693
332	" "	2100	604,1690	256,9108	372	Reichelsdorf	1852	547,5024	313,5774
333	" "	4031	597,9663	263,1135	Stat	" "	0	548,4978	312,5820
334	" "	749	596,8578	264,2220	373	" "	2985	541,0846	319,9952
335	Forchheim	258	596,3251	264,7547	374	" "	2207	531,0777	330,0021
⊙336	" "	0	594,8563	266,2235	375	" "	1601	525,1461	335,9337
Stat	" "	0	596,6834	264,3964	376	Schwabach	670	522,4230	338,6568
337	" "	1473	597,4405	263,6393	⊙377	" "	0	520,7312	340,3486
338	" "	731	598,5610	262,5188	Stat	" "	0	523,0587	338,0211
339	" "	1443	596,6872	264,3926	378	" "	378	523,0952	337,9846
340	Baiersdorf	3800	591,7745	269,3053	379	" "	2695	518,4720	342,6078
⊙341	" "	0	590,3286	270,7512	380	" "	1067	523,2501	337,8297
Stat	" "	0	592,1057	268,9741	381	" "	1463	528,1502	332,9296
342	" "	1749	590,4196	270,6602	382	" "	1531	527,8270	333,2528
343	" "	745	589,5978	271,4820	383	Roth	3548	521,0495	340,0303

Punkt Nr	Ort	Ab- stand	Verbess. Cote	Meeres- höhe	Punkt Nr	Ort	Ab- stand	Verbess. Cote	Meeres- höhe
©384	Roth	0	519,6474	341,4324	Stat	Öttingen	0	444,3121	416,7677
Stat	" "	0	521,4538	339,6260	423	" "	2443	444,9783	416,1015
385	" "	1678	518,6440	342,4358	424	Dürrenzimmern	3196	436,2225	424,8573
386	" "	2179	514,0252	347,0546	425	" "	5632	437,9487	423,1311
387	" "	1864	509,3461	351,7337	426	" "	1619	431,0579	430,0219
388	Georgensgmünd	2201	506,1675	354,9123	427	" "	423	430,6881	430,3917
389	" "	2064	499,0767	362,0031	428	" "	0	430,2194	430,8604
390	" "	2535	486,3455	374,7343	429	Nördlingen	534	430,4470	430,6328
391	" "	2928	479,9595	381,1203	©430	" "	0	430,6864	430,3934
392	" "	1434	472,4168	388,6630	Stat	" "	0	431,2111	429,8687
393	Pleinfeld	996	467,4401	393,6397	431	" "	272	430,5675	430,5123
©394	" "	0	466,0206	395,0592	©432	" "	0	429,6919	431,3879
Stat	" "	0	467,4688	393,6110	433	" "	6968	445,4129	415,6669
395	" "	3775	459,2558	401,8240	434	Möttingen	1749	447,6197	413,4601
396	Langlau	5310	433,3482	427,7316	©435	" "	0	445,8976	415,1822
Stat	" "	0	433,2808	427,7990	Stat	" "	0	447,8800	413,1998
397	" "	2906	428,4565	432,6233	436	" "	685	448,5742	412,5056
398	" "	2143	432,7044	428,3754	437	" "	1153	448,8042	412,2756
399	" "	2093	440,9610	420,1188	438	" "	3634	449,7457	411,3341
400	" "	582	440,8636	420,2162	439	" "	2411	445,3193	415,7605
401	Gunzenhausen	239	440,8842	420,1956	440	" "	1367	449,6328	411,3970
402	" "	0	440,6203	420,4595	441	Harburg	333	448,6337	412,4461
©403	" "	0	439,2756	421,8042	©442	" "	0	447,6520	413,4278
Stat	" "	0	441,2650	419,8148	Stat	" "	0	449,6576	411,4222
404	" "	551	440,4498	420,6300	443	" "	2497	444,9512	416,1286
405	" "	3918	421,1754	439,9044	444	" "	3962	453,6437	407,4361
406	Kronheim	3525	402,4414	458,6384	445	" "	4440	455,6585	405,4213
Stat	" "	0	402,3929	458,6869	©446	Donauwörth	497	454,5790	406,5008
407	" "	2073	412,5031	448,5767	447	" "	220	456,3454	404,7344
408	" "	891	416,6140	444,4658	448	" "	967	456,7057	404,3741
409	" "	590	419,5562	441,5236	449	" "	2326	458,8502	402,2296
410	" "	1148	425,1952	435,8846	450	" "	4587	451,9926	409,0872
411	" "	1306	431,7047	429,3751	451	" "	2043	448,1862	412,8936
412	Wassertrüdingen	638	433,2747	427,8051	452	" "	4117	441,9444	419,1354
©413	" "	0	432,0244	429,0554	453	Nordendorf	1141	438,8930	422,1868
Stat	" "	0	434,2558	426,8240	Stat	" "	0	438,8795	422,2003
414	" "	935	437,9180	423,1618	454	" "	4703	431,2151	429,8647
415	" "	1126	438,7695	422,3103	455	Meitingen	626	428,8202	432,2596
416	" "	502	438,7148	422,3650	©456	" "	0	427,2537	433,8261
417	" "	2048	438,0145	423,0653	Stat	" "	0	429,4563	431,6235
418	" "	563	440,1580	420,9218	457	" "	4004	423,1649	437,9149
419	" "	2382	442,0159	419,0639	458	" "	3794	406,5373	454,5425
420	" "	2991	442,6418	418,4380	459	" "	2992	397,5229	463,5569
421	Öttingen	1379	443,4078	417,6720	460	Gersthofen	3026	388,4962	472,5836
©422	" "	0	442,1721	418,9077	Stat	" "	0	388,9914	472,0884

Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meeres-höhe	Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meeres-höhe
461	Gersthofen	4561	387,3284	473,7514	497	Biesenhofen	4725	164,1203	696,9525
462	" "	106	385,9354	475,1444	Stat	" "	0	161,5244	699,5554
463	" "	1094	379,3019	481,7779	498	" "	2820	149,7260	711,3538
464	" "	1123	372,2515	488,8283	499	Ruderatshofen	2094	139,6710	721,4088
465	" "	949	371,8426	489,2372	Stat	" "	0	138,9922	722,0876
©466	Angsburg	280	369,6901	491,3897	500	" "	1540	129,3262	731,7536
467	" "	31	371,9558	489,1240	501	Aitrang	2681	115,1640	745,9158
©468	" "	0	370,5516	490,5282	Stat	" "	0	114,4156	746,6642
Stat	" "	0	372,2415	488,8383	502	" "	607	110,8881	750,1917
469	" "	851	368,8732	492,2066	503	" "	2220	90,3191	770,7607
470	Inningen	4666	353,0058	508,0740	504	" "	745	83,5980	777,4818
Stat	" "	0	352,3400	508,7398	505	" "	4122	44,1676	816,9122
471	" "	3400	341,9646	519,1152	506	Günzach	1796	60,0657	801,0141
472	" "	1163	341,0515	520,0283	Stat	" "	0	59,9107	801,1691
©473	Bobingen	1058	334,7087	526,3711	507	" "	4155	90,3608	770,7190
Stat	" "	0	336,3189	524,7609	508	" "	877	92,7735	768,3063
474	" "	92	336,3331	524,7467	509	" "	943	101,2223	759,8575
475	" "	2130	329,7097	531,3701	510	" "	3393	134,8872	726,1926
476	Grossaitingen	4059	318,3840	542,6958	511	Wildpoldsried	1201	139,1251	721,9547
Stat	" "	0	318,7394	542,3404	Stat	" "	0	139,0946	721,9852
477	" "	4098	304,0483	557,0315	512	" "	794	139,1903	721,8895
©478	Schwabmünchen	838	299,8657	561,2141	513	Betzigau	1780	139,1018	721,9780
479	" "	79	301,1723	559,9075	Stat	" "	0	139,1355	721,9443
Stat	" "	0	301,7836	559,2962	514	" "	869	139,7218	721,3580
480	" "	774	301,8585	559,2213	515	" "	3149	155,7538	705,3260
481	" "	3243	296,2108	564,8690	516	" "	0	156,7619	704,3179
482	Westererdingen	1845	291,3854	569,6944	517	" "	1289	165,4992	695,5806
Stat	" "	0	291,5588	569,5210	518	" "	124	165,4743	695,6055
483	" "	9772	248,4456	612,6342	519	Kempton	804	165,5723	695,5075
484	" "	82	248,0472	613,0326	©520	" "	0	163,9104	697,1694
©485	Buchloe	1134	241,5284	619,5514	Stat	" "	0	166,0043	695,0755
Stat	" "	0	243,8147	617,2651	521	" "	2637	150,5080	710,5718
486	" "	643	242,1112	618,9686	522	Waltenhofen	2715	146,1425	714,9373
487	" "	4437	230,4450	630,6348	Stat	" "	0	143,2988	717,7810
488	" "	1035	225,7569	635,3229	523	" "	2829	137,4595	723,6203
489	" "	760	222,5988	638,4810	524	Oberdorf	2669	125,5018	735,5780
490	" "	1443	215,6065	645,4733	Stat	" "	0	125,5211	735,5587
491	Pforzen	4908	198,1387	662,9411	525	" "	4171	152,7602	708,3196
Stat	" "	0	197,9263	663,1535	526	" "	3820	145,9445	715,1353
492	" "	2073	196,9154	664,1644	527	Immenstadt	2054	131,5805	729,4993
493	" "	1677	191,8239	669,2559	Stat	" "	0	129,8193	731,2605
494	" "	2945	180,9694	680,1104	528	" "	919	132,8127	728,2671
495	Kaufbeuern	454	180,1308	680,9490	529	" "	3706	133,7055	727,3743
©496	" "	0	178,4932	682,6466	530	" "	1852	132,2555	728,8243
Stat	" "	0	180,9866	680,0932	531	" "	1319	129,1602	731,9196

Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meeres-höhe	Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meeres-höhe
532	Immenstadt	1798	125,6252	753,4546	570	Lindau	0	466,9817	394,0981
533	" "	1098	121,0504	740,0294	571	" "	1800	462,7787	398,3011
534	" "	3039	101,6688	759,4110	572	" "	45	462,7892	398,2906
535	" "	2636	78,8914	782,1884	573	" "	4093	461,5530	399,5268
⊙536	Oberstaufen	463	73,1857	787,8941	574	" "	58	461,2485	399,8313
Stat	" "	0	71,9295	789,1503	575	" "	2583	462,8483	398,2315
537	" "	113	74,8133	786,2665	576	Bregenz	1644	463,8964	397,1834
538	" "	2048	84,9930	776,0868	⊙577	" "	41	464,6142	396,4656
539	" "	3802	101,9148	759,1650	578	" "	0	467,2644	393,8154
540	Harbatzhofen	712	102,6198	758,4600	579	" "	2638	461,9466	399,1332
Stat	" "	0	105,6561	755,4237	580	" "	143	461,2004	399,8794
541	" "	3024	127,2050	733,8748	581	" "	1485	446,3522	414,7276
542	" "	1278	139,6418	721,4380	582	" "	1640	458,3115	402,7683
543	" "	1234	151,5995	709,4803	583	" "	1633	462,8908	398,1890
544	Röthenbach	2101	162,9477	698,1321	584	" "	1592	462,8519	398,2279
⊙545	" "	0	161,4823	699,5975	585	Fussach	1746	464,2688	396,8110
Stat	" "	0	156,3850	704,6948	⊙586	" "	148	465,0759	396,0029
546	" "	4729	210,8595	650,2203	587	" "	0	467,2736	393,8062
547	" "	5438	264,4567	596,6231	588	" "	3666	460,2362	400,8436
548	" "	119	265,6399	595,4399	589	" "	69	460,2306	400,8492
549	" "	3872	304,9847	556,0951	590	" "	737	460,5667	400,5131
550	Hergatz	611	306,2995	554,7803	591	St. Margarethen	515	459,9863	401,0935
Stat	" "	0	306,2938	554,7860	592	" "	3614	461,5713	399,5085
551	" "	5322	332,3849	528,6949	593	" "	93	461,4106	399,6692
552	Schlachters	3926	348,9047	512,1751	594	Rheineck	714	461,7074	399,3724
Stat	" "	0	349,0490	512,0308	595	" "	2329	462,5378	398,5420
553	" "	4686	389,5538	471,5260	596	" "	4027	462,7126	398,3672
554	Oberreitnau	1017	394,9650	466,1148	597	" "	1225	464,0234	397,0564
⊙555	" "	0	393,2702	467,8096	598	Rorschach	315	464,5159	396,5639
Stat	" "	0	395,9193	465,1605	⊙599	" "	65	465,2010	395,8788
556	" "	1173	404,2547	456,8251	600	" "	0	463,7770	397,3028
557	" "	2798	431,9914	429,0884	601	" "	0	467,6770	393,4028
558	" "	643	437,3034	423,7764	602	" "	0	464,4419	396,6379
559	" "	1169	450,4766	410,6032	603	" "	0	467,6819	393,3979
560	" "	572	452,7688	408,3110	604	Lindau	1566	457,6342	403,4456
561	" "	99	453,7437	407,3361	605	" "	3147	451,1204	409,9594
562	" "	1651	462,6389	398,4409	606	Nonnenhorn	873	440,4055	420,6743
⊙563	" "	0	461,1567	399,9231	607	" "	0	440,1286	420,9512
564	Lindau	331	462,2721	398,8077	608	" "	19	440,8083	420,2715
⊙565	" "	0	461,9142	399,1656	⊙609	" "	19	438,9392	422,1406
Stat	" "	0	462,6104	398,4694	610	" "	860	446,5761	414,5037
566	" "	550	464,1772	396,9026	611	Kressbronn	741	463,0324	398,0474
⊙567	" "	0	464,6473	396,4325	612	Augsburg	1107	382,1337	478,9461
568	" "	0	464,3488	396,7310	613	" "	2016	378,4909	482,5889
569	" "	0	466,1061	394,9737	614	" "	1083	378,8639	482,2159

Punkt Nr	Ort	Ab- stand	Verbess. Cote	Meeres- höhe	Punkt Nr	Ort	Ab- stand	Verbess. Cote	Meeres- höhe
©615	Westheim	0	377,0912	483,9886	649	Nersingen	698	402,0450	459,0348
Stat	" "	0	379,1433	481,9365	Stat	" "	0	402,0382	459,0416
616	" "	3461	392,1994	468,8804	650	" "	8021	391,1607	469,9191
617	Diedorf	1607	389,4726	471,6072	651	" "	1252	391,2131	469,8667
Stat	" "	0	389,2983	471,7815	652	Neu-Ulm	408	390,5489	470,5309
618	" "	1435	386,6795	474,4003	©653a	" "	60	389,8499	471,2299
619	Gessertshausen	2218	384,3180	476,7618	Stat	" "	0	390,7782	470,3016
©620	" "	37	382,5134	478,5664	654	" "	1003	385,9885	475,0913
Stat	" "	0	384,3046	476,7752	655	" "	0	385,9876	475,0922
621	" "	823	382,3111	478,7687	656	" "	240	385,3621	475,7177
622	" "	3906	385,8712	475,2086	©657	Donaubrücke	0	383,9906	477,0892
623	Mödishofen	3668	397,7727	463,3071	658	" "	114	385,2187	475,8611
Stat	" "	0	391,6062	469,4736	659	Neu-Ulm	781	391,8124	469,2674
624	" "	437	397,9234	463,1564	660	" "	1233	390,5361	470,5437
625	" "	930	398,9979	462,0819	661	" "	1152	387,6156	473,4642
©626	Dinkelscherben	1595	397,7494	463,3304	662	" "	1966	381,8415	479,2381
Stat	" "	0	399,9555	461,1243	663	" "	882	381,6861	479,3937
627	" "	2649	387,4569	473,6229	664	" "	1023	379,4359	481,6439
628	" "	4475	364,6389	496,4409	665	Senden	2706	375,0315	486,0483
629	" "	2661	364,1293	496,9505	©666	" "	66	373,1825	487,8973
630	" "	3817	384,5025	476,5773	Stat	" "	0	375,0930	485,9868
©631	Jettingen	1068	387,7717	473,3081	667	" "	1294	372,5964	488,4834
Stat	" "	0	389,7119	471,3679	668	" "	2308	366,6750	494,4048
632	" "	525	391,8182	469,2616	©669	Vöhringen	1917	361,0543	500,0255
633	" "	664	397,2479	463,8319	Stat	" "	0	362,8569	498,2229
634	Burgau	2016	404,2292	456,8506	670	" "	1441	359,5113	501,5685
Stat	" "	0	404,7361	456,3437	671	Bellenberg	1365	357,7957	503,2841
635	" "	3282	412,8028	448,2770	Stat	" "	0	357,7171	503,3627
636	" "	3412	420,3677	440,7121	672	" "	887	355,8205	505,2593
637	Alt-Offingen	910	421,4599	439,6199	673	" "	521	354,6087	506,4711
©638	" "	0	419,7756	441,3042	674	Illertissen	2302	349,3392	511,7406
Stat	" "	0	422,0807	438,9991	©675	" "	0	347,8734	513,2064
Stat	Neu-Offingen	0	417,2739	443,8059	Stat	" "	0	349,5260	511,5538
639	" "	6536	417,6537	443,4261	676	" "	302	349,3381	511,7417
640	" "	161	419,2095	441,8703	677	" "	2513	343,1790	517,9008
641	" "	1282	416,3281	444,7517	678	" "	2476	336,3983	524,6815
642	Günzburg	303	415,5664	445,5134	679	Altenstadt	1585	332,4085	517,6713
Stat	" "	0	415,5581	445,5217	©680	" "	81	330,9385	530,1413
643	" "	349	415,2554	445,8244	Stat	" "	0	332,4061	528,6737
644	Leipheim	4728	411,4470	449,6328	681	" "	1762	328,8270	532,2528
Stat	" "	0	411,4068	449,6730	682	" "	1683	325,4086	535,6712
645	" "	3043	407,7735	453,3063	©683	Kellmünz	1315	319,4557	541,6241
646	" "	2403	404,1496	456,9302	Stat	" "	0	320,9939	540,0859
647	" "	574	403,4622	457,6176	684	" "	186	320,9957	540,0841
648	" "	993	403,3109	457,7689	685	" "	252	320,6349	540,4449

Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meereshöhe	Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meereshöhe
686	Kellmünz	2081	311,3209	549,7589	Stat	Althegnenberg	0	328,2001	532,8797
687	Fellheim	3665	295,4024	565,6774	724	" "	761	323,2331	537,8467
©688	" "	74	293,5311	567,5487	725	" "	710	320,6910	540,3888
Stat	" "	0	295,4013	565,6785	726	Haspelmoor	2051	319,5792	541,5006
©689	Heimertingen	4000	279,0078	582,0720	Stat	" "	0	319,5325	541,5473
Stat	" "	0	280,8877	580,1921	©727	" "	492	317,8894	543,1904
690	" "	1418	284,6687	576,4111	728	" "	1053	321,9479	539,1319
691	" "	4837	263,8140	597,2658	729	" "	1167	325,7634	535,3164
692	Memmingen	105	263,4345	597,0453	730	" "	979	328,9693	532,1105
©693	" "	0	262,1034	598,9764	731	Nannhofen	846	331,5512	529,5286
Stat	" "	0	263,8036	597,2762	Stat	" "	0	331,8954	529,1844
694	" "	5547	237,9931	623,0867	732	" "	579	333,3886	527,6912
695	" "	4590	205,5501	655,5297	733	" "	2232	339,8667	521,2131
696	Grönenbach	3020	186,0354	676,0444	734	" "	1109	341,9123	519,1675
©697	" "	0	184,6166	676,4632	735	" "	710	343,0671	518,0127
Stat	" "	0	186,3970	674,6828	736	Maisach	1704	346,2025	514,8773
698	" "	2044	173,6723	687,4075	©737	" "	37	344,7190	516,3608
699	" "	3396	157,7382	703,3416	Stat	" "	0	346,1777	514,9021
700	Dietmannsried	3330	172,2755	688,8043	738	Olching	4957	355,8027	505,2771
©701	" "	0	170,8151	690,2647	Stat	" "	0	356,4434	504,6364
Stat	" "	0	172,8381	688,2417	©739	Lochhausen	7042	345,8754	515,2044
702	" "	813	175,9034	685,1764	Stat	" "	0	346,8415	514,2383
703	Häusing	4512	175,8692	685,2106	740	" "	1211	344,4192	516,6606
Stat	" "	0	175,8724	685,2074	741	Pasing	3939	336,1315	524,9483
704	" "	585	173,0996	687,9802	Stat	" "	0	336,1026	524,9772
705	" "	2050	166,5925	694,4873	742	" "	5009	336,4670	524,6128
706	Kempten	2660	160,1502	700,9296	743	" "	1844	340,1723	520,9075
©707	Augsburg	0	370,6228	490,4570	©744	München	0	338,6671	522,4127
708	" "	3656	375,1448	485,9350	Stat	" "	0	340,9393	520,1405
709	" "	105	375,1263	485,9535	745	" "	1663	343,6640	517,4158
710	" "	1514	375,2489	485,8309	©746	" "	0	342,0872	518,9926
711	" "	2379	368,6907	492,3891	747	" "	1110	345,3648	515,7150
712	" "	2353	361,8130	499,2668	748	" "	548	343,1246	517,9552
713	" "	2661	354,8756	506,2042	©749	" "	0	341,9628	519,1170
714	" "	1746	350,4813	510,5985	750	" "	1694	336,2862	524,7936
©715	Mering	481	347,5901	513,4897	751	" "	1046	332,6948	528,3850
Stat	" "	0	349,5419	511,5379	Comp*	" "	S. E. P.	346,5009	514,5789
716	" "	1162	346,5657	519,5141	Comp*	" "	N. E. P.	346,6778	514,4020
717	" "	373	345,4308	515,6490	©752	Mittersending	2945	314,4290	546,6508
718	" "	823	342,7417	518,8381	Stat	" "	0	316,3206	544,7592
719	" "	730	340,2550	520,8248	©753	Grosshesselohe	4384	299,8628	561,2170
720	" "	1055	336,7497	524,3301	Stat	" "	0	301,8681	559,2117
721	" "	1383	332,1226	528,9572	754	" "	460	301,8395	559,2403
722	" "	1371	327,3405	533,7393	755	" "	1271	296,3562	564,7236
©723	Althegnenberg	373	324,3203	536,7595	©756	Deissenhofen	6154	264,6680	596,4118

* Die Bezeichnungen Comp. S. E. P. und Comp. N. E. P. bedeuten den südlichen und den nördlichen Endpunkt des im Hofe des K. Polytechnikums zu München erbauten Längencomparators.

Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meereshöhe	Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meereshöhe
Stat	Deisenhofen	0	266,5131	594,5667	792	Raubling	728	399,3525	461,7273
757	" "	7381	244,6510	616,4288	793	" "	1911	395,6529	465,4269
⊙758	Sauerlach	251	242,6891	618,3907	794	" "	1735	389,3161	471,7637
Stat	" "	0	244,4694	616,6104	⊙795	Brannenburg	329	386,7313	474,3485
759	" "	772	240,9841	620,0957	Stat	" "	0	388,9390	472,1408
760	" "	4880	205,0481	656,0317	796	" "	169	389,0676	472,0122
761	" "	2577	185,3581	675,7217	797	" "	1042	393,4003	467,6795
⊙762	Holzkirchen	2289	175,9119	685,1679	798	" "	1130	394,6001	466,4797
Stat	" "	0	178,1097	682,9701	799	" "	470	394,1420	466,9378
763	" "	2137	197,9938	663,0860	800	Fischbach	1179	394,0700	467,0098
764	" "	3435	230,1732	630,9066	Stat	" "	0	394,0517	467,0281
765	" "	338	233,5049	627,5749	801	" "	1693	394,7064	466,3734
766	" "	3162	265,7430	595,3368	802	" "	1401	395,4171	465,6627
767	" "	3807	305,4355	565,6443	803	" "	3675	383,6779	477,4019
768	Westerham	701	304,6990	556,3808	804	Oberaudorf	881	379,9798	481,1000
⊙769	" "	0	303,1374	557,9424	⊙805	" "	0	378,3631	482,7167
Stat	" "	0	305,3273	555,7525	Stat	" "	0	380,5318	480,5480
770	" "	4013	333,9418	527,1380	806	" "	702	382,4054	478,6744
771	" "	2447	346,4961	514,5837	807	" "	1290	387,7031	473,3767
⊙772	Bruckmühl	865	347,5707	513,5091	808	" "	1394	390,3185	460,7613
Stat	" "	0	349,5683	511,5115	809	" "	1844	378,2170	482,8628
773	" "	424	350,3900	510,6898	⊙810	Kiefersfelden	283	376,2217	484,8581
774	" "	2978	367,1177	493,9621	Stat	" "	0	378,4474	482,6324
775	Heufeld	1511	373,8152	487,2646	811	" "	1175	381,3532	479,7266
Stat	" "	0	369,6437	491,4361	812	" "	559	381,7027	479,3771
776	" "	824	377,0728	484,0070	813	" "	1174	379,9789	481,1009
⊙777	Aibling	1236	379,5673	481,5125	814	Kufstein	582	379,4228	481,6570
Stat	" "	0	381,5537	479,5261	⊙815	" "	58	377,6174	483,4624
778	" "	898	385,4899	475,5899	Stat	" "	0	379,3885	481,6913
779	Kolbermoor	3601	397,7370	463,3428	816	Rosenheim	753	413,5919	447,4879
Stat	" "	0	399,1051	461,9747	817	" "	679	409,0753	452,0045
780	" "	2706	406,8139	454,2659	818	" "	3003	384,9538	476,1260
781	" "	1607	413,1050	447,9748	⊙819	Stephanskirchen	1053	379,5855	481,4943
782	" "	989	415,2927	445,7871	Stat	" "	0	381,4512	479,6286
783	Rosenheim	450	414,6390	446,4408	820	" "	1506	383,9878	477,0920
⊙784	" "	0	413,0972	447,9826	821	" "	4783	370,8701	490,2097
Stat	" "	0	413,2613	447,8185	822	" "	3460	340,2186	520,8612
785	" "	328	415,0911	445,9887	⊙823	Endorf	534	334,4107	526,6691
786	" "	2812	413,0461	448,0337	Stat	" "	0	336,2164	524,8634
787	" "	1912	407,4135	453,6663	824	" "	6744	334,9995	526,0803
788	" "	1384	405,9314	455,1484	825	" "	884	333,3793	527,7005
789	" "	782	405,6926	455,3872	⊙826	Prien	675	532,6936	532,3862
⊙790	Raubling	773	400,9898	460,0900	Stat	" "	0	330,4793	530,6005
Stat	" "	0	402,8390	458,2408	827	" "	5203	336,4655	524,6143
791	" "	767	401,4010	459,6788	⊙828	Bernau	0	334,9350	526,1448

Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meeres-höhe	Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meeres-höhe
Stat	Bernau	0	336,7512	524,3286	868	Teisendorf	524	433,2879	427,7919
829	" "	2434	330,0425	531,0373	869	" "	1079	436,3392	424,7406
830	" "	5249	334,1058	526,9740	870	Freilassing	925	440,2918	420,7880
831	Uebersee	526	334,4132	526,6666	871	" "	320	438,0661	423,0137
832	" "	0	332,9593	528,1205	Stat	" "	0	440,2575	420,8223
Stat	" "	0	335,0215	526,0583	872	" "	323	439,9515	421,1283
833	" "	1793	333,2338	527,8460	873	" "	346	439,4237	421,6561
834	" "	2066	316,4359	544,6439	874	" "	358	439,3933	421,6865
835	" "	833	307,5669	553,5129	875	" "	532	439,3725	421,7073
836	" "	2177	286,9302	574,1496	876	" "	3031	437,9646	423,1152
837	Bergen	1366	276,2066	584,8732	877	" "	1285	435,8741	425,2057
Stat	" "	0	276,1723	584,9075	878	Salzburg	319	438,1495	422,9303
838	" "	363	272,4325	588,6473	879	Kahl	0	748,5836	112,4962
839	" "	2058	263,4210	597,6588	880	" "	0	750,2088	110,8710
840	" "	1261	250,0857	610,9941	881	" "	0	750,0907	110,9891
841	" "	752	250,6302	610,4496	882	" "	0	750,0914	110,9884
842	" "	697	252,6313	608,4485	883	" "	753	749,0412	112,0386
843	" "	1361	263,8677	597,2121	884	Dettingen	4351	749,1259	111,9539
844	Traunstein	282	262,1791	598,9007	Stat	" "	0	749,4745	111,6053
Stat	" "	0	264,1024	596,9774	885	Klein-Ostheim	4221	746,7010	114,3788
845	" "	638	265,1482	595,9316	Stat	" "	0	746,1096	114,9702
846	" "	1406	253,0568	608,0230	886	" "	926	744,0462	117,0336
847	" "	1185	246,0548	615,0250	887	" "	3290	740,5732	120,5066
848	" "	406	241,3602	619,7196	888	Aschaffenburg	1758	732,6764	128,4034
849	" "	849	242,1575	618,9223	889	" "	526	731,8963	129,1835
850	Lauter	1481	252,7375	608,3423	890	" "	0	730,3822	130,6976
851	" "	82	254,6187	606,4611	Stat	" "	0	732,6750	128,4048
Stat	" "	0	254,9814	606,0984	891	" "	250	732,5534	128,5264
852	" "	1275	265,5552	595,5246	892	" "	2112	724,3106	136,7692
853	" "	610	271,5949	589,4849	893	" "	4022	703,8714	157,2084
854	" "	983	279,4072	581,6726	894	" "	2066	694,9392	166,1406
855	" "	1514	295,9437	565,1361	895	Laufach	1718	687,8197	173,2601
856	" "	2638	323,1699	537,9099	Stat	" "	0	687,8183	173,2615
857	" "	1277	336,4225	524,6573	896	" "	194	687,7167	173,3631
858	" "	1836	356,1346	504,9452	897	" "	954	682,6874	178,3924
859	Teisendorf	449	355,7735	505,3063	898	" "	506	672,5246	188,5552
Stat	" "	0	357,7841	503,2957	899	" "	1151	649,9385	211,1413
860	" "	184	357,8184	503,2614	900	" "	3235	585,5883	275,4915
861	" "	916	365,4671	495,6127	901	" "	36	583,9484	277,1314
862	" "	1457	380,0371	481,0427	902	Heigenbrücken	1093	585,5544	275,5254
863	" "	1941	393,4456	467,6342	903	" "	136	583,9607	277,1191
864	" "	1115	403,2645	457,8153	Stat	" "	0	585,5530	275,5268
865	" "	1019	414,6747	446,4051	904	" "	4227	606,9286	254,1512
866	" "	1185	426,0336	435,0462	905	" "	5459	636,7604	224,3194
867	" "	1218	431,0447	430,0351	906	" "	4100	659,4980	201,5818

Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meeres-höhe	Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meeres-höhe
907	Partenstein	360	660,7044	200,3754	⊙943	Würzburg	664	666,9735	194,1063
Stat	„ „	0	660,7030	200,3768	944	„ „	420	671,9300	189,1498
908	„ „	3178	678,4566	182,6232	945	„ „	2999	641,1622	219,9176
909	„ „	1682	686,7437	174,3361	⊙946	„ „	0	639,6498	221,4300
910	„ „	1349	693,2089	167,8709	947	„ „	2079	623,7457	237,3341
911	Lohr	196	692,4667	168,6131	948	Rottendorf	1194	614,2937	246,7861
⊙912	„ „	0	691,8771	169,2027	Stat	„ „	0	614,2923	246,7875
Stat	„ „	0	693,2075	167,8723	949	„ „	4387	594,7544	266,3254
913	„ „	1491	698,6713	162,4085	950	„ „	3030	584,2173	276,8626
914	„ „	5500	703,9881	157,0917	951	„ „	904	582,4477	278,6321
915	„ „	5558	701,1470	159,9328	952	Seligenstadt	1132	580,6275	280,4523
916	Gemünden	795	701,6907	159,3891	Stat	„ „	0	580,6261	280,4537
⊙917	„ „	68	699,8151	161,2647	953	„ „	3275	594,0378	267,0420
Stat	„ „	0	701,6893	159,3905	954	Bergtheim	2187	589,8818	271,1980
918	Wernfeld	3847	700,7692	160,3106	⊙955	„ „	0	588,4536	272,6262
Stat	„ „	0	700,1400	160,9398	Stat	„ „	0	590,5804	270,4994
919	„ „	325	701,1096	159,9702	956	„ „	1258	590,2790	270,8008
920	„ „	1185	700,4540	160,6258	957	Essleben	4444	603,5111	257,5687
921	„ „	1607	699,4193	161,6605	958	„ „	804	604,5266	256,5532
922	„ „	1986	699,8417	161,2381	959	Weigolshausen	2692	613,1447	247,9351
923	„ „	2646	698,5290	162,5508	⊙960	„ „	0	611,7290	249,3508
924	Karlstadt	2154	695,3605	165,7193	Stat	„ „	0	613,7133	247,3665
⊙925	„ „	0	693,9641	167,1157	961	Bergtheim	5364	630,6451	230,4347
Stat	„ „	0	696,2265	164,8533	Stat	„ „	0	627,4437	233,6361
926	„ „	353	696,2279	164,8519	962	„ „	1084	631,6782	229,4016
927	„ „	6173	693,4543	167,6255	963	„ „	2674	640,5635	220,5163
928	„ „	484	693,2527	167,8271	964	„ „	975	644,5218	216,5580
929	Retzbach	65	691,0275	170,0523	965	„ „	2519	648,0621	213,0177
⊙930	„ „	0	689,8147	171,2651	966	„ „	559	650,8377	210,2421
Stat	„ „	0	693,6013	167,4785	967	Schweinfurt	98	650,8259	210,2539
931	„ „	776	694,0133	167,0665	⊙968	„ „	71	649,4164	211,6634
932	„ „	1604	694,1524	166,9274	Stat	„ „	0	650,8245	210,2553
933	Thüngersheim	1268	693,6444	167,4354	969	„ „	1258	649,4123	211,6675
Stat	„ „	0	693,6430	167,4368	970	„ „	2747	647,5235	213,5563
934	„ „	2170	692,8374	168,2424	⊙971	Schonungen	1463	645,3832	215,6966
935	„ „	2607	688,2200	172,8598	Stat	„ „	0	647,4818	213,5980
936	Veitshöchheim	1145	683,0234	178,0564	972	„ „	212	647,3331	213,7467
Stat	„ „	0	683,0220	178,0578	973	„ „	3323	645,8304	215,2494
937	„ „	1999	685,3009	175,7789	974	Gädheim	2096	643,7468	217,3330
938	„ „	1543	688,1865	172,8933	⊙975	„ „	0	642,5605	218,5193
939	„ „	1896	688,3647	172,7151	Stat	„ „	0	644,7154	216,3644
940	Würzburg	1283	680,6711	180,4087	976	„ „	4165	643,2006	217,8792
⊙941	„ „	219	678,4728	182,6070	977	Obertheres	2239	642,7097	218,3701
Stat	„ „	0	680,6697	180,4101	Stat	„ „	0	642,6483	218,4315
942	„ „	1184	675,4940	185,5858	978	„ „	3284	641,7424	219,3374

Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meereshöhe	Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meereshöhe
979	Obertheres	1085	639,8061	221,2737	1014	Zorneding	1671	303,6157	557,4641
⊙980	Hassfurt	813	638,6769	222,4029	⊙1015	Kirchseeon	2908	299,0219	562,0579
Stat	" "	0	640,0555	221,0243	Stat	" "	0	301,2436	559,8362
981	" "	324	640,0716	221,0082	1016	" "	2780	310,4034	550,6764
982	" "	6152	637,3868	223,6930	⊙1017	Grafring	2328	317,3008	543,7790
983	Zeil	410	636,5616	224,5182	Stat	" "	0	319,4289	541,6509
⊙984	" "	0	635,0293	226,0505	1018	" "	316	319,4001	541,6797
Stat	" "	0	637,1602	223,9196	1019	" "	1365	326,3337	534,7461
985	" "	1086	635,8931	225,1867	1020	" "	2570	338,9487	522,1311
986	Ebelsbach	4700	633,0855	227,9943	1021	" "	1388	345,7777	515,3021
Stat	" "	0	633,0841	227,9957	⊙1022	Assling	1820	350,8323	510,2475
987	" "	100	633,1862	227,8936	Stat	" "	0	352,9999	508,0799
988	" "	3591	633,2000	227,8798	1023	" "	3309	368,5117	492,5681
989	Staffelbach	3654	629,0908	231,9890	⊙1024	Ostermünchen	3263	357,0686	504,0112
Stat	" "	0	629,0494	232,0304	Stat	" "	0	359,1847	501,8951
990	" "	4143	626,3977	234,6821	1025	" "	6881	391,6822	469,3976
991	Oberhaid	873	626,3046	234,7752	⊙1026	Karolinenfeld	560	390,4602	470,6196
Stat	" "	0	626,2432	234,8366	Stat	" "	0	392,5598	468,5200
992	" "	1714	625,5159	235,5639	1027	" "	1097	397,1288	463,9510
993	" "	1791	620,6515	240,4283	1028	Rosenheim	1005	402,2113	458,8685
994	Bamberg	2162	623,7665	237,3133	1029	München	985	339,3243	521,7555
995	München	1151	332,0286	529,0512	1030	" "	1772	345,8601	515,2197
996	Thalkirchen	1845	337,1743	523,9055	1031	" "	921	348,2878	512,7920
Stat	" "	0	337,6292	523,4506	1032	" "	4765	366,0167	495,0631
997	" "	32	337,1629	523,9169	⊙1033	Feldmoching	357	364,3929	496,6869
998	" "	680	337,4065	523,6733	Stat	" "	0	366,2687	494,8111
999	" "	182	337,4062	523,6736	1034	" "	2380	374,4929	486,5869
1000	" "	1544	335,9235	525,1563	⊙1035	Schleissheim	1684	376,0363	485,0435
1001	Haidhausen	2101	330,1141	530,9657	Stat	" "	0	378,0644	483,0154
1002	" "	269	330,1146	530,9652	1036	" "	2462	384,8481	476,2317
⊙1003	" "	0	328,4002	532,6796	1037	" "	1806	390,0216	471,0582
Stat	" "	0	330,1803	530,8995	⊙1038	Lohhof	612	388,7594	472,3204
1004	" "	1107	331,6852	529,3946	Stat	" "	0	390,7602	470,3196
1005	" "	2011	336,0764	525,0034	1039	" "	3753	397,1170	463,9628
⊙1006	Trudering	1249	332,2841	528,7957	1040	" "	2342	399,6794	461,4004
Stat	" "	0	334,4811	526,5987	⊙1041	Neufahrn	865	397,9575	463,1223
1007	" "	945	331,7364	529,3434	Stat	" "	0	399,9296	461,1502
1008	" "	3291	323,5916	537,4882	1042	" "	2646	405,0994	455,9804
⊙1009	Haar	1199	318,2331	542,8467	1043	" "	3074	408,8708	452,2090
Stat	" "	0	320,4585	540,6213	1044	" "	2993	414,0729	447,0069
1010	" "	1396	317,3296	543,7502	⊙1045	Freising	1530	413,7553	447,3245
1011	" "	4084	312,0705	549,0093	Stat	" "	0	415,8060	445,2738
1012	" "	2197	303,8581	557,2217	1046	" "	341	415,8374	445,2424
⊙1013	Zorneding	288	302,1020	558,9778	1047	" "	2185	421,8925	439,1873
Stat	" "	0	304,1177	556,9621	1048	" "	3872	425,0584	436,0214

Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meeres-höhe	Punkt Nr	Ort	Ah-stand	Verbess. Cote	Meeres-höhe
⊙1049	Langenbach	3355	431,0507	430,0291	Stat	Laberweinting	0	492,7405	368,3393
Stat	" "	0	433,2465	427,8333	1086	" "	313	492,7358	368,3440
1050	" "	2828	440,2483	420,8315	1087	" "	2990	501,8883	359,1915
1051	" "	865	440,6327	420,4471	1088	Geiselhöring	2968	502,5903	358,4895
1052	" "	3196	447,2618	413,8180	⊙1089	" "	119	500,5789	360,5009
1053	Moosburg	384	446,9128	414,1670	Stat	" "	0	502,5273	358,5525
Stat	" "	0	446,8814	414,1984	1090	" "	1797	510,0750	351,0048
1054	" "	2498	447,9262	413,1536	1091	" "	6715	518,5661	342,5137
1055	" "	3519	454,7463	406,3335	⊙1092	Sünching	516	516,6848	344,3950
⊙1056	Bruckberg	377	453,1868	407,8930	Stat	" "	0	518,7340	342,3458
Stat	" "	0	454,7470	406,3328	1093	" "	1124	514,1617	346,9181
1057	" "	40	454,4316	406,6482	1094	Taimering	3440	519,6120	341,4678
1058	" "	1349	458,5567	402,5231	Stat	" "	0	519,4522	341,6276
1059	" "	2243	460,4563	400,6235	1095	Moosham	3349	518,5837	342,4961
1060	" "	1096	462,5976	398,4822	⊙1096	" "	38	516,8443	344,2355
1061	" "	2240	464,4503	396,6295	Stat	" "	0	518,9660	342,1138
1062	" "	2783	468,1990	392,8808	1097	" "	1745	522,4745	338,6053
1063	" "	792	468,9749	392,1049	1098	Mangolding	2820	512,3291	339,7507
1064	" "	1281	470,6845	390,3953	Stat	" "	0	521,2978	339,7820
⊙1065	Landshut	1228	469,1978	391,8820	1099	" "	2778	522,5091	338,5707
Stat	" "	0	470,8055	390,2743	1100	" "	1399	519,2931	341,7867
1066	" "	69	470,7659	390,3139	⊙1101	Obertraubling	102	517,1671	343,9127
1067	" "	2217	466,8759	394,2039	Stat	" "	0	519,2888	341,7910
1068	" "	1340	463,7378	397,3420	1102	" "	3339	524,2084	336,8714
1069	" "	3285	444,5235	416,5563	1103	" "	2790	527,5190	333,5608
⊙1070	Mirskofen	547	442,6743	418,4055	1104	" "	1267	522,6219	338,4579
Stat	" "	0	444,2875	416,7923	1105	Regensburg	447	521,8258	339,2540
1071	" "	1512	434,4242	426,6556	⊙1106	" "	0	520,1852	340,8946
1072	" "	1166	426,2783	434,8015	Stat	" "	0	522,0196	339,0602
1073	" "	4310	418,7953	442,2845	1107	" "	1637	524,0345	337,0453
1074	" "	752	424,8738	436,2060	1108	" "	258	524,0702	337,0096
1075	" "	1309	434,0445	427,0353	1109	Walhallastrasse	597	526,1170	334,9628
⊙1076	Ergoldsbach	1642	439,1654	421,9144	Stat	" "	0	526,0860	334,9938
Stat	" "	0	441,2923	419,7875	1110	Wutzelhofen	3160	517,9898	343,0900
1077	" "	2022	450,9540	410,1258	1111	" "	1583	517,7347	343,3451
1078	" "	842	453,8716	407,2082	1112	" "	3885	517,4516	343,6282
1079	Neufahrn	1909	457,4396	403,6402	1113	" "	1335	516,5726	344,5072
Stat	" "	0	457,4288	403,6510	1114	Regenstauf	979	518,3782	342,7016
1080	" "	4345	470,9500	390,1298	⊙1115	" "	0	516,8776	344,2022
⊙1081	Niederlindhardt	396	468,8405	392,2393	Stat	" "	0	518,6766	342,4032
Stat	" "	0	471,0887	389,9911	1116	" "	475	519,7734	341,3064
1082	" "	1986	479,1696	381,9102	1117	" "	1928	514,6207	346,4591
1083	" "	2567	486,8427	374,2371	1118	" "	4407	492,9285	368,1513
1084	Laberweinting	2347	492,3891	368,6907	1119	Ponholz	2114	483,1029	377,9769
⊙1085	" "	0	490,8070	370,2728	⊙1120	" "	25	481,2581	379,8217

Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meeres-höhe	Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meeres-höhe
Stat	Ponholz	0	483,4474	377,6324	⊙1157	Luhe	121	470,0004	391,0794
1121	" "	1796	474,9489	386,1309	Stat	" "	0	472,9653	388,1145
1122	" "	1291	471,4427	389,6371	1158	" "	1133	475,1062	385,9736
⊙1123	Haidhof	89	469,4306	391,6492	1159	Rottenstadt	2515	469,8503	391,2295
Stat	" "	0	471,5431	389,5367	Stat	" "	0	469,8226	391,2572
1124	" "	1463	478,9696	382,1102	1160	" "	1598	464,5622	396,5176
1125	" "	2454	489,9437	371,1361	1161	Weiden	2186	465,1068	395,9730
1126	" "	2270	501,4568	359,6230	1162	Regensburg	1881	520,1642	340,9156
1127	Klardorf	2743	507,0565	354,0233	⊙1163	Prüfening	1890	511,5810	349,4988
⊙1128	" "	82	505,5088	355,5710	Stat	" "	0	513,9959	347,0839
Stat	" "	0	507,0174	354,0624	1164	" "	1311	510,2085	350,8713
1129	" "	1810	506,3217	354,7581	1165	" "	291	509,6923	351,3875
1130	" "	3054	504,8374	356,2424	1166	Etterzhausen	4393	467,9674	393,1124
1131	Schwandorf	1668	502,3780	358,7018	⊙1167	" "	34	466,4909	394,5889
⊙1132	" "	0	500,9143	360,1655	Stat	" "	0	467,7899	393,2899
Stat	" "	0	502,8678	358,2120	1168	" "	1508	452,9013	408,1785
1133	" "	534	502,1590	358,9208	1169	Eichhofen	1402	442,7345	418,3453
1134	" "	2978	499,9427	361,1371	⊙1170	" "	21	441,0433	420,0360
1135	Irrenlohe	763	498,5414	362,5384	Stat	" "	0	443,0895	417,9903
⊙1136	" "	65	496,8288	364,2510	1171	" "	593	441,4338	419,6460
Stat	" "	0	498,7333	362,3465	1172	" "	2258	428,1742	432,9056
1137	" "	2063	497,7771	363,3027	1173	" "	1409	422,5571	438,5227
1138	" "	752	497,6236	363,4562	1174	" "	1162	425,5343	435,5455
1139	Schwarzenfeld	1316	494,7845	366,2953	1175	" "	1391	425,0662	436,0136
Stat	" "	0	494,7555	366,3243	⊙1176	Laaber	186	422,8686	438,2112
1140	" "	1194	496,5304	364,5494	Stat	" "	0	424,9850	436,0948
1141	" "	1043	494,6687	366,4111	1177	" "	107	425,0184	436,0614
1142	" "	750	495,6733	365,4065	1178	" "	1440	418,3953	442,6845
1143	" "	2592	494,3357	366,7441	1179	" "	1360	410,7550	450,3248
1144	Naabburg	1849	493,6734	367,4064	1180	" "	2023	405,6928	455,3870
⊙1145	" "	81	491,5850	369,4948	1181	" "	850	408,0002	453,0796
Stat	" "	0	493,6247	367,4551	1182	" "	186	408,0639	453,0159
1146	" "	461	492,8416	368,2382	⊙1183	Beratzhausen	711	404,8427	456,2371
1147	" "	3086	491,5815	369,4983	Stat	" "	0	406,9114	454,1684
1148	Pfreimt	1065	490,1025	370,9773	1184	Mausheim	4543	391,6016	469,4782
Stat	" "	0	490,0785	371,0013	Stat	" "	0	392,3279	468,7519
1149	" "	1051	487,2090	373,8708	1185	" "	5047	367,2726	493,8072
1150	" "	4095	485,2230	375,8568	1186	Parsberg	773	363,8317	497,2481
1151	Wernberg	1486	479,9670	381,1128	⊙1187	" "	114	361,4680	499,6118
⊙1152	" "	49	478,2187	382,8611	Stat	" "	0	363,7968	497,2830
Stat	" "	0	480,3585	380,7213	1188	" "	309	363,0984	497,9814
1153	" "	91	480,3867	380,6931	1189	" "	3793	368,5287	492,5511
1154	" "	3095	481,2737	379,8061	1190	Seubersdorf	3216	349,7033	511,3765
1155	" "	3180	479,4426	381,6372	⊙1191	" "	37	347,8341	513,2457
1156	" "	2103	473,4516	387,6282	Stat	" "	0	350,0021	511,0777

Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meeres-höhe	Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meeres-höhe
1192	Seubersdorf	1349	344,4299	516,6499	⊙1232	Dutzendteich	74	539,9227	321,1571
1193	" "	1167	342,6326	518,4772	Stat	" "	0	542,2248	318,8550
1194	" "	1785	345,5467	515,5331	1233	Nürnberg	1840	548,7369	312,3429
1195	" "	1073	353,3885	507,6913	1234	Geiselhöring	2955	508,8865	352,1933
1196	" "	1835	365,6077	495,4721	1235	" "	2813	515,1965	345,8833
1197	" "	1077	372,6824	488,3974	1236	" "	3240	517,5788	343,5010
1198	" "	314	372,8049	488,2749	1237	" "	2206	525,9380	335,1418
1199	Deining	1369	376,6019	484,4779	1238	" "	4014	535,4189	325,6609
⊙1200	" "	93	374,5202	486,5596	⊙1239	Straubing	392	533,3316	327,7482
Stat	" "	0	356,5651	504,5147	Stat	" "	0	535,4856	325,5942
1201	" "	1656	386,8662	474,2136	1240	" "	389	535,1136	325,9662
1202	" "	1196	393,8991	467,1807	1241	" "	4320	531,5178	329,5620
1203	" "	1458	403,6085	457,4713	1242	" "	2217	531,2099	329,8699
1204	" "	2630	420,8500	440,2298	1243	" "	1925	532,7183	328,3615
1205	" "	1485	429,9977	431,0821	1244	" "	1985	535,2267	325,8531
1206	" "	1453	433,7802	427,2996	⊙1245	Strasskirchen	1087	533,3867	327,6931
1207	Neumarkt i/O	575	433,7833	427,2965	Stat	" "	0	535,3086	325,7712
1208	" "	86	433,2154	427,8644	1246	" "	422	534,9958	326,0840
⊙1209	" "	0	431,5951	429,4847	1247	" "	2696	534,7605	326,3193
Stat	" "	0	433,7454	427,3344	1248	" "	4716	535,1065	325,9733
1210	" "	820	436,2597	424,8201	1249	" "	3067	535,3460	325,7338
1211	" "	1790	428,6265	432,4533	1250	Plattling	1624	540,9000	320,1798
1212	" "	2163	414,3382	446,7416	1251	" "	368	540,3467	320,7331
1213	" "	2245	399,5606	461,5192	⊙1252	" "	0	538,6242	322,4556
1214	" "	1465	401,4158	459,6640	Stat	" "	0	539,4783	321,6015
1215	Postbauer	487	402,0532	459,0266	1253	" "	1189	538,2654	322,8144
⊙1216	" "	87	400,0197	461,0601	⊙1254	" "	0	537,3999	323,6799
Stat	" "	0	402,0143	459,0655	1255	" "	177	538,2782	322,8016
1217	" "	2593	420,0752	441,0046	1256	" "	3697	541,9026	319,1772
1218	" "	1937	440,2189	420,8609	1257	" "	4719	543,4639	317,6159
1219	" "	764	447,6716	413,4082	1258	" "	1681	545,5391	315,5407
1220	" "	2867	475,2598	385,8200	1259	" "	2219	544,3590	316,7208
1221	" "	1381	489,0015	372,0783	⊙1260	Osterhofen	1111	543,0091	318,0707
⊙1222	Ochenbruck	900	488,1944	372,8854	Stat	" "	0	544,1200	316,9598
Stat	" "	0	490,3349	370,7449	1261	" "	1954	549,1728	311,9070
1223	" "	1183	487,3239	373,7559	1262	" "	6342	550,2156	310,8642
1224	" "	2017	496,0380	365,0418	1263	" "	1976	553,8425	307,2373
1225	" "	548	494,3971	366,6827	1264	" "	2009	553,8339	307,2459
⊙1226	Feucht	454	491,6956	369,3842	1265	" "	2787	547,7235	313,3563
Stat	" "	0	493,9893	367,0905	1266	Vilshofen	416	547,3890	313,6908
1227	" "	2211	503,1494	357,9304	⊙1267	" "	0	545,6158	315,4640
1228	" "	1764	517,0982	343,9816	Stat	" "	0	547,9713	313,1085
1229	" "	2300	528,5422	332,5376	1268	" "	958	552,3769	308,7029
1230	" "	1811	540,4178	320,6620	1269	" "	1969	552,1853	308,8945
1231	Dutzendteich	793	541,8495	319,2303	1270	Sandbach	3649	557,0265	304,0533

Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meeres-höhe	Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meeres-höhe
Stat	Sandbach	0	557,0025	304,0773	⊙1309	Mühdorf	0	447,8615	413,2183
1271	" "	2852	550,9445	310,1353	Stat	" "	0	450,3106	410,7692
⊙1272	" "	3233	555,6536	305,4262	1310	" "	602	450,0539	411,0259
1273	Schalding	2056	559,4780	301,6018	1311	" "	5228	444,7374	416,3424
Stat	" "	0	559,4545	301,6253	⊙1312	Ampfing	2298	440,4095	420,6703
1274	" "	900	557,6109	303,4689	Stat	" "	0	442,7544	418,3254
1275	" "	2922	559,9861	301,0937	1313	" "	331	442,4976	418,5822
1276	" "	1081	560,3131	300,7667	1314	" "	2950	437,4276	423,6522
1277	" "	1119	559,2575	301,8223	1315	Weidenbach	1684	436,5973	424,4825
1278	Passau	661	559,0908	301,9890	Stat	" "	0	436,5626	424,5172
⊙1279	" "	0	557,3533	303,7265	1316	" "	4126	432,0096	429,0702
Stat	" "	0	559,5203	301,5595	1317	" "	2898	428,9415	432,1383
1280	" "	797	558,5074	302,5724	1318	Schwindegg	757	427,3252	433,7546
1281	" "	130	558,2839	302,7959	⊙1319	" "	0	425,7744	435,3054
⊙1282	" "	0	556,1318	304,9480	Stat	" "	0	428,5805	432,4993
1283	" "	238	557,6899	303,3899	1320	Dorfen	6575	412,6544	448,4254
1284	" "	582	555,9415	305,1383	⊙1321	" "	282	410,3541	450,7257
1285	" "	1267	568,5504	292,5294	Stat	" "	0	412,9509	448,1289
⊙1286	" "	32	564,0489	297,0309	1322	" "	2188	411,4056	449,6742
1287	" "	1118	568,7251	292,0547	1323	" "	1966	408,6356	452,4442
1288	" "	926	565,7041	295,3757	1324	" "	2939	393,8635	467,2163
1289	" "	166	560,4607	300,6191	1325	" "	5520	367,0019	494,0779
⊙1290	" "	42	559,7351	301,3447	⊙1326	Walpertskirchen	2241	364,7465	496,3333
⊙1291	Simbach	0	510,9703	350,1095	Stat	" "	0	366,7200	494,3598
Stat	" "	0	513,6966	347,3832	1327	Hörlkofen	2615	356,4745	504,6053
1292	" "	0	512,9423	348,1375	Stat	" "	0	356,6425	504,4373
1293	" "	431	513,7353	347,3445	1328	" "	1110	356,6370	504,4428
1294	" "	1978	504,4601	356,6197	1329	" "	2788	359,9181	501,1617
1295	" "	767	500,5487	360,5311	1330	" "	2495	363,0977	497,9821
1296	" "	2329	493,2698	367,8100	1331	Schwaben	1935	353,5823	507,4975
1297	" "	3767	486,2451	374,8347	⊙1332	" "	261	351,4282	509,6516
1298	Marktl	3768	491,7089	369,3709	Stat	" "	0	353,8109	507,2689
⊙1299	" "	0	489,8692	371,2106	1333	Poing	4520	345,2765	515,8033
Stat	" "	0	492,0715	369,0083	Stat	" "	0	345,7100	515,3698
1300	" "	3348	500,8147	360,2651	1334	Feldkirchen	5982	338,0577	523,0221
1301	Perach	4058	497,5595	363,5203	⊙1335	" "	382	335,9562	525,1236
Stat	" "	0	498,0500	363,0298	Stat	" "	0	338,3421	522,7377
1302	" "	3763	493,9737	367,1061	1336	Riem	3636	340,6758	520,4040
⊙1303	Neu-Oetting	1937	489,8037	371,2761	Stat	" "	0	340,5856	520,4942
Stat	" "	0	491,8070	369,2728	1337	Haidhausen	2804	339,3562	521,7236
1304	" "	516	491,5107	369,5691	1338	Oberföhring	4300	343,1015	512,9783
1305	" "	4875	468,5410	392,5388	1339	" "	0	347,7047	513,3751
1306	" "	3369	461,2110	399,8688	1340	" "	0	347,6938	513,3860
1307	Mühdorf	3909	450,3463	410,7335	1341	" "	141	348,0990	512,9808
1308	" "	240	449,6794	411,4004	1342	Basis-Anfang	0	347,7035	513,3763

Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meeres-höhe	Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meeres-höhe
1343	Bogenhausen	3756	333,3586	527,7212	1387	Tutting	1539	522,5223	338,5575
1344	" "	35	333,3605	527,7193	1388	" "	1492	525,4244	335,6554
1345	" "	57	332,3250	528,7548	1389	" "	3489	533,0270	328,0528
1346	" "	81	324,7736	536,3062	1390	Poking	2673	537,7196	323,3602
1347	" "	4156	361,5906	499,4892	⊙1391	" "	0	536,8012	324,2786
1348	" "	5594	385,7227	475,3571	1392	" "	407	538,5096	322,5702
1349	Aufkirchen	4812	374,1369	486,9429	1393	" "	2393	543,6695	317,4103
1350	" "	0	373,7087	487,3711	1394	Mittich	6332	554,6425	306,4373
1351	Basis-Ende	0	373,6879	487,3919	1395	" "	643	551,1143	309,9655
⊙1352	Salzburg	0	435,8660	425,2138	1396	Neuhaus a/Inn	1518	553,4798	307,6000
Stat	" "	0	437,8745	423,2053	1397	Schärding	1435	552,4158	308,6640
1353	" "	296	437,9088	423,1710	⊙1398	" "	917	545,0125	316,0673
1354	" "	1456	437,5282	423,5516	Stat	" "	0	546,6295	314,4503
1355	" "	395	434,9859	426,0939	1399	" "	352	546,6716	314,4082
1356	" "	1247	427,9439	433,1359	1400	" "	2623	545,3460	315,7338
1357	" "	599	432,8185	428,2613	1401	Wernstein	2334	546,0401	315,0397
1358	" "	1130	439,7032	421,3766	Stat	" "	0	546,0717	315,0081
1359	" "	1208	440,0377	421,0421	1402	Passau	4211	553,5047	307,5751
1360	" "	1293	435,5727	425,5071	1403	Neu-Ulm	907	388,0537	473,0261
1361	" "	2298	426,9586	434,1212	1404	Ulm	591	383,2663	477,8135
1362	" "	4172	406,4273	454,6525	⊙1405	" "	0	382,5364	478,5434
⊙1363	" "	1825	399,9764	461,1034	1406	Oberkotzau	54	375,5570	485,5228
1364	" "	1527	393,5271	467,5527	1407	" "	397	376,1668	484,9130
1365	Schellenberg	995	385,6091	475,4707	1408	" "	124	376,4544	484,6254
1366	" "	814	381,1295	479,9503	1409	Eger	1047	397,2986	463,7812
1367	" "	2159	368,3300	492,7498	1410	" "	1027	397,3282	463,7516
1368	" "	2884	344,0031	517,0767	1411	" "	1205	414,2582	446,8216
⊙1369	Berchtesgaden	0	329,3165	531,7633	1412	" "	109	414,2327	446,8471
1370	" "	2547	331,1478	529,9320	1413	Neuenmarkt	234	313,4630	547,6168
⊙1371	" "	2190	321,4657	539,6141	1414	" "	311	310,1667	550,9131
1372	" "	96	320,7605	540,3193	1415	Kulmbach	653	554,8424	306,2374
1373	" "	904	310,8362	550,2436	1416	Lichtenfels	591	589,9937	271,0861
⊙1374	" "	0	309,1873	551,8925	1417	Bamberg	699	620,5101	240,5697
1375	Unterstein	1959	288,2834	572,7964	1418	" "	117	620,4984	240,5814
1376	Königssee	2004	259,2775	601,8023	1419	" "	1140	622,3356	238,7442
1377	" "	0	259,2728	601,8070	1420	" "	547	600,7698	260,3100
1378	Prien	1500	339,9429	521,1369	1421	" "	428	621,1073	239,9725
1379	" "	254	342,2376	518,8422	1422	" "	257	621,0648	240,0150
⊙1380	" "	0	340,8546	520,2252	1423	Schweinfurt	733	642,8057	218,2741
1381	Simbach	3071	499,6866	361,3932	1424	" "	235	637,0998	223,9800
1382	" "	899	522,5975	338,4823	1425	Würzburg	608	685,6919	175,3879
1383	Ering	2368	507,1349	353,9449	1426	" "	666	681,0569	180,0229
1384	" "	3076	519,8159	341,2639	1427	" "	130	680,6537	180,4261
1385	Malching	3988	517,3821	343,6977	1428	Aschaffenburg	533	731,9006	129,1792
1386	" "	4842	522,4967	338,5831	1429	" "	302	732,6186	128,4612

Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meereshöhe	Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meereshöhe
1430	Aschaffenburg	903	729,8262	131,2536	⊙1474	Schafflach	204	101,6584	759,4214
1431	" "	102	729,7123	131,3675	Stat	" "	0	104,0651	757,0147
1432	" "	294	729,3416	131,7382	1475	" "	2942	128,1109	732,9689
1433	Bruck	1218	581,7544	279,3254	1476	Reigersbeuern	1961	142,1743	718,9055
1434	Nürnberg	1347	553,8667	307,2131	Stat	" "	0	142,5116	718,5682
1435	" "	681	556,5695	304,5103	1477	" "	3575	160,1576	700,9222
1436	" "	1347	554,7844	306,2954	1478	Tölz	1930	174,7270	686,3528
1437	" "	49	552,4466	308,6332	1479	" "	275	174,3745	686,7053
1438	Neumarkt i/O	49	437,2600	423,8198	⊙1480	" "	0	176,6948	684,3850
1439	Regensburg	1045	520,4199	340,6599	Stat	" "	0	174,8621	686,2177
1440	" "	337	523,1360	337,9438	1481	" "	1157	211,8742	649,2056
1441	Landshut	549	469,5996	391,4802	1482	" "	576	206,5236	654,5562
1442	" "	655	468,5160	392,5638	1483	" "	1578	187,4848	673,5950
1443	Geiselhöring	913	506,0833	354,9965	1484	" "	5023	155,7830	705,2968
1444	Plattling	345	540,5015	320,5783	1485	" "	1561	190,4486	670,6312
1445	" "	393	539,6762	321,4036	1486	Ober-Enzenau	446	196,8714	664,2084
1446	" "	504	538,6917	322,3881	1487	" "	2950	227,9848	633,0950
⊙1447	" "	0	536,9692	324,1106	1488	" "	397	242,2762	618,8036
1448	Holzkirchen	1119	170,4097	690,6701	1489	" "	2338	251,6126	609,4672
1449	Rosenheim	281	415,5779	445,5019	⊙1490	Penzberg	2849	256,0342	605,0456
1450	" "	2391	413,7545	447,3253	Stat	" "	0	258,0045	603,0753
1451	" "	624	412,5536	448,5262	1491	" "	276	258,0497	603,0301
⊙1452	" "	0	410,8626	450,2172	1492	Staltach	3719	258,8265	602,2533
1453	Kiefersfelden	319	381,8115	479,2683	Stat	" "	0	263,0186	598,0612
1454	" "	188	375,7432	485,3366	1493	" "	4855	269,1962	591,8836
1455	Nördlingen	964	427,9133	433,1665	1494	Seeshaupt	2418	260,8826	600,1972
1456	" "	59	426,9225	434,1573	1495	" "	152	260,7682	600,3116
1457	Donauwörth	1510	456,6460	404,4338	⊙1496	" "	0	259,0619	602,0179
⊙1458	" "	0	454,9592	406,1206	Stat	" "	0	260,8335	600,2463
1459	Augsburg	680	371,2446	489,8352	1497	" "	1657	270,6514	590,4284
⊙1460	" "	0	370,5409	490,5389	1498	" "	3634	237,1260	623,9538
1461	" "	419	374,3195	486,7603	1499	Bernried	984	229,4537	631,6261
1462	" "	33	374,9380	486,1418	Stat	" "	0	229,4030	631,6768
1463	" "	990	366,6437	494,4361	1500	" "	2657	250,2334	610,8464
1464	Buchloe	1147	243,1295	617,9503	1501	" "	1744	242,8643	618,2155
⊙1465	" "	0	241,2434	619,8364	1502	Tutzing	2399	249,4804	611,5994
1466	" "	1719	235,0207	626,0591	⊙1503	" "	0	247,7756	613,3042
1467	Kempten	809	166,0101	695,0697	Stat	" "	0	249,8767	611,2031
1468	" "	20	188,2700	672,8098	1504	" "	6539	274,0426	587,0372
1469	" "	422	197,1143	663,9655	1505	Wilshofen	579	277,8392	583,2406
1470	Oberstauen	353	70,3157	790,7641	Stat	" "	0	278,1845	582,8953
1471	Holzkirchen	1555	177,7225	683,3573	1506	" "	2030	297,0485	564,0313
1472	Oberwarngau	4517	145,8442	715,2356	1507	Weilheim	2519	299,1945	561,8853
Stat	" "	0	146,0305	715,0493	⊙1508	" "	0	297,4794	563,6004
1473	Schafflach	4493	103,7717	757,3081	Stat	" "	0	299,7482	561,3316

Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meeres-höhe	Punkt Nr	Ort	Abstand	Verbess. Cote	Meeres-höhe
1509	Weilheim	2094	300,4792	560,6006	1533	Krottenhill	1443	43,2295	817,8503
1510	Unterpeissenberg	4357	262,9712	598,1086	1534	Ob	2626	80,1166	780,9632
⊙1511	" "	0	261,2085	599,8713	1535	" "	1706	98,4523	762,6275
Stat	" "	0	263,0027	598,0771	1536	" "	1284	104,3347	756,7451
1512	" "	1473	268,5433	592,5365	1537	Bertoldshofen	747	147,7433	713,3365
1513	" "	1812	150,2961	710,7837	1538	" "	4097	153,7317	707,3481
1514	" "	768	100,4187	760,6611	1539	Biesenhofen	2083	160,3690	700,7108
1515	" "	336	97,8653	763,2145	⊙1540	" "	87	159,4716	701,6082
1516	" "	1256	112,3128	748,7670	Stat	" "	0	161,5244	699,5554
1517	" "	803	100,0921	760,9877	1541	" "	2383	170,0778	691,0020
1518	Hötten	1881	92,9523	768,1275	1542	" "	4127	147,7619	713,3179
1519	" "	1372	100,5678	760,5120	1543	Oberdorf	2493	131,8063	729,2735
1520	" "	2090	144,3427	716,7371	⊙1544	" "	0	130,1569	730,9229
1521	Peiting	2246	158,2488	702,8310	Stat	" "	0	132,4390	728,6408
1522	" "	2724	186,7773	674,3025	1545	Hohenpeissenberg	—	—126,7381	987,8179
1523	" "	792	185,6319	675,4479	1546	Bichel	2129	237,3126	623,7672
1524	Schongau	2615	173,4152	687,6646	1547	" "	3354	245,6540	615,4258
1525	" "	1316	133,9090	727,1708	1548	" "	1174	211,2928	649,7870
1526	" "	2737	113,7430	747,3368	1549	Kochel	2483	255,7154	605,3644
1527	Erbenschwang	2249	103,9507	757,1291	1550	" "	2634	256,5256	604,5542
1528	" "	1048	79,4640	781,6158	1551	" "	1078	256,1495	604,9303
1529	" "	995	40,2952	820,7846	1552	" "	1739	79,6360	781,4438
1530	" "	904	— 4,2196	865,2994	1553	" "	937	1,2137	859,8661
1531	Krottenhill	1182	—33,5732	894,6530	1554	Urfeld	159	15,3349	845,7449
1532	" "	1024	15,7371	845,3427	1555	Walchensee	1779	55,2456	805,8342

Hauptfixpunkte.

Punkt Nr	Ort	Verbess. Cote	Meeres-höhe	Punkt Nr	Ort	Verbess. Cote	Meeres-höhe
I	Hof	361,2273	499,8525	XIII	Aschaffenburg	728,0846	132,9952
II	Oberkotzau	376,8539	484,2259	XIV	" "	721,8358	139,2440
III	Eger	413,1607	447,9191	XV	Bruck	580,4141	280,6657
IV	Marktschorgast	385,9168	475,1630	XVI	Nürnberg	549,8204	311,2594
V	Bayreuth	521,4801	339,5997	XVII	" "	555,5214	305,5584
VI	Culmbach	553,6582	307,4216	XVIII	" "	553,3320	307,7478
VII	Lichtenfels	589,0858	271,9940	XIX	Gunzenhausen	443,0658	418,0140
VIII	Bamberg	599,7795	261,3003	XX	Neumarkt i/O	436,0527	425,0271
IX	" "	602,0871	258,9927	XXI	Regensburg	519,5417	341,5381
X	Schweinfurt	635,6425	225,4373	XXII	" "	518,7033	342,3765
XI	Würzburg	687,7675	173,3123	XXIII	" "	522,0546	339,0252
XII	" "	678,8068	182,2730	XXIV	Schwandorf	494,9299	366,1499

Punkt Nr	Ort	Verbess. Cote	Meeres-höhe	Punkt Nr	Ort	Verbess. Cote	Meeres-höhe
XXV	Weiden	463,3216	397,7582	LII	Berchtesgaden	329,3165	531,7633
XXVI	Landshut	468,6942	392,3856	LIII	" "	309,1873	551,8925
XXVII	" "	466,7215	394,3583	LIV	Königssee	259,2775	601,8023
XXVIII	Geiselhöring	505,3964	355,6834	LV	Nördlingen	427,2394	433,8404
XXIX	Plattling	539,7238	321,3560	LVI	Donauwörth	442,7093	418,3705
XXX	" "	537,3999	323,6799	LVII	Augsburg	369,4947	491,5851
XXXI	Sandbach	555,6536	305,4262	LVIII	" "	373,3847	487,6951
XXXII	Passau	564,0489	297,0309	LIX	" "	365,5421	495,5377
XXXIII	" "	556,1318	304,9480	LX	Ulm	382,5364	478,5434
XXXIV	" "	559,7351	301,3447	LXI	" "	383,9906	477,0892
XXXV	Neuhaus a/Inn	553,4798	307,6000	LXII	Buchloe	232,4026	628,6772
XXXVI	Poking	536,8012	324,2786	LXIII	Kempten	186,6479	674,4319
XXXVII	Mühldorf	476,2986	384,7812	LXIV	" "	194,5194	666,5604
XXXVIII	" "	478,1293	382,9505	LXV	Immenstadt	132,4042	728,6756
XXXIX	Aufkirchen	373,6879	487,3919	LXVI	Oberstaufen	68,4649	792,6149
XL	Bogenhausen	324,7736	536,3062	LXVII	" "	69,2120	791,8678
XLI	" "	332,3250	528,7548	LXVIII	Lindau	461,1567	399,9231
XLII	Oberföhring	347,6938	513,3860	LXIX	" "	464,6473	396,4325
XLIII	München	346,5009	514,5789	LXX	Bregenz	464,6142	396,4656
XLIII ^A	" "	346,6773	514,4025	LXXI	Fussach	465,0769	396,0029
XLIV	" "	342,0872	518,9926	LXXII	Rorschach	465,2010	395,8788
XLV	" "	341,9628	519,1170	LXXIII	Tölz	202,5597	658,5201
XLVI	Holzkirchen	169,0272	692,0526	LXXIV	Seeshaupt	264,3902	596,6896
XLVII	Rosenheim	413,8203	447,2595	LXXV	Schongau	149,5743	711,5055
XLVIII	Oberaudorf	357,3346	503,7452	LXXVI	Hohenpeissenberg	-128,4168	989,4966
XLIX	Kiefersfelden	374,4128	486,6670	LXXVII	Kochelsee	254,4345	606,6453
L	Stock bei Prien	340,8546	520,2252	LXXVIII	Walchensee	55,8192	805,2606
LI	Salzburg	435,8741	425,2057				

Berichtigungen.

Seite	7 (55)	Zeile	10	v. o. statt	„einem“	zu lesen	„zwei“	Hauptpunkte;
..	13 (61)	..	12	..	„1870“	..	„1878“;	
..	16 (64)	..	11	..	„192“	..	„102“;	
..	18 (66)	..	13	..	„dieser“	..	„der zweite“;	
..	20 (68)	..	2	..	—49	..	+49;	
..	29 (77)	..	6	v. u.	„LXXVII“	..	„LXXVIII“;	
..	46 (94)	..	11	..	„cm“	..	„m“;	
..	62 (110)	..	14	..	„Heimgarten“	..	„Herzogstand“;	
..	62 (110)	..	11	..	„2,5736“	..	„0,5736“;	
..	63 (111)	..	1	v. o.	„327,8579“	..	„327,8679“;	
..	63 (111)	..	16	v. u.	„409,6408“	..	„490,6408“;	
..	70 (118)	..	17	v. o.	„465,0759“	..	„465,0769“;	
..	72 (120)	..	9	..	„597,0453“	..	„597,6453“.	
..	72 (120)	..	8	v. u.	„346,6778“	..	„346,6773“;	
..	72 (120)	..	8	..	„514,4020“	..	„514,4025“;	
..	72 (120)	..	6	..	„518,8381“	..	„518,3381“;	

A n h a n g

betreffend die in den Abhandlungen der mathematisch-physicalischen Classe der K. Bayerischen Akademie der Wissenschaften vom Jahre 1876, Bd. XII, Abthlg. 3, Seite 128 u. ff. enthaltene und daraus besonders abgedruckte

„Bestimmung des geographischen Längenunterschieds zwischen Leipzig und München.“

Die geodätische Uebertragung des für das Polytechnikum in München und die Sternwarte zu Leipzig bestimmten Längenunterschieds auf die Sternwarte zu Bogenhausen erforderte bekanntlich eine unter ziemlich misslichen örtlichen Verhältnissen auszuführende Triangulation, deren Ergebnisse in der vorstehend bezeichneten Abhandlung auf Seite 186 (58) bis 193 (65) mitgetheilt sind.

Mehrere der damals von meinem Assistenten, Herrn Dr. J. H. Franke, bestimmten Dreieckspunkte wurden von demselben Geodäten in seiner Eigenschaft als Kataster-Trigonometrer in neuester Zeit wiederholt für die Aufnahme der Stadt München gegen die Coordinatenaxen der Bayerischen Landesvermessung festgelegt, wobei sich auffallenderweise ein erheblicher Unterschied zwischen den neuen und alten Coordinatenwerthen der Punkte $P_0 P_1 P_2 P_3 P_4$ ergab.

Die sofort von uns vorgenommene Untersuchung dieser Erscheinung zeigte bald dass der bemerkte Unterschied nicht in den Messungen sondern in der Anwendung eines falschen Reductionsfactors lag, indem Herr Franke bei der Verwandlung der in Bayerischen Ruthen gegebenen Coordinatenwerthe in Metermass nicht mit dem richtigen Factor sondern mit dessen reciprokem Werthe multiplicirt hat; ein Fehler, dessen auch ich mich bei der Revision der Rechnungen dadurch schuldig machte dass ich den Reductionsfactor nicht weiter prüfte.

Nach Beseitigung des bedauerlichen Fehlers weichen die aus zwei verschiedenen Bestimmungen berechneten Coordinaten der oben bezeichneten Punkte sehr wenig von einander ab; ich theile jedoch nur die der neuesten Triangulation entsprechenden Werthe mit, weil bei deren Berechnung der Ausgangspunkt auf der Attika des Polytechnikums nicht bloß unter günstigeren Bedingungen als früher, sondern auch mit Benützung der unterdessen verbesserten Coordinaten des für die erste Triangulation gegebenen Hilfspunkts P (Thurm der protestantischen Kirche) bestimmt werden konnte.

Die jetzigen in Meter ausgedrückten Coordinaten des Punktes A mit $x = + 1113,12$
 $y = + 357,60$ zu Grunde gelegt, ergeben sich in den geodätischen Rechnungen der
 Eingangs angezogenen „Bestimmung“ nun folgende Aenderungen:

Seite 189 (61): Coordinaten der 4 Beobachtungspfeiler:

$$\begin{aligned} P_1 \dots x &= + 1176,43 & y &= + 323,35 \\ P_2 \dots x &= + 1062,74 & y &= + 372,56 \\ P_3 \dots x &= + 1040,64 & y &= + 450,80 \\ P_4 \dots x &= + 1248,09 & y &= + 361,07. \end{aligned}$$

Seite 190 (62): Auf den wahren Meridian reducirte Coordinaten:

$$\begin{aligned} P_1 \dots x' &= + 1176,45 & y' &= + 323,27 \\ P_2 \dots x' &= + 1062,77 & y' &= + 372,49 \\ P_3 \dots x' &= + 1040,67 & y' &= + 450,73 \\ P_4 \dots x' &= + 1248,12 & y' &= + 360,98 \end{aligned}$$

von denen jedoch nur in Betracht kommt:

$$P_4 \text{ mit } x_4 = + 1248,12 \text{ und } y_4 = + 360,98$$

Seite 191 (63) $P_0 P_4 = 2903,16$ mit $\log = 3,4628715$

$$S P_4 P_0 = 279^\circ 25' 09",7$$

Seite 192 (64): Auf Zeile 2 soll es heissen $x_4 = 1248,12$

$$\text{auf Zeile 5: } \xi_4 = 206265 \frac{x_4}{r} = 40",30$$

$$\text{in Gl. } (\gamma): g_4 = g + \xi_4 = 48^\circ 09' 00",30$$

$$\text{auf Zeile 9: } y'_4 = + 360,98$$

$$\text{in Gl. } (\delta): \eta_4 = 206265 \frac{y'_4}{r \cos g_4} = 17",468 = 1",165$$

$$\text{in Gl. } (\delta'): \lambda_4 = \lambda - \eta_4 = 29^\circ 13' 57",53.$$

In Folge eines Druckfehlers steht ferner in Zeile 14

$$x_0 = + 722,99 \text{ statt } x_0 = + 772,99$$

so dass sich hiernach in Zeile 15 und 17 die Werthe ergeben:

$$\xi_0 = 206265 \frac{x'_0}{r} = 24",96$$

$$g_0 = g + \xi_0 = 48^\circ 08' 44",96.$$

Hiermit erhält man weiter

$$\eta_0 = 206265 \frac{y'_0}{r \cos g_0} = 121",126 = 8",075 \quad (\zeta)$$

$$\lambda_0 = \lambda + \eta_0 = 29^\circ 16' 16",13 \quad (\zeta')$$

Es wird also der Breitenunterschied $g_4 - g_0 = 15",34$ (\eta)

ferner wird der Längenunterschied $\lambda_4 - \lambda_0 = 138",60$

und damit

$$1^s165 + 8^s075 = 9^s240 \pm 0^s001 \quad (9)$$

Seite 193 (65) soll stehen:

$$\text{Zeile 3: } 3^m 17^s186 - 9^s240 = 3^m 7^s946 \pm 0^s018 \quad (l)$$

$$\text{Zeile 9: } 9^s,240 - 0^s,027 = 9^s,213$$

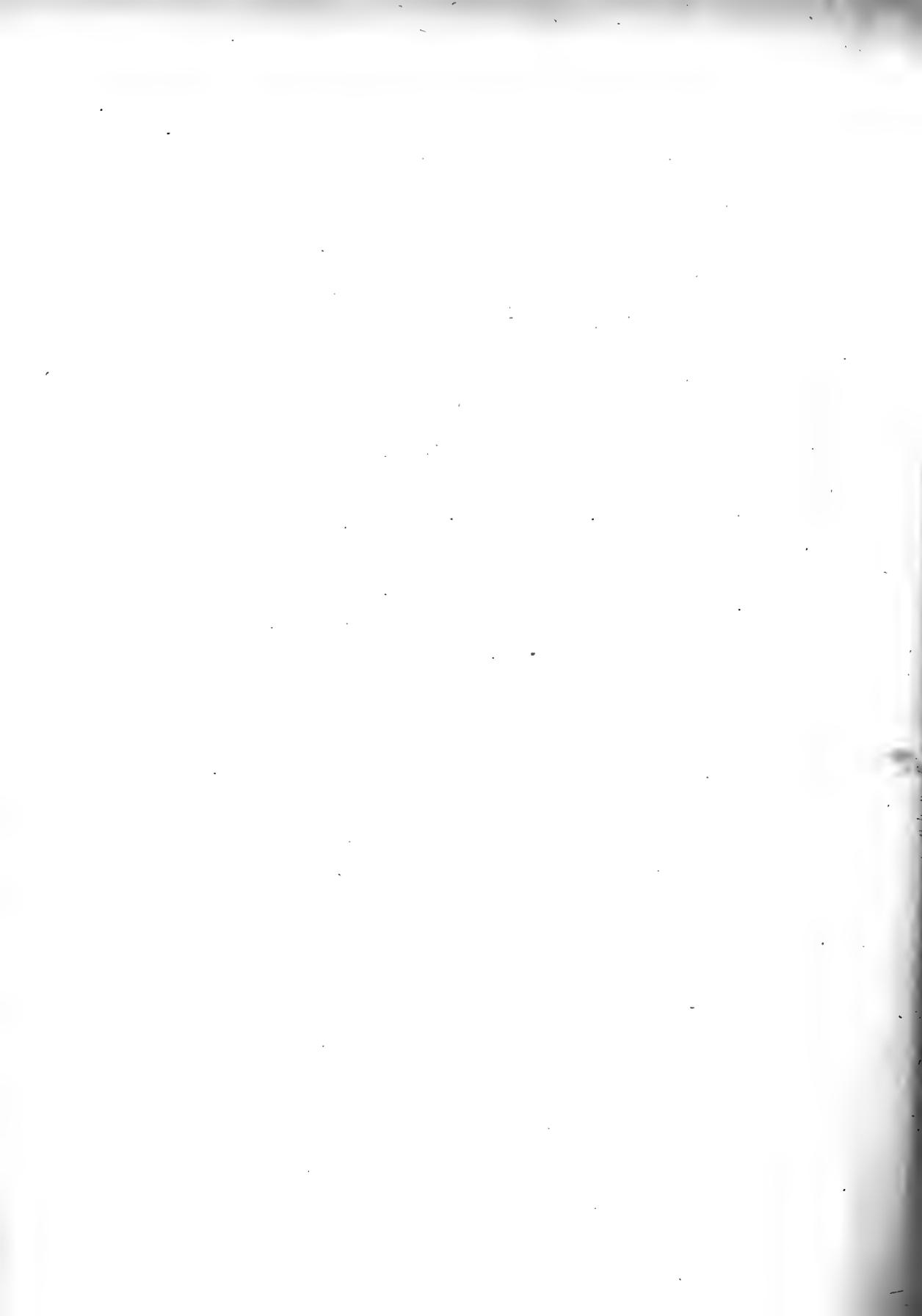
$$\text{Zeile 12: } 3^m 17^s154 - 9^s213 = 3^m 7^s941 \pm 0^s018 \quad (z)$$

Zeile 15: statt 0,36 nur 0,16 Zeitsecunde.

Hiernach beträgt der geographische Längenunterschied zwischen Leipzig und Bogenhausen, wenn man ihn auf die Beobachtungspfeiler beider Sternwarten bezieht: $3^m 7^s946$ und wenn man ihn für die Mittel der Sternwarte in Leipzig und der westlichen Kuppel der Sternwarte in Bogenhausen berechnet: $3^m 7^s941$; zwei Werthe, welche nach einer Mittheilung des Herrn Professors von Oppolzer in Wien mit den aus den telegraphischen Längenbestimmungen Leipzig—Wien und München—Wien berechneten Längenunterschieden $3^m 7^s920$ (Steib-Weineck) und $3^m 7^s887$ (Albrecht) in befriedigender Weise übereinstimmen.

München, Ende Oktober 1879.

C. v. Bauernfeind.



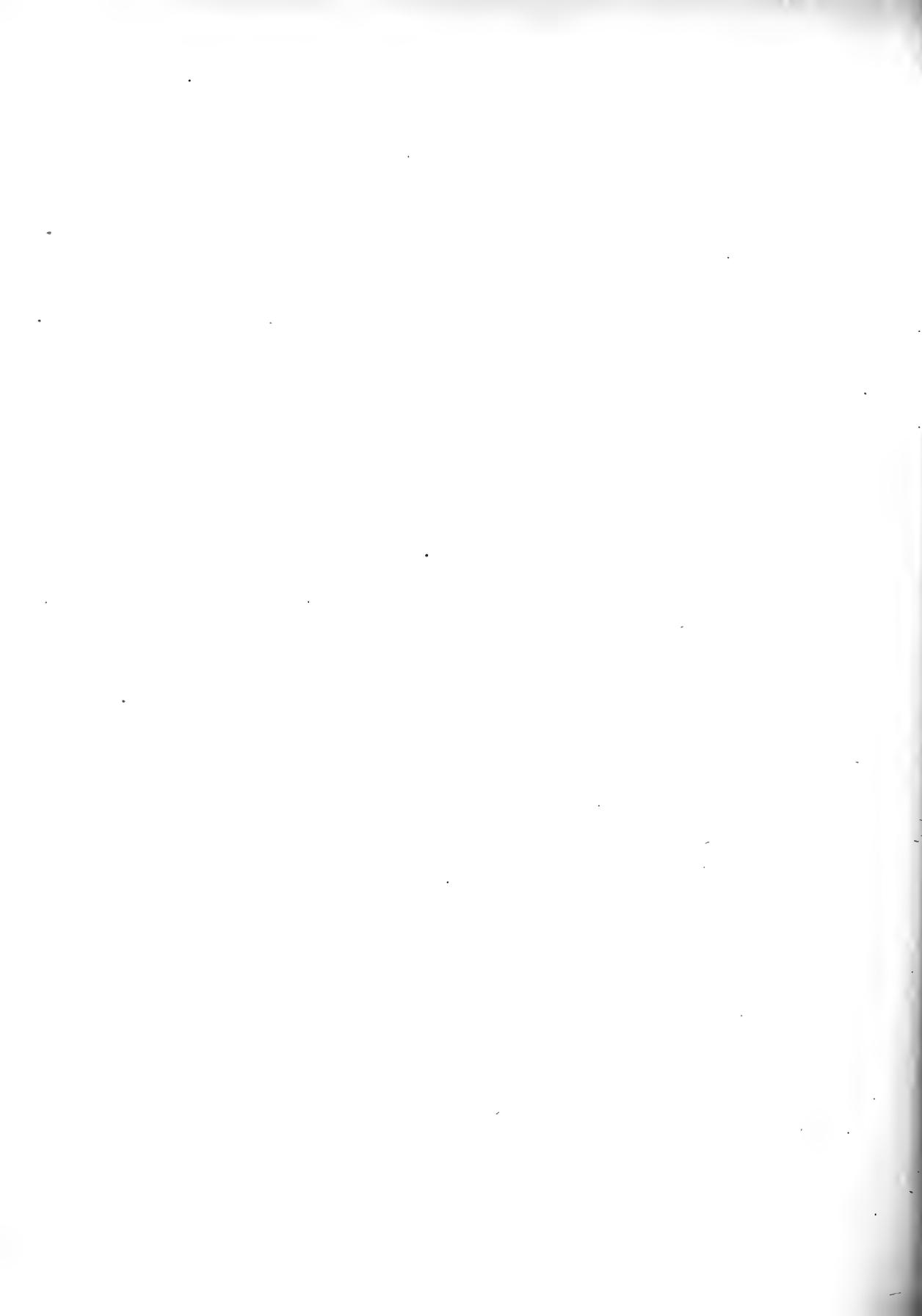
Ueber

die Berechnung der wahren Anomalie

in nahezu parabolischen Bahnen.

Von

Theodor Ritter von Oppolzer.



Ueber

die Berechnung der wahren Anomalie

in nahezu parabolischen Bahnen.

Von

Theodor Ritter von Oppolzer.

Die Berechnung der wahren Anomalie in nahezu parabolischen Bahnen stösst immer auf besondere Schwierigkeiten, die darin zu suchen sind, dass die durch die Analyse hergestellten geschlossenen Formen für die Verbindung der Zeit mit dem Orte in der Bahn ihre praktische Anwendbarkeit in diesem Falle verlieren, wiewohl man durch Anwendung grösserer logarithmischer Tafeln oft eine hinreichende Annäherung erhalten kann. Bedenkt man die ganz bedeutende Mehrarbeit, die grössere logarithmische Tafeln bei ihrer Anwendung verursachen und ausserdem den Umstand, dass sich dieses Mittel für Bahnen, die sich nur sehr wenig von der Parabel unterscheiden, nicht anwendbar erweist, so wird man es begreiflich finden, dass mehrfache Versuche gemacht wurden, um diesem Uebelstande abzuhelpen. Sehr zweckmässige Vorschläge sind von Bessel und Brünnow nebst den hierzu nöthigen Hilfstafeln publicirt worden, doch verdient unstreitig das von Gauss in der *Theoria motus* angegebene Verfahren wegen seiner unfassenderen und bequemeren Anwendbarkeit den Vorzug. Dasselbe ist aber dem Nachtheile unterworfen, dass die Rechnung eine indirekte ist und das Ziel nur durch eventuell mehrfach wiederholte Versuche erreicht werden kann; allerdings hat Gauss seiner Methode eine solche Form gegeben, dass bei den gewöhnlich stattfindenden Verhältnissen die Versuche auf ein Minimum von Arbeit reducirt sind. Ich werde in den folgenden Zeilen ein Verfahren angeben,

welches frei von diesem Nachtheile ist und nur eine äusserst kurze und bequeme direkte Rechnung erfordert.

Bezeichnet man mit e die Excentricität, mit v die wahre Anomalie und setzt der Kürze halber:

$$\tau = \operatorname{tg} \frac{1}{2} v, \quad \varepsilon = \frac{1-e}{1+e},$$

so gilt bekanntlich die folgende Relation:

$$\frac{kt\sqrt{1+e}}{2q^{3/2}} = \tau \left\{ 1 - \frac{2}{3}\varepsilon\tau^2 + \frac{3}{5}\varepsilon^2\tau^4 - \frac{4}{7}\varepsilon^3\tau^6 + \dots \right\} + \frac{\tau^3}{3} \left\{ 1 - \frac{6}{5}\varepsilon\tau^2 + \frac{9}{7}\varepsilon^2\tau^4 - \frac{12}{9}\varepsilon^3\tau^6 + \dots \right\}, \quad 1)$$

in welcher Gleichung k die Konstante des Sonnensystemes, t die Zeit, die seit der Perihelpassage in Einheiten des mittleren Sonnentages verflossen ist, und q den Perihelabstand der vorgelegten Bahn darstellt. Ist die Bahn eine Parabel, so wird $\varepsilon = 0$ und die Bestimmung von τ aus t wird mit Hilfe einer kubischen Gleichung hergestellt; die Lösung dieser kubischen Gleichung ist aber bekanntlich durch die Herstellung der sog. Barker'schen Tafel sehr erleichtert. Eine solche Tafel findet sich mit verschiedenen Abänderungen an mehreren Orten; ich beziehe mich in dem Folgenden hauptsächlich auf jene Form, die ich der Barker'schen Tafel in meinem Lehrbuche der Bahnbestimmung gegeben habe; dieselbe gibt mit dem Argumente: $M = tq^{-3/2}$, sofort den Werth der zugehörigen wahren Anomalie in der Parabel. Ist ε aber eine mässige Grösse, wie dies stets bei nahezu parabolischen Bahnen der Fall sein wird, so wird jedenfalls mit Hilfe der Barker'schen Tafel ein Näherungswerth für die wahre Anomalie erhalten werden können; die obengenannten Methoden und auch die hier zum Vortrage gebrachte ziehen von diesem Hilfsmittel Nutzen.

Ich führe zunächst zwei Unbekannte x und f in das Problem ein, zu deren Bestimmung nothwendig 2 Bedingungsgleichungen gegeben sein müssen. Die eine Bedingung wähle ich so, dass der Gleichung:

$$\frac{kt\sqrt{1+e}}{2q^{3/2}} = x + \frac{1}{3}f^2x^3 \quad 2)$$

Vergleicht man die zu gleichen Potenzen von x gehörigen Coefficienten, so finden sich sofort zur Bestimmung der auftretenden Unbekannten die Relationen:

$$\begin{array}{l}
 f^2 = 1 + 3 \varepsilon (A_1 - \frac{2}{3}) \\
 -\frac{1}{3} B_1 = -\frac{2}{5} + \varepsilon (A_2 - \frac{2}{3} B_1 + \frac{3}{5}) \\
 -\frac{1}{3} B_2 = -\frac{2}{5} C_1 + \frac{3}{7} + \varepsilon (A_3 - \frac{2}{3} B_2 + \frac{3}{5} C_1 - \frac{4}{7}) \\
 -\frac{1}{3} B_3 = -\frac{2}{5} C_2 + \frac{3}{7} D_1 - \frac{4}{9} + \varepsilon (A_4 - \frac{2}{3} B_3 + \frac{3}{5} C_2 - \frac{4}{7} D_1 + \frac{5}{9}) \\
 \vdots \qquad \qquad \qquad \vdots \qquad \qquad \qquad \vdots \qquad \qquad \qquad \vdots
 \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \end{array}} \right\} 5)$$

Es ist also f ebenfalls bloß eine Funktion von ε . Die Gleichungen 5) enthalten die Lösung des Problems, da dieselben die Bestimmung der $A_1, A_2, A_3 \dots$ Coefficienten nach steigenden Potenzen von ε gestatten. Ich werde hier vorerst nicht die Mittel angeben, mit deren Hilfe man diese Berechnung ausführen kann, um den Gang der Entwicklung nicht weiter zu stören; nur so viel will ich gleich erwähnen, dass Herr Robert Schram, den ich ersucht habe in Verbindung mit Herrn F. K. Ginzler die hierfür nöthigen numerischen Operationen durchzuführen, sich in einer höchst umsichtigen Weise seiner mühevollen und umfassenden Aufgabe entledigt hat; die von demselben zu diesem Ende entwickelten sehr zweckmässigen und übersichtlichen Rechnungsvorschriften lasse ich am Schlusse dieser Abhandlung nach seinen eigenen Worten folgen.

Die folgenden Coefficienten sind nach den zwei verschiedenen unten näher beschriebenen Methoden bestimmt worden; die Zahlen für jede der beiden Methoden sind durch eine doppelte Rechnung geprüft, indem sowohl Herr R. Schram als auch Herr F. K. Ginzler unabhängig von einander die diessbezüglichen sehr umfassenden Rechnungen durchgeführt haben. Da die so erhaltenen numerischen Werthe gleichsam durch eine vierfache Rechnung geprüft erscheinen, so kann an der Richtigkeit der

folgenden Angaben nicht gezweifelt werden. Es fand sich indem die Entwicklung bis zu den 8. Potenzen von ε inclusive durchgeführt wurde:

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \frac{2}{5} - \frac{2}{175} \varepsilon - \frac{52}{7875} \varepsilon^2 - \frac{13375}{3031875} \varepsilon^3 - \frac{632832}{197071875} \varepsilon^4 - \frac{2302525440}{931164609375} \varepsilon^5 - \\
 &\quad - \frac{156796508160}{79148991796875} \varepsilon^6 - \frac{946239939256320}{578974874994140625} \varepsilon^7 - \dots \\
 A_2 &= \frac{37}{175} - \frac{128}{7875} \varepsilon - \frac{26665}{3031875} \varepsilon^2 - \frac{1105918}{197071875} \varepsilon^3 - \frac{3677736960}{931164609375} \varepsilon^4 - \frac{234632816640}{79148991796875} \varepsilon^5 - \\
 &\quad - \frac{1347692975124480}{578974874994140625} \varepsilon^6 - \dots \\
 A_3 &= \frac{920}{7875} - \frac{47805}{3031875} \varepsilon - \frac{1560226}{197071875} \varepsilon^2 - \frac{4463842215}{931164609375} \varepsilon^3 - \frac{257171191200}{79148991796875} \varepsilon^4 - \\
 &\quad - \frac{1373122204587225}{578974874994140625} \varepsilon^5 - \dots \\
 A_4 &= \frac{198285}{3031875} - \frac{2555834}{197071875} \varepsilon - \frac{5582712015}{931164609375} \varepsilon^2 - \frac{271236337740}{79148991796875} \varepsilon^3 - \frac{1291566156007785}{578974874994140625} \varepsilon^4 - \dots \\
 A_5 &= \frac{7250264}{197071875} - \frac{9064008855}{931164609375} \varepsilon - \frac{325397795760}{79148991796875} \varepsilon^2 - \frac{1277657780431350}{578974874994140625} \varepsilon^3 - \dots \\
 A_6 &= \frac{19310697825}{931164609375} - \frac{545876711100}{79148991796875} \varepsilon - \frac{1528051031511075}{578974874994140625} \varepsilon^2 - \dots \\
 A_7 &= \frac{926120631240}{79148991796875} - \frac{2720305768808895}{578974874994140625} \varepsilon - \dots \\
 A_8 &= \frac{3824106664843950}{578974874994140625} - \dots
 \end{aligned}$$

6)

Hiermit erscheint das Problem völlig gelöst, denn nach der ersten Gleichung in 5) ist f eine einfache Funktion von A_1 , kann also für eine gegebene Excentricität leicht berechnet werden; die Bestimmung von $f x$ mit Hilfe der Barker'schen Tafel ist oben bei der Gleichung 2) näher erläutert; es hat daher die Ermittlung des Werthes $\tau = \operatorname{tg} \frac{1}{2} v$ mit Hilfe der Gleichung 3) keine weitere Schwierigkeit als die einer ziemlich ausgedehnten numerischen Operation. Es stellt sich daher nur noch die Aufgabe, diese letztere durch zweckmässig konstruirte Hilfstafeln auf ein möglichst geringes Mass zurückzuführen.

Die Tabulirung von f als Funktion von ε ist leicht genug auszu-

führen und in der That enthält die am Schlusse angehängte Tafel I nebst einer später zu erläuternden Grösse E die diessbezüglichen Hilfsmittel. Wollte man aber mit Hilfe einer Tafel unmittelbar aus x nach der Gleichung 3) den Werth von τ rechnen, so würde eine sehr voluminöse und unbequeme Tafel mit doppeltem Eingange nöthig sein; ich habe desshalb diesen Ausdruck noch weiter umgeformt, so dass die verhältnissmässig kleine Tafel mit doppeltem Eingange, die schliesslich nothwendig ist, nur ganz geringfügige Korrekturen ergibt, die sogar so klein sind, dass sie selbst für eine 7 stellige Rechnung in den praktisch wichtigen Fällen verschwinden. Macht man

$$E = \frac{5}{2} A_1 \quad 7)$$

so wird sofort E als Funktion von ε darzustellen sein mit Rücksicht auf die numerischen Werthe der Gleichungen 6); die diessbezüglichen numerischen Werthe von $\log E$ sind in die Tafel I aufgenommen. Setzt man weiter

$$\left. \begin{aligned} n &= \varepsilon E x^2 \\ G &= 1 + \frac{2}{5} n + \frac{37}{175} n^2 + \frac{920}{7875} n^3 + \dots \end{aligned} \right\} \quad 8)$$

in welcher Reihe die Coëfficienten von n die Anfangsglieder beziehungsweise der Reihen A_1, A_2, A_3, \dots sind, so wird man τ auf die Form

$$\tau = x G H \quad 9)$$

bringen können, in welchem Ausdrücke offenbar H einen Werth annehmen wird, der sich von der Einheit nur um eine Grösse dritter Ordnung von ε unterscheiden kann; es wird also $\log H$ selbst innerhalb der Grenzen der hier entwickelten Methode als eine kleine Korrekturengrösse erscheinen, die eine Funktion von ε und n ist. Die Grösse G erscheint als Funktion von n und findet mit dem diessbezüglichen Argumente in der Tafel II Aufnahme; die Korrekturengrösse $\log H$ habe ich in die Tafel III mit doppeltem Eingange gebracht mit den Argumenten ε und n , diesebe gibt die betreffenden Korrekturen in Einheiten der 7. Decimale; es sind der Uebersichtlichkeit halber auf die linke Seite des aufgeschlagenen Buches die für Hyperbeln auf die rechte Seite die für Ellipsen

geltenden Korrekturen aufgenommen, d. h. für die letzteren sind beide Argumente positiv, für die ersteren negativ.

Die explicite Entwicklung der Grösse $\log H$ als Funktion von ε und n würde ziemlich weitläufige numerische Operationen veranlassen, ich habe es deshalb vorgezogen, dieselbe dadurch zu ermitteln, dass die nach der Formel 3) neunstellig berechneten strengen Werthe für τ mit den mit derselben Genauigkeit berechneten zugehörigen Werthen von xG verglichen wurden; die Differenz der beiden logarithmischen Werthe ist die gesuchte Korrektur. Herr F. K. Ginzler, dem ich so vielfache Unterstützung bei meinen Rechnungen verdanke, hat diese nicht unbedeutende Arbeit nebst der Anfertigung der übrigen Tafeln mit grosser Sorgfalt durchaus auf neun Decimalen genau durchgeführt und sich dadurch ein dauerndes Verdienst für die Astronomie erworben. Die Tafeln selbst werden unten innerhalb so weit ausgedehnter Grenzen, dass sie wol nur von den periodischen Kometen kurzer Umlaufzeit in den seltensten Fällen überschritten werden, auf sieben Stellen abgekürzt mitgetheilt: die letzte Stelle ist daher mit Rücksicht darauf, dass die Rechnung neunstellig geführt wurde, in den drei dieser Abhandlung angehängten Tafeln nahezu völlig verbürgt. Um überall die neunte Stelle annähernd richtig zu erhalten, war es bei den Grenzwerten in einigen Fällen nöthig mehr Glieder zu berücksichtigen, als durch die obigen Entwicklungen bekannt sind; es bot aber in der That gar keine Schwierigkeit durch Induktion die folgenden Coefficienten mit hinreichender Annäherung anzugeben. Was die Grenzen der unten folgenden Tafeln anlangt, so sind dieselben weiter gezogen, als es durchaus nöthig ist, denn schon vor Eintritt der Grenzfälle bieten die gewöhnlichen Methoden zur Bestimmung der wahren Anomalie ohne Anwendung ausgedehnterer logarithmischer Tafeln, die nöthige Sicherheit.

Es erübrigt also nur noch den Gebrauch der folgenden Tafeln zu erläutern und die Formeln zusammenzustellen, deren man bei der Berechnung bedarf.

Zunächst wird man die für einen bestimmten Kometen als constant auftretenden Grössen ermitteln. Ist e die Excentricität, so wird man rechnen:

$$\varepsilon := \frac{1 - e}{1 + e} \quad \text{A)}$$

Mit ϵ als Argument entlehnt man der Tafel I die Logarithmen von f und E , und bildet sofort:

$$\alpha = \frac{f}{q^{3/2}} \sqrt{\frac{1+e}{2}}, \quad \beta = \epsilon E \quad \text{B)}$$

wobei q den Perihelabstand vorstellt. Die Berechnung der Grössen ϵ , α und β sind für gegebene Elemente nur einmal durchzuführen und können den vorbereitenden Rechnungen angeschlossen werden. Ist t die seit der Perihelpassage verflossene Zeit in Einheiten des mittleren Sonnentages, so bildet man zunächst das Argument M für diejenige Barker'sche Tafel, die in meinem Lehrbuche für Bahnbestimmungen aufgenommen ist, nach

$$M = \alpha t \quad \text{I)}$$

und entlehnt damit aus derselben den Winkel w . Benützt man die Luther'sche Tafel, die Encke in der zweiten Auflage der berühmten Olbers'schen „Abhandlung über die leichteste und bequemste Methode die Bahn eines Kometen zu berechnen“ publicirt hat, so hat man anstatt α zu setzen αC , wobei ist: $\log C = 9.9601277$.

Es findet sich nun x und weiter das Argument n nach:

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} w}{f} \\ n &= \beta x^2 \end{aligned} \right\} \quad \text{II)}$$

Aus der Tafel II wird nun mit dem Argumente „ n “ der Logarithmus von G entlehnt, aus der Tafel III mit den Argumenten „ n und ϵ “ die Korrektonsgrösse $\log H$, die in Einheiten der siebenten Decimale verstanden ist und in der Regel unmerklich sein wird; es ist dann schliesslich

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} v = x G H \quad \text{III)}$$

womit die gesuchte wahre Anomalie gegeben ist.

Ich werde nun noch die bei dieser Methode nöthigen Rechnungen durch drei Beispiele erläutern und wähle hierzu als die beiden ersten die

von Gauss in der Theoria motus bei demselben Probleme angeführten Zahlen

1) $e = 0.96764567$, $\log q = 9.7656500$, $t = 63.54400$ (Theoria motus Artikel 43).

Die Rechnung der Konstanten nach A) und B) stellt sich wie folgt:

$$\begin{array}{rclcl} \log(1 - e) = & 8.5099324 & \log f & = & 9.9971225 \\ \log(1 + e) = & 0.2939469 & -\frac{2}{3}\log q & = & 0.3515250 \\ \log \varepsilon = & 8.2159855 & \frac{1}{2}\log \frac{1}{2}(1 + e) & = & 9.9964584 \\ \varepsilon = & +0.0164432 & \log \alpha = & & 0.3451059 \\ \log E = & 9.9997940 & \log \beta = & & 8.2157795 \end{array}$$

Hiermit ist die Rechnung der Konstanten abgeschlossen; für die durch t bestimmte Zeit wird sich nach I) — III) die Rechnung zur Ermittlung der wahren Anomalie in der folgenden Weise gestalten:

$$\begin{array}{rcl} \log t = & 1.8630745 & \\ \log M = & 2.1481804 & \\ w = & 99^{\circ}6'13''73 & \\ \frac{1}{2}w = & 49^{\circ}33'6''865 & \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2}w = & 0.0692979 & \\ \log x = & 0.0721754 & \log x^2 = 0.1443508 \\ \log G = & 0.0040111 & \log n = 8.3601303 \\ \log H = & 0 & n = 0.0229156 \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2}v = & 0.0761865 & \\ \frac{1}{2}v = & 50^{\circ}0'0''00 & \\ v = & 100^{\circ}0'0''00 & \end{array}$$

Man sieht aus diesem Beispiele, welches von Gauss dem Halley'schen Kometen entlehnt wurde, dass die Korrektion wegen $\log H$ völlig verschwindet.

2) $e = 1.2618820$, $\log q = 0.0201657$, $t = 65.41236$ (Theoria motus Artikel 46 II)

$$\begin{aligned} \log(1-e) &= 9_n 4181056 & \log f &= 0.0191498 \\ \log(1+e) &= 0.3544699 - \frac{3}{2} \log q & &= 9.9697515 \\ \log \varepsilon &= 9_n 0636357 & \frac{1}{2} \log \frac{1}{2}(1+e) &= 0.0267200 \\ \varepsilon &= -0.1157806 & \log \alpha &= 0.0156213 \\ \log E &= 0.0013453 & \log \beta &= 9_n 0649810 \end{aligned}$$

Mit diesen Konstanten findet man weiter:

$$\begin{aligned} \log t &= 1.8156598 \\ \log M &= 1.8312811 \\ w &= 70^{\circ} 31' 14'' 28 \\ \frac{1}{2} w &= 35^{\circ} 15' 37'' 14 \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2} w &= 9.8494195 \\ \log x &= 9.8302697 & \log x^2 &= 9.6605394 \\ \log G &= 9.9909244 & \log n &= 8_n 7255204 \\ \log H &= +5 & n &= -0.0531521 \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2} v &= 9.8211946 \\ \frac{1}{2} v &= 33^{\circ} 31' 30'' 00 \\ v &= 67 3' 0'' 00. \end{aligned}$$

Diese beiden der Theoria motus entlehnten Beispiele geben für die umfassende Anwendung meiner Methode keine Anhaltspunkte, sie zeigen, dass in der überwiegenden Anzahl der Fälle in der Anwendung ohne Bedenken $t = xG$ allein gesetzt werden kann; ich will nun an einem extremen Beispiele zeigen, was die hier zum Vortrag gebrachte Methode zu leisten vermag und wähle hierfür Bahnelemente die dem Faye'schen Kometen entlehnt sind. Die Excentricität überschreitet wenig

den Werth von 0·5, und die gewöhnlichen Methoden sind ohne besondere Schwierigkeit anwendbar, doch glaube ich, dass der hier in Vorschlag gebrachte Rechnungsmechanismus für die kleineren Anomalien bequemer ist. Es sei:

$$e = 0\cdot5549454, \quad \log q = 0\cdot2304435$$

damit ergeben sich die Konstanten wie folgt:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= +0\cdot2862187, & \log \alpha &= 9\cdot5422560 \\ \log f &= 9\cdot9425786, & \log \beta &= 9\cdot4523956 \end{aligned}$$

für $t = 260$ findet sich:

$$\begin{aligned} \log t &= 2\cdot4149733 \\ \log M &= 1\cdot9572293 \\ w &= 82^{\circ}31'4''48 \\ \frac{1}{2}w &= 41^{\circ}15'32''24 \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2}w &= 9\cdot9431249 \\ \log x &= 0\cdot0005463 & \log x^2 &= 0\cdot0010926 \\ \log G &= 0\cdot0545737 & \log n &= 9\cdot4534882 \\ \log H &= -668 & n &= +0\cdot2841111 \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2}v &= 0\cdot0550532 \\ \frac{1}{2}v &= 48^{\circ}37'18''68 \\ v &= 97^{\circ}14'37''36 \end{aligned}$$

Rechnet man dasselbe Beispiel nach den bekannten geschlossenen Formeln, so ergibt sich zunächst der Logarithmus der täglichen mittleren siderischen Bewegung in Bogensekunden: 2·6769613 und damit die mittlere Anomalie für die vorgelegte Zeit $34^{\circ}19'36''14$. Die excentrische Anomalie findet sich nach einigen Versuchen ($\log e'' = 5\cdot0586754$): $62^{\circ}32'25''77$, also:

$$\begin{aligned} \log \operatorname{tg} \frac{1}{2} E &= 9.7834022 \\ \log \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} &= 0.2716510 \\ \log \operatorname{tg} \frac{1}{2} v &= 0.0550532 \end{aligned}$$

in vollkommener Uebereinstimmung mit dem obigen auf viel bequemere Weise erhaltenen Werthe.

Es erübrigt noch einige Bemerkungen zu machen betreffs des umgekehrten Problemcs, nämlich der Ermittlung der Zeit aus der wahren Anomalie. Der Gleichung 3) kann man ohne Schwierigkeit die Form geben:

$$t = \frac{q^3}{\sqrt{1+e}} \left\{ P_1 \operatorname{tg} \frac{1}{2} v + P_3 \operatorname{tg} \frac{1}{2} v^3 \right\}$$

wobei die Werthe von P_1 und P_3 in Tafeln mit dem Argumente:

$$\theta = \frac{1-e}{1+e} \operatorname{tg} \frac{1}{2} v^2$$

gebracht werden können; ich theile aber die diessbezüglichen Tafeln hier nicht mit, weil sich dieselben bereits im II. Bande meines Lehrbuches zur Bahnbestimmung der Kometen und Planeten publicirt finden.

Es erübrigt nur noch auf die Methoden näher einzugehen, welche zur Ermittlung der oben auftretenden numerischen Coëfficienten gedient haben, und ich lasse, wie schon oben erwähnt, zu diesem Ende die von Herrn R. Schram mir übergebene Darstellung des befolgten Verfahrens folgen.

In den Geichungen 5) würde, da $A_1 A_2 A_3 \dots B_1 B_2 \dots C_1 C_2 \dots$ Reihen nach steigenden Potenzen von ϵ sind, eingeführt:

$$\left. \begin{aligned} A_n &= A_{n_0} + A_{n_1} \epsilon + A_{n_2} \epsilon^2 + A_{n_3} \epsilon^3 + \dots \\ \frac{1}{3} B_n &= B_{n_0} + B_{n_1} \epsilon + B_{n_2} \epsilon^2 + B_{n_3} \epsilon^3 + \dots \\ \frac{1}{5} C_n &= C_{n_0} + C_{n_1} \epsilon + C_{n_2} \epsilon^2 + C_{n_3} \epsilon^3 + \dots \\ \text{---} & \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \\ \text{---} & \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \end{aligned} \right\} 10)$$

und nach Einsetzung dieser Reihen in die vorgelegten Gleichungen wurden die Coëfficienten der gleichen Potenzen von ε einander gleichgesetzt. Man erhielt so aus jeder Gleichung ein System von Bedingungsgleichungen:

$$\left. \begin{array}{l}
 B_{10} = +\frac{2}{5} \qquad B_{20} = -\frac{3}{7} + 2C_{10} \\
 B_{11} = -\frac{3}{5} - A_{20} + 2B_{10} \quad B_{21} = +\frac{4}{7} + 2C_{11} \quad A_{30} + 2B_{20} \\
 B_{12} = \quad - A_{21} + 2B_{11} \quad B_{22} = \quad + 2C_{12} - A_{31} + 2B_{21} - 3C_{11} \\
 B_{13} = \quad - A_{22} + 2B_{12} \\
 \text{---} \quad \text{---} \\
 \text{---} \quad \text{---} \\
 \\
 B_{30} = +\frac{4}{9} + 2C_{20} - 3D_{10} \\
 B_{31} = -\frac{5}{9} + 2C_{21} - 3D_{11} - A_{40} + 2B_{30} - 3C_{20} + 4D_{10} \\
 B_{32} = \quad + 2C_{22} - 3D_{12} - A_{41} + 2B_{31} - 3C_{21} + 4D_{11} \\
 \text{---} \quad \text{---} \\
 \text{---} \quad \text{---} \\
 \\
 B_{40} = -\frac{5}{11} + 2C_{30} - 3D_{20} + 4E_{10} \\
 B_{41} = +\frac{6}{11} + 2C_{31} - 3D_{21} + 4E_{11} - A_{50} + 2B_{40} - 3C_{30} + 4D_{20} - \\
 \qquad - 5E_{10} \\
 B_{42} = + 2C_{32} - 3D_{22} + 4E_{12} - A_{51} + 2B_{41} - 3C_{31} + 4D_{21} - 5E_{11} \\
 \text{---} \quad \text{---} \\
 \text{---} \quad \text{---}
 \end{array} \right\} 11)$$

Diese Gleichungen konnten nicht zur Bestimmung der Unbekannten ausreichen, sondern man musste sich ein weiteres Gleichungssystem verschaffen aus der Abhängigkeit der Grössen $B_1 C_1 D_1 E_1 \dots$ von A . Es ist nach dem polynomischen Satze wenn man

$(A_0 + A_1 x + A_2 x^2 + A_3 x^3 + \dots)^n = N_0 + N_1 x + N_2 x^2 + N_3 x^3 \dots$ setzt

$$N_m = \sum \frac{n!}{\alpha! \beta! \gamma! \dots} \Lambda_a^\alpha \Lambda_b^\beta \Lambda_c^\gamma \dots \text{ mit den Bedingungen: } \alpha + \beta + \gamma + \dots = n \quad \left. \begin{array}{l} \\ \text{und } \alpha a + \beta b + \gamma c + \dots = m \end{array} \right\} 12)$$

ist nun aber $\Lambda_a^\alpha = (\Lambda_{a0} + \Lambda_{a1}y + \Lambda_{a2}y^2 + \dots)^\alpha$ so ist der Coëfficient von y^r gleich

$$\sum \frac{\alpha!}{\alpha'! \beta'! \gamma'! \dots} \Lambda_{aa'}^{\alpha'} \Lambda_{ab'}^{\beta'} \Lambda_{ac'}^{\gamma'} \dots \text{ mit den Bedingungen: } \alpha' + \beta' + \gamma' + \dots = \alpha \quad \left. \begin{array}{l} \\ \text{und } \alpha' a' + \beta' b' + \gamma' c' + \dots = r \end{array} \right\} 13)$$

ebenso für $\Lambda_b^\beta = (\Lambda_{b0} + \Lambda_{b1}y + \Lambda_{b2}y^2 + \Lambda_{b3}y^3 \dots)^\beta$ der Coëfficient von y^s gleich

$$\sum \frac{\beta!}{\alpha''! \beta''! \gamma''! \dots} \Lambda_{ba''}^{\alpha''} \Lambda_{bb''}^{\beta''} \Lambda_{bc''}^{\gamma''} \dots \text{ mit den Bedingungen: } \alpha'' + \beta'' + \gamma'' + \dots = \beta \quad \left. \begin{array}{l} \\ \text{und } \alpha'' a'' + \beta'' b'' + \gamma'' c'' \dots = s \end{array} \right\}$$

Setzt man die Werthe aus 13) in 12) ein, so wird, wenn $r + s = p$

$$N_{mp} = \sum \frac{n!}{\alpha! \beta! \gamma! \dots \alpha'! \beta'! \gamma'! \dots \alpha''! \beta''! \gamma''! \dots} \Lambda_{aa'}^{\alpha'} \Lambda_{ab'}^{\beta'} \Lambda_{ac'}^{\gamma'} \dots \Lambda_{ba''}^{\alpha''} \Lambda_{bb''}^{\beta''} \Lambda_{bc''}^{\gamma''} \dots \dots \Lambda_{ca'''}^{\alpha'''} \Lambda_{cb'''}^{\beta'''}$$

mit den Bedingungen $\alpha' + \beta' + \gamma' \dots + \alpha'' + \beta'' + \gamma'' + \dots + \alpha''' + \beta''' + \gamma''' + \dots = n$
 $\alpha' a + \beta' a + \gamma' a \dots + \alpha'' b + \beta'' b + \gamma'' b \dots + \alpha''' c + \beta''' c + \dots = m$
 $\alpha' a' + \beta' b' + \gamma' c' + \dots + \alpha'' a'' + \beta'' b'' + \gamma'' c'' \dots + \alpha''' a''' + \beta''' b''' + \dots = p$

Da nun

3 B_{mp} ein Coëfficient in der Entwicklung zur 3. Potenz

5 C_{mp} " " " " " " 5. "

7 D_{mp} " " " " " " 7. "

ist, so wird man haben:

$$B_{mp} = \sum \frac{2!}{\alpha! \beta! \gamma!} \Lambda_{aa}^\alpha \Lambda_{bb}^\beta \Lambda_{cc}^\gamma \text{ mit den Bedingungen: } \alpha + \beta + \gamma = 3; \\ \alpha a, + \beta b + \gamma c = m; \alpha a' + \beta b' + \gamma c' = p$$

$$C_{mp} = \sum \frac{4!}{\alpha! \beta! \gamma! \delta! \epsilon!} A_{aa'}^\alpha A_{bb'}^\beta A_{cc'}^\gamma A_{dd'}^\delta A_{ee'}^\epsilon \text{ mit den Bedingungen:}$$

$$\alpha + \beta + \gamma + \delta + \epsilon = 5; \alpha a + \beta b + \gamma c + \delta d + \epsilon e = m;$$

$$\alpha a' + \beta b' + \gamma c' + \delta d' + \epsilon e' = p$$

— — — — — — — — — — —
 — — — — — — — — — — —
 — — — — — — — — — — —

Jede dieser Gleichungen lieferte nun ein System von Bedingungs-
gleichungen:

$B_{20} = A_{20} + A_{10}^2$	$C_{20} = A_{20} + 2 A_{10}^2$	}
$B_{21} = A_{21} + 2 A_{11} A_{10}$	$C_{21} = A_{21} + 4 A_{11} A_{10}$	
$B_{22} = A_{22} + 2 A_{12} A_{10} + A_{11}^2$	$C_{22} = A_{22} + 4 A_{12} A_{10} + 2 A_{11}^2$	
— — — — —	— — — — —	
$B_{30} = A_{30} + 2 A_{20} A_{10} + \frac{1}{3} A_{10}^3$	$D_{20} = A_{20} + 3 A_{10}^2$	
$B_{31} = A_{31} + 2 A_{21} A_{10} + 2 A_{20} A_{11} + A_{11} A_{10}^2$	$D_{21} = A_{21} + 6 A_{11} A_{10}$	
— — — — —	— — — — —	
— — — — —	— — — — —	
— — — — —	— — — — —	
— — — — —	— — — — —	
— — — — —	— — — — —	
— — — — —	— — — — —	
— — — — —	— — — — —	
— — — — —	— — — — —	

ausserdem ist wegen $A_{00} = 1, A_{01} = A_{02} = A_{03} \dots = 0$

$$B_{10} = C_{10} = D_{10} = E_{10} \dots = A_{10}$$

$$B_{11} = C_{11} = D_{11} = E_{11} \dots = A_{11}$$

$$B_{12} = C_{12} = D_{12} = E_{12} \dots = A_{12}$$

Diese Gleichungen in Verbindung mit 11) gestatten nun eine successive
Bestimmung der Grössen $A_{10} A_{11} A_{12} \dots A_{20} A_{21} A_{22} \dots A_{30} A_{31} \dots$

Um die erhaltenen Resultate einer durchgreifenden Controle zu
unterziehen, wurden die Coëfficienten der f^2 Reihe nach einer ganz
anderen Methode nochmals gerechnet.

Setzt man zwischen x und τ eine Relation voraus von der Form:

$$x = \tau \{ 1 + A'_1 \epsilon \tau^2 + A'_2 \epsilon^2 \tau^4 + \dots \} \tag{15}$$

und $x^3 = \tau^3 \{ 1 + B'_1 \epsilon \tau^2 + B'_2 \epsilon^2 \tau^4 + \dots \}$

so werden zunächst die B' Coëfficienten völlig bestimmte Funktionen der
 A' Coëfficienten sein; jeder dieser Coëfficienten wird durch eine Reihe
nach steigenden Potenzen von ϵ darzustellen sein. Substituirt man diese
Reihen in die Gleichung 2), ersetzt aber den links vom Gleichheitszeichen

stehenden Ausdruck durch die Relation 1), so wird, wenn für f^2 eine Funktion von der Form $\frac{1}{3}f^2 = \varphi_0 + \varphi_1 \varepsilon + \varphi_2 \varepsilon^2 + \dots$

und für A' und B'

$$\begin{aligned} A'_1 &= A'_{10} + A'_{11} \varepsilon + A'_{12} \varepsilon^2 + A'_{13} \varepsilon^3 + \dots \\ A'_2 &= A'_{20} + A'_{21} \varepsilon + A'_{22} \varepsilon^2 + A'_{23} \varepsilon^3 + \dots \\ \underline{\quad} & \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \\ \underline{\quad} & \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \end{aligned}$$

$$\frac{1}{3}B'_1 = B'_{10} + B'_{11} \varepsilon + B'_{12} \varepsilon^2 + B'_{13} \varepsilon^3 + \dots$$

$$\frac{1}{3}B'_2 = B'_{20} + B'_{21} \varepsilon + B'_{22} \varepsilon^2 + B'_{23} \varepsilon^3 + \dots \\ \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \\ \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad}$$

eingeführt wird, die Gleichsetzung der Coëfficienten der gleichen Potenzen sofort ergeben:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_0 &= \frac{1}{3} & B'_{20} &= + \frac{3}{7} \\ \varphi_1 &= -\frac{2}{3} - A'_{10} & B'_{21} &= -3 \varphi_1 B'_{20} - A'_{30} - \frac{4}{7} \\ \varphi_2 &= -A'_{11} & B'_{22} &= -3 \varphi_1 B'_{21} - 3 \varphi_2 B'_{20} - A_{31} \\ \varphi_3 &= -A'_{12} & & \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \\ \underline{\quad} & \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} & & \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \\ \underline{\quad} & \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} & & \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \\ B'_{10} &= -\frac{2}{5} & B'_{30} &= -\frac{4}{9} \\ B'_{11} &= -3 \varphi_1 B'_{10} - A'_{20} + \frac{3}{5} & B'_{31} &= +\frac{5}{9} - 3 \varphi_1 B'_{30} - A_{40} \\ B'_{12} &= -3 \varphi_1 B'_{11} - 3 \varphi_2 B'_{10} - A'_{21} & B'_{32} &= -3 \varphi_1 B'_{31} - 3 \varphi_2 B'_{30} - A_{41} \\ \underline{\quad} & \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} & \underline{\quad} & \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \\ \underline{\quad} & \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} & \underline{\quad} & \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \end{aligned} \right\} 16)$$

Diese Gleichungen in Verbindung mit dem ersten Gleichungssysteme von 14) gestatten aber die Grössen $\varphi_0 \varphi_1 \varphi_2 \dots$ in völlig unabhängiger Weise zu bestimmen und es erscheint somit, da in der ersten Methode alle späteren Coëfficienten bei der Berechnung der f^2 Coëfficienten auftreten, die ganze Entwicklung durchgreifend controlirt.

Tafel I.

ϵ	log f	Diff.	log E	Diff.	ϵ	log f	Diff.	log E	Diff.
-0.300	0.0462482	-1376	0.0031720	-90	-0.250	0.0392507	-1425	0.0027090	-95
-0.299	0.0461106	-1376	0.0031630	-91	-0.249	0.0391082	-1426	0.0026995	-95
-0.298	0.0459730	-1378	0.0031539	-90	-0.248	0.0389656	-1427	0.0026900	-95
-0.297	0.0458352	-1378	0.0031449	-91	-0.247	0.0388229	-1428	0.0026805	-96
-0.296	0.0456974	-1380	0.0031358	-91	-0.246	0.0386801	-1429	0.0026709	-96
-0.295	0.0455594	-1380	0.0031267	-91	-0.245	0.0385372	-1430	0.0026614	-95
-0.294	0.0454214	-1382	0.0031176	-91	-0.244	0.0383942	-1431	0.0026519	-96
-0.293	0.0452832	-1382	0.0031085	-91	-0.243	0.0382511	-1432	0.0026423	-95
-0.292	0.0451450	-1384	0.0030994	-91	-0.242	0.0381079	-1433	0.0026328	-96
-0.291	0.0450066	-1384	0.0030903	-91	-0.241	0.0379646	-1434	0.0026232	-96
-0.290	0.0448682	-1385	0.0030812	-92	-0.240	0.0378212	-1435	0.0026136	-96
-0.289	0.0447297	-1386	0.0030720	-91	-0.239	0.0376777	-1436	0.0026040	-96
-0.288	0.0445911	-1388	0.0030629	-91	-0.238	0.0375341	-1437	0.0025944	-96
-0.287	0.0444523	-1388	0.0030538	-92	-0.237	0.0373904	-1439	0.0025848	-96
-0.286	0.0443135	-1389	0.0030446	-92	-0.236	0.0372465	-1439	0.0025752	-96
-0.285	0.0441746	-1390	0.0030354	-91	-0.235	0.0371026	-1440	0.0025656	-96
-0.284	0.0440356	-1391	0.0030263	-92	-0.234	0.0369586	-1442	0.0025560	-97
-0.283	0.0438965	-1392	0.0030171	-92	-0.233	0.0368144	-1442	0.0025463	-96
-0.282	0.0437573	-1393	0.0030079	-92	-0.232	0.0366702	-1444	0.0025367	-97
-0.281	0.0436180	-1394	0.0029987	-92	-0.231	0.0365258	-1444	0.0025270	-97
-0.280	0.0434786	-1395	0.0029895	-93	-0.230	0.0363814	-1446	0.0025173	-96
-0.279	0.0433391	-1396	0.0029802	-92	-0.229	0.0362368	-1446	0.0025077	-97
-0.278	0.0431995	-1397	0.0029710	-92	-0.228	0.0360922	-1448	0.0024980	-97
-0.277	0.0430598	-1398	0.0029618	-93	-0.227	0.0359474	-1449	0.0024883	-97
-0.276	0.0429200	-1399	0.0029525	-92	-0.226	0.0358025	-1449	0.0024786	-97
-0.275	0.0427801	-1400	0.0029433	-93	-0.225	0.0356576	-1451	0.0024689	-98
-0.274	0.0426401	-1400	0.0029340	-93	-0.224	0.0355125	-1452	0.0024591	-97
-0.273	0.0425001	-1402	0.0029247	-92	-0.223	0.0353673	-1453	0.0024494	-98
-0.272	0.0423599	-1403	0.0029155	-93	-0.222	0.0352220	-1454	0.0024396	-97
-0.271	0.0422196	-1404	0.0029062	-93	-0.221	0.0350766	-1455	0.0024299	-98
-0.270	0.0420792	-1405	0.0028969	-93	-0.220	0.0349311	-1456	0.0024201	-98
-0.269	0.0419387	-1405	0.0028876	-94	-0.219	0.0347855	-1457	0.0024103	-98
-0.268	0.0417982	-1407	0.0028782	-93	-0.218	0.0346398	-1459	0.0024005	-97
-0.267	0.0416575	-1408	0.0028689	-93	-0.217	0.0344939	-1459	0.0023908	-99
-0.266	0.0415167	-1409	0.0028596	-94	-0.216	0.0343480	-1461	0.0023809	-98
-0.265	0.0413758	-1409	0.0028502	-93	-0.215	0.0342019	-1461	0.0023711	-98
-0.264	0.0412349	-1411	0.0028409	-94	-0.214	0.0340558	-1463	0.0023613	-98
-0.263	0.0410938	-1412	0.0028315	-94	-0.213	0.0339095	-1463	0.0023515	-99
-0.262	0.0409526	-1413	0.0028221	-93	-0.212	0.0337632	-1465	0.0023416	-98
-0.261	0.0408113	-1413	0.0028128	-94	-0.211	0.0336167	-1466	0.0023318	-99
-0.260	0.0406700	-1415	0.0028034	-94	-0.210	0.0334701	-1467	0.0023219	-99
-0.259	0.0405285	-1416	0.0027940	-94	-0.209	0.0333234	-1468	0.0023120	-99
-0.258	0.0403869	-1417	0.0027846	-95	-0.208	0.0331766	-1469	0.0023021	-99
-0.257	0.0402452	-1417	0.0027751	-94	-0.207	0.0330297	-1470	0.0022922	-99
-0.256	0.0401035	-1419	0.0027657	-94	-0.206	0.0328827	-1471	0.0022823	-99
-0.255	0.0399616	-1420	0.0027563	-95	-0.205	0.0327356	-1472	0.0022724	-99
-0.254	0.0398196	-1421	0.0027468	-94	-0.204	0.0325884	-1474	0.0022625	-99
-0.253	0.0396775	-1422	0.0027374	-95	-0.203	0.0324410	-1474	0.0022526	-100
-0.252	0.0395353	-1422	0.0027279	-95	-0.202	0.0322936	-1476	0.0022426	-99
-0.251	0.0393931	-1424	0.0027184	-94	-0.201	0.0321460	-1477	0.0022327	-100
-0.250	0.0392507		0.0027090		-0.200	0.0319983		0.0022227	

Tafel I.

ε	log f	Diff.	log E	Diff.	ε	log f	Diff.	log E	Diff.
-0.200	0.0319983	-1477	0.0022227	-100	-0.150	0.0244712	-1535	0.0017112	-105
-0.199	0.0318506	-1479	0022127	-100	-0.149	0243177	-1536	0017007	-106
-0.198	0317027	-1480	0022027	-100	-0.148	0241641	-1538	0016901	-105
-0.197	0315547	-1481	0021927	-100	-0.147	0240103	-1538	0016796	-105
-0.196	0314066	-1482	0021827	-100	-0.146	0238565	-1540	0016691	-106
-0.195	0.0312584	-1484	0.0021727	-100	-0.145	0.0237025	-1541	0.0016585	-105
-0.194	0311100	-1484	0021627	-101	-0.144	0235484	-1542	0016480	-106
-0.193	0309616	-1486	0021526	-100	-0.143	0233942	-1543	0016374	-106
-0.192	0308130	-1486	0021426	-101	-0.142	0232399	-1545	0016268	-106
-0.191	0306644	-1488	0021325	-100	-0.141	0230854	-1546	0016162	-106
-0.190	0.0305156	-1489	0.0021225	-101	-0.140	0.0229308	-1546	0.0016056	-106
-0.189	0303667	-1490	0021124	-101	-0.139	0227762	-1549	0015950	-106
-0.188	0302177	-1491	0021023	-101	-0.138	0226213	-1549	0015844	-107
-0.187	0300686	-1492	0020922	-101	-0.137	0224664	-1551	0015737	-106
-0.186	0299194	-1494	0020821	-101	-0.136	0223113	-1551	0015631	-107
-0.185	0.0297700	-1494	0.0020720	-101	-0.135	0.0221562	-1553	0.0015524	-106
-0.184	0296206	-1496	0020619	-102	-0.134	0220009	-1555	0015418	-107
-0.183	0294710	-1496	0020517	-101	-0.133	0218454	-1555	0015311	-107
-0.182	0293214	-1498	0020416	-102	-0.132	0216899	-1557	0015204	-107
-0.181	0291716	-1499	0020314	-102	-0.131	0215342	-1558	0015097	-107
-0.180	0.0290217	-1500	0.0020212	-101	-0.130	0.0213784	-1559	0.0014990	-108
-0.179	0288717	-1502	0020111	-102	-0.129	0212225	-1560	0014882	-107
-0.178	0287215	-1502	0020009	-102	-0.128	0210665	-1562	0014775	-108
-0.177	0285713	-1504	0019907	-103	-0.127	0209103	-1563	0014667	-107
-0.176	0284209	-1504	0019804	-102	-0.126	0207540	-1564	0014560	-108
-0.175	0.0282705	-1506	0.0019702	-102	-0.125	0.0205976	-1565	0.0014452	-108
-0.174	0281199	-1507	0019600	-103	-0.124	0204411	-1567	0014344	-108
-0.173	0279692	-1508	0019497	-102	-0.123	0202844	-1567	0014236	-108
-0.172	0278184	-1509	0019395	-103	-0.122	0201277	-1570	0014128	-108
-0.171	0276675	-1511	0019292	-103	-0.121	0199707	-1570	0014020	-108
-0.170	0.0275164	-1511	0.0019189	-102	-0.120	0.0198137	-1571	0.0013912	-109
-0.169	0273653	-1513	0019087	-103	-0.119	0196566	-1573	0013803	-108
-0.168	0272140	-1514	0018984	-103	-0.118	0194993	-1574	0013695	-109
-0.167	0270626	-1515	0018881	-104	-0.117	0193419	-1575	0013586	-109
-0.166	0269111	-1516	0018777	-103	-0.116	0191844	-1577	0013477	-109
-0.165	0.0267595	-1517	0.0018674	-103	-0.115	0.0190267	-1578	0.0013368	-109
-0.164	0266078	-1519	0018571	-104	-0.114	0188689	-1579	0013259	-109
-0.163	0264559	-1520	0018467	-103	-0.113	0187110	-1580	0013150	-109
-0.162	0263039	-1520	0018364	-104	-0.112	0185530	-1582	0013041	-110
-0.161	0261519	-1522	0018260	-104	-0.111	0183948	-1583	0012931	-109
-0.160	0.0259997	-1524	0.0018156	-104	-0.110	0.0182365	-1584	0.0012822	-110
-0.159	0258473	-1524	0018052	-104	-0.109	0180781	-1585	0012712	-109
-0.158	0256949	-1525	0017948	-104	-0.108	0179196	-1587	0012603	-110
-0.157	0255424	-1527	0017844	-104	-0.107	0177609	-1588	0012493	-110
-0.156	0253897	-1528	0017740	-105	-0.106	0176021	-1589	0012383	-110
-0.155	0.0252369	-1529	0.0017635	-104	-0.105	0.0174432	-1590	0.0012273	-111
-0.154	0250840	-1530	0017531	-105	-0.104	0172842	-1592	0012162	-110
-0.153	0249310	-1532	0017426	-105	-0.103	0171250	-1593	0012052	-110
-0.152	0247778	-1532	0017321	-104	-0.102	0169657	-1595	0011942	-111
-0.151	0246246	-1534	0017217	-105	-0.101	0168062	-1595	0011831	-111
-0.150	0.0244712	-1534	0.0017112	-105	-0.100	0.0166467	-1595	0.0011720	-111

Tafel I.

ε	log f	Diff.	log E	Diff.	ε	log f	Diff.	log E	Diff.
-0.100	0.0166467	-1597	0.0011720	-111	-0.050	0.0084993	-1665	0.0006027	-118
-0.099	0164870	-1598	0011609	-110	-0.049	0083328	-1665	0005909	-117
-0.098	0163272	-1600	0011499	-112	-0.048	0081663	-1668	0005792	-117
-0.097	0161672	-1601	0011387	-111	-0.047	0079995	-1668	0005675	-118
-0.096	0160071	-1602	0011276	-111	-0.046	0078327	-1670	0005557	-118
-0.095	0.0158469	-1603	0.0011165	-111	-0.045	0.0076657	-1671	0.0005439	-117
-0.094	0156866	-1605	0011054	-112	-0.044	0074986	-1673	0005322	-118
-0.093	0155261	-1606	0010942	-112	-0.043	0073313	-1675	0005204	-118
-0.092	0153655	-1607	0010830	-111	-0.042	0071638	-1675	0005086	-119
-0.091	0152048	-1609	0010719	-112	-0.041	0069963	-1677	0004967	-118
-0.090	0.0150439	-1610	0.0010607	-112	-0.040	0.0068286	-1679	0.0004849	-119
-0.089	0148829	-1611	0010495	-113	-0.039	0066607	-1680	0004730	-118
-0.088	0147218	-1613	0010382	-112	-0.038	0064927	-1681	0004612	-119
-0.087	0145605	-1614	0010270	-112	-0.037	0063246	-1683	0004493	-119
-0.086	0143991	-1615	0010158	-113	-0.036	0061563	-1684	0004374	-119
-0.085	0.0142376	-1617	0.0010045	-112	-0.035	0.0059879	-1686	0.0004255	-119
-0.084	0140759	-1617	0009933	-113	-0.034	0058193	-1687	0004136	-119
-0.083	0139142	-1620	0009820	-113	-0.033	0056506	-1689	0004017	-120
-0.082	0137522	-1620	0009707	-113	-0.032	0054817	-1690	0003897	-120
-0.081	0135902	-1622	0009594	-113	-0.031	0053127	-1692	0003777	-119
-0.080	0.0134280	-1623	0.0009481	-114	-0.030	0.0051435	-1693	0.0003658	-120
-0.079	0132657	-1625	0009367	-113	-0.029	0049742	-1694	0003538	-120
-0.078	0131032	-1626	0009254	-113	-0.028	0048048	-1696	0003418	-120
-0.077	0129406	-1627	0009141	-114	-0.027	0046352	-1697	0003298	-121
-0.076	0127779	-1628	0009027	-114	-0.026	0044655	-1699	0003177	-120
-0.075	0.0126151	-1630	0.0008913	-114	-0.025	0.0042956	-1700	0.0003057	-121
-0.074	0124521	-1632	0008799	-114	-0.024	0041256	-1702	0002936	-120
-0.073	0122889	-1632	0008685	-114	-0.023	0039554	-1703	0002816	-121
-0.072	0121257	-1634	0008571	-114	-0.022	0037851	-1705	0002695	-121
-0.071	0119623	-1636	0008457	-115	-0.021	0036146	-1706	0002574	-121
-0.070	0.0117987	-1636	0.0008342	-114	-0.020	0.0034440	-1708	0.0002453	-122
-0.069	0116351	-1638	0008228	-115	-0.019	0032732	-1709	0002331	-121
-0.068	0114713	-1640	0008113	-115	-0.018	0031023	-1711	0002210	-122
-0.067	0113073	-1640	0007998	-115	-0.017	0029312	-1712	0002088	-121
-0.066	0111433	-1643	0007883	-115	-0.016	0027600	-1714	0001967	-122
-0.065	0.0109790	-1643	0.0007768	-115	-0.015	0.0025886	-1715	0.0001845	-122
-0.064	0108147	-1645	0007653	-115	-0.014	0024171	-1717	0001723	-122
-0.063	0106502	-1646	0007538	-116	-0.013	0022454	-1718	0001601	-122
-0.062	0104856	-1648	0007422	-115	-0.012	0020736	-1719	0001479	-123
-0.061	0103208	-1649	0007307	-116	-0.011	0019017	-1722	0001356	-122
-0.060	0.0101559	-1650	0.0007191	-116	-0.010	0.0017295	-1722	0.0001234	-123
-0.059	0099909	-1652	0007075	-116	-0.009	0015573	-1725	0001111	-123
-0.058	0098257	-1653	0006959	-116	-0.008	0013848	-1725	0000988	-123
-0.057	0096604	-1655	0006843	-116	-0.007	0012123	-1728	0000865	-123
-0.056	0094949	-1656	0006727	-117	-0.006	0010395	-1728	0000742	-123
-0.055	0.0093293	-1657	0.0006610	-116	-0.005	0.0008667	-1731	0.0000619	-124
-0.054	0091636	-1659	0006494	-117	-0.004	0006936	-1731	0000495	-123
-0.053	0089977	-1660	0006377	-117	-0.003	0005205	-1734	0000372	-124
-0.052	0088317	-1661	0006260	-116	-0.002	0003471	-1735	0000248	-124
-0.051	0086656	-1663	0006144	-117	-0.001	0001736	-1736	0000124	-124
-0.050	0.0084993	-1663	0.0006027	-117	0.000	0.0000000	-1736	0.0000000	-124

Tafel I.

ϵ	log f	Diff.	log E	Diff.	ϵ	log f	Diff.	log E	Diff.
0·000	0·0000000	—1738	0·0000000	—124	+0·050	9·9911156	—1818	9·9993606	—132
+0·001	9·9998262	—1739	9·999876	—124	+0·051	9909338	—1821	9993474	—132
+0·002	9996523	—1741	9999752	—125	+0·052	9907517	—1822	9993342	—133
+0·003	9994782	—1743	9999627	—125	+0·053	9905695	—1823	9993209	—132
+0·004	9993039	—1744	9999502	—124	+0·054	9903872	—1826	9993077	—133
+0·005	9·9991295	—1746	9·9999378	—125	+0·055	9·9902046	—1827	9·9992944	—132
+0·006	9989549	—1747	9999253	—125	+0·056	9900219	—1829	9992812	—133
+0·007	9987802	—1749	9999128	—125	+0·057	9898390	—1831	9992679	—133
+0·008	9986053	—1750	9999003	—126	+0·058	9896559	—1832	9992546	—133
+0·009	9984303	—1752	9998877	—125	+0·059	9894727	—1834	9992413	—134
+0·010	9·9982551	—1754	9·9998752	—126	+0·060	9·9892893	—1836	9·9992279	—133
+0·011	9980797	—1755	9998626	—126	+0·061	9891057	—1837	9992146	—134
+0·012	9979042	—1756	9998500	—126	+0·062	9889220	—1839	9992012	—134
+0·013	9977286	—1759	9998374	—126	+0·063	9887381	—1841	9991878	—134
+0·014	9975527	—1759	9998248	—126	+0·064	9885540	—1843	9991744	—134
+0·015	9·9973768	—1762	9·9998122	—126	+0·065	9·9883697	—1845	9·9991610	—135
+0·016	9972006	—1763	9997996	—127	+0·066	9881852	—1846	9991475	—134
+0·017	9970243	—1764	9997869	—127	+0·067	9880006	—1848	9991341	—135
+0·018	9968479	—1766	9997742	—126	+0·068	9878158	—1849	9991206	—135
+0·019	9966713	—1768	9997616	—127	+0·069	9876309	—1852	9991071	—135
+0·020	9·9964945	—1769	9·9997489	—128	+0·070	9·9874457	—1853	9·9990936	—135
+0·021	9963176	—1771	9997361	—127	+0·071	9872604	—1855	9990801	—136
+0·022	9961405	—1773	9997234	—127	+0·072	9870749	—1857	9990665	—135
+0·023	9959632	—1774	9997107	—128	+0·073	9868892	—1858	9990530	—136
+0·024	9957858	—1776	9996979	—128	+0·074	9867034	—1861	9990394	—136
+0·025	9·9956082	—1777	9·9996851	—128	+0·075	9·9865173	—1862	9·9990258	—136
+0·026	9954305	—1779	9996723	—128	+0·076	9863311	—1864	9990122	—136
+0·027	9952526	—1781	9996595	—128	+0·077	9861447	—1865	9989986	—137
+0·028	9950745	—1782	9996467	—128	+0·078	9859582	—1868	9989849	—136
+0·029	9948963	—1784	9996339	—129	+0·079	9857714	—1869	9989713	—137
+0·030	9·9947179	—1785	9·9996210	—129	+0·080	9·9855845	—1871	9·9989576	—137
+0·031	9945394	—1787	9996081	—129	+0·081	9853974	—1873	9989439	—137
+0·032	9943607	—1789	9995952	—129	+0·082	9852101	—1874	9989302	—138
+0·033	9941818	—1790	9995823	—129	+0·083	9850227	—1877	9989164	—137
+0·034	9940028	—1792	9995694	—129	+0·084	9848350	—1878	9989027	—138
+0·035	9·9938236	—1794	9·9995565	—130	+0·085	9·9846472	—1880	9·9988889	—138
+0·036	9936442	—1795	9995435	—129	+0·086	9844592	—1882	9988751	—138
+0·037	9934647	—1797	9995306	—130	+0·087	9842710	—1883	9988613	—138
+0·038	9932850	—1799	9995176	—130	+0·088	9840827	—1886	9988475	—138
+0·039	9931051	—1800	9995046	—130	+0·089	9838941	—1887	9988337	—139
+0·040	9·9929251	—1802	9·9994916	—130	+0·090	9·9837054	—1889	9·9988198	—138
+0·041	9927449	—1804	9994786	—131	+0·091	9835165	—1891	9988060	—139
+0·042	9925645	—1805	9994655	—131	+0·092	9833274	—1893	9987921	—139
+0·043	9923840	—1807	9994524	—130	+0·093	9831381	—1895	9987782	—140
+0·044	9922033	—1808	9994394	—131	+0·094	9829486	—1896	9987642	—139
+0·045	9·9920225	—1811	9·9994263	—131	+0·095	9·9827590	—1898	9·9987503	—140
+0·046	9918414	—1812	9994132	—132	+0·096	9825692	—1901	9987363	—140
+0·047	9916602	—1813	9994000	—131	+0·097	9823791	—1902	9987223	—140
+0·048	9914789	—1816	9993869	—132	+0·098	9821889	—1904	9987083	—140
+0·049	9912973	—1817	9993737	—131	+0·099	9819985	—1905	9986943	—140
+0·050	9·9911156		9·9993606		+0·100	9·9818080		9·9986803	

Tafel I.

ε	log f	Diff.	log E	Diff.	ε	log f	Diff.	log E	Diff.
+0°100	9°9818080	—1908	9°9986803	—141	+0°150	9°9720325	—2006	9°9979545	—151
+0°101	9816172	—1910	9986662	—140	+0°151	9718319	—2008	9979394	—150
+0°102	9814262	—1911	9986522	—141	+0°152	9716311	—2011	9979244	—151
+0°103	9812351	—1913	9986381	—141	+0°153	9714300	—2012	9979093	—150
+0°104	9810438	—1915	9986240	—142	+0°154	9712288	—2015	9978943	—151
+0°105	9°9808523	—1917	9°9986098	—141	+0°155	9°9710273	—2016	9°9978792	—152
+0°106	9806606	—1919	9985957	—142	+0°156	9708257	—2019	9978640	—151
+0°107	9804687	—1921	9985815	—141	+0°157	9706238	—2021	9978489	—152
+0°108	9802766	—1923	9985674	—142	+0°158	9704217	—2023	9978337	—151
+0°109	9800843	—1925	9985532	—143	+0°159	9702194	—2025	9978186	—153
+0°110	9°9798918	—1926	9°9985389	—142	+0°160	9°9700169	—2027	9°9978033	—152
+0°111	9796992	—1929	9985247	—143	+0°161	9698142	—2030	9977881	—152
+0°112	9795063	—1930	9985104	—142	+0°162	9696112	—2031	9977729	—153
+0°113	9793133	—1932	9984962	—143	+0°163	9694081	—2034	9977576	—153
+0°114	9791201	—1935	9984819	—143	+0°164	9692047	—2036	9977423	—153
+0°115	9°9789266	—1936	9°9984676	—144	+0°165	9°9690011	—2038	9°9977270	—153
+0°116	9787330	—1938	9984532	—143	+0°166	9687973	—2040	9977117	—154
+0°117	9785392	—1940	9984389	—144	+0°167	9685933	—2042	9976963	—153
+0°118	9783452	—1942	9984245	—144	+0°168	9683891	—2044	9976810	—154
+0°119	9781510	—1944	9984101	—144	+0°169	9681847	—2047	9976656	—155
+0°120	9°9779566	—1945	9°9983957	—144	+0°170	9°9679800	—2048	9°9976501	—154
+0°121	9777621	—1948	9983813	—145	+0°171	9677752	—2051	9976347	—154
+0°122	9775673	—1950	9983668	—144	+0°172	9675701	—2053	9976193	—155
+0°123	9773723	—1952	9983524	—145	+0°173	9673648	—2056	9976038	—155
+0°124	9771771	—1953	9983379	—145	+0°174	9671592	—2057	9975883	—156
+0°125	9°9769818	—1956	9°9983234	—145	+0°175	9°9669535	—2060	9°9975727	—155
+0°126	9767862	—1958	9983089	—146	+0°176	9667475	—2061	9975572	—156
+0°127	9765904	—1959	9982943	—145	+0°177	9665414	—2064	9975416	—156
+0°128	9763945	—1962	9982798	—146	+0°178	9663350	—2067	9975260	—156
+0°129	9761983	—1963	9982652	—146	+0°179	9661283	—2068	9975104	—156
+0°130	9°9760020	—1966	9°9982506	—146	+0°180	9°9659215	—2071	9°9974948	—157
+0°131	9758054	—1967	9982360	—147	+0°181	9657144	—2073	9974791	—156
+0°132	9756087	—1970	9982213	—146	+0°182	9655071	—2075	9974635	—157
+0°133	9754117	—1971	9982067	—147	+0°183	9652996	—2077	9974478	—157
+0°134	9752146	—1974	9981920	—147	+0°184	9650919	—2080	9974321	—158
+0°135	9°9750172	—1976	9°9981773	—147	+0°185	9°9648839	—2082	9°9974163	—158
+0°136	9748196	—1977	9981626	—147	+0°186	9646757	—2084	9974005	—157
+0°137	9746219	—1980	9981479	—148	+0°187	9644673	—2086	9973848	—159
+0°138	9744239	—1981	9981331	—148	+0°188	9642587	—2088	9973689	—158
+0°139	9742258	—1984	9981183	—148	+0°189	9640499	—2091	9973531	—158
+0°140	9°9740274	—1986	9°9981035	—148	+0°190	9°9638408	—2093	9°9973373	—159
+0°141	9738288	—1987	9980887	—148	+0°191	9636315	—2096	9973214	—159
+0°142	9736301	—1990	9980739	—149	+0°192	9634219	—2098	9973055	—159
+0°143	9734311	—1992	9980590	—149	+0°193	9632121	—2099	9972896	—160
+0°144	9732319	—1994	9980441	—149	+0°194	9630022	—2103	9972736	—159
+0°145	9°9730325	—1996	9°9980292	—149	+0°195	9°9627919	—2104	9°9972577	—160
+0°146	9728329	—1998	9980143	—149	+0°196	9625815	—2107	9972417	—161
+0°147	9726331	—2000	9979994	—150	+0°197	9623708	—2109	9972256	—160
+0°148	9724331	—2002	9979844	—149	+0°198	9621599	—2112	9972096	—160
+0°149	9722329	—2004	9979695	—150	+0°199	9619487	—2113	9971936	—161
+0°150	9°9720325		9°9979545		+0°200	9°9617374		9°9971775	

Tafel I.

ϵ	log f	Diff.	log E	Diff.	ϵ	log f	Diff.	log E	Diff.
+0.200	9.9617374		9.9971775		+0.250	9.9508611		9.9963427	
+0.201	9615258	-2116	9971614	-161	+0.251	9506371	-2240	9963254	-173
+0.202	9613139	-2119	9971452	-162	+0.252	9504129	-2242	9963080	-174
+0.203	9611018	-2121	9971291	-161	+0.253	9501885	-2244	9962906	-174
+0.204	9608895	-2123	9971129	-162	+0.254	9499637	-2248	9962732	-174
		-2125		-162			-2249		-174
+0.205	9.9606770		9.9970967		+0.255	9.9497388		9.9962558	
+0.206	9604642	-2128	9970805	-162	+0.256	9495135	-2253	9962383	-175
+0.207	9602512	-2130	9970643	-162	+0.257	9492880	-2255	9962208	-175
+0.208	9600380	-2132	9970480	-163	+0.258	9490622	-2258	9962033	-175
+0.209	9598245	-2135	9970317	-163	+0.259	9488362	-2260	9961857	-176
		-2138		-163			-2263		-175
+0.210	9.9596107		9.9970154		+0.260	9.9486099		9.9961682	
+0.211	9593968	-2139	9969990	-164	+0.261	9483833	-2266	9961506	-176
+0.212	9591826	-2142	9969827	-163	+0.262	9481564	-2269	9961329	-177
+0.213	9589682	-2144	9969663	-164	+0.263	9479293	-2271	9961153	-176
+0.214	9587535	-2147	9969499	-164	+0.264	9477019	-2274	9960976	-177
		-2149		-165			-2277		-177
+0.215	9.9585386		9.9969334		+0.265	9.9474742		9.9960799	
+0.216	9583234	-2152	9969170	-164	+0.266	9472463	-2279	9960621	-178
+0.217	9581080	-2154	9969005	-165	+0.267	9470181	-2282	9960444	-177
+0.218	9578924	-2156	9968840	-165	+0.268	9467896	-2285	9960266	-178
+0.219	9576765	-2159	9968675	-165	+0.269	9465609	-2287	9960088	-178
		-2161		-166			-2290		-179
+0.220	9.9574604		9.9968509		+0.270	9.9463319		9.9959909	
+0.221	9572440	-2164	9968343	-166	+0.271	9461026	-2293	9959730	-179
+0.222	9570274	-2166	9968177	-166	+0.272	9458730	-2296	9959551	-179
+0.223	9568106	-2168	9968011	-166	+0.273	9456431	-2299	9959372	-179
+0.224	9565935	-2171	9967845	-166	+0.274	9454130	-2301	9959192	-180
		-2174		-167			-2304		-180
+0.225	9.9563761		9.9967678		+0.275	9.9451826		9.9959012	
+0.226	9561585	-2176	9967511	-167	+0.276	9449519	-2307	9958832	-180
+0.227	9559407	-2178	9967344	-167	+0.277	9447210	-2309	9958652	-180
+0.228	9557226	-2181	9967176	-168	+0.278	9444897	-2313	9958471	-181
+0.229	9555043	-2183	9967008	-168	+0.279	9442582	-2315	9958290	-181
		-2186		-168			-2318		-181
+0.230	9.9552857		9.9966840		+0.280	9.9440264		9.9958109	
+0.231	9550669	-2188	9966672	-168	+0.281	9437943	-2321	9957927	-182
+0.232	9548478	-2191	9966504	-168	+0.282	9435620	-2323	9957745	-182
+0.233	9546285	-2193	9966335	-169	+0.283	9433293	-2327	9957563	-182
+0.234	9544089	-2196	9966166	-169	+0.284	9430964	-2329	9957381	-182
		-2198		-169			-2332		-183
+0.235	9.9541891		9.9965997		+0.285	9.9428632		9.9957198	
+0.236	9539690	-2201	9965827	-170	+0.286	9426297	-2335	9957015	-183
+0.237	9537487	-2203	9965657	-170	+0.287	9423959	-2338	9956832	-183
+0.238	9535281	-2206	9965487	-170	+0.288	9421618	-2341	9956648	-184
+0.239	9533072	-2209	9965317	-170	+0.289	9419275	-2343	9956464	-184
		-2211		-170			-2347		-184
+0.240	9.9530861		9.9965147		+0.290	9.9416938		9.9956280	
+0.241	9528648	-2213	9964976	-171	+0.291	9414579	-2349	9956096	-184
+0.242	9526432	-2216	9964805	-171	+0.292	9412226	-2353	9955911	-185
+0.243	9524213	-2219	9964633	-172	+0.293	9409871	-2355	9955726	-185
+0.244	9521992	-2221	9964462	-171	+0.294	9407513	-2358	9955541	-185
		-2224		-172			-2361		-186
+0.245	9.9519768		9.9964290		+0.295	9.9405152		9.9955355	
+0.246	9517542	-2226	9964118	-172	+0.296	9402788	-2364	9955169	-186
+0.247	9515313	-2229	9963946	-172	+0.297	9400421	-2367	9954983	-186
+0.248	9513051	-2232	9963773	-173	+0.298	9398052	-2369	9954796	-187
+0.249	9510847	-2234	9963600	-173	+0.299	9395679	-2373	9954609	-187
		-2236		-173			-2376		-187
+0.250	9.9508611		9.9963427		+0.300	9.9393303		9.9954422	

Tafel II.

n	log G	Diff.	n	log G	Diff.	n	log G	Diff.	n	log G	Diff.
-0.300	9.9524667	+1449	-0.250	9.9598104	+1491	-0.200	9.9673685	+1534	-0.150	9.9751529	+1581
-0.299	9526116	+1449	-0.249	9599595	+1491	-0.199	9675219	+1536	-0.149	9753110	+1582
-0.298	9527565	+1450	-0.248	9601086	+1492	-0.198	9676755	+1536	-0.148	9754692	+1583
-0.297	9529015	+1451	-0.247	9602578	+1493	-0.197	9678291	+1537	-0.147	9756275	+1584
-0.296	9530466	+1452	-0.246	9604071	+1493	-0.196	9679828	+1538	-0.146	9757859	+1584
-0.295	9.9531918	+1452	-0.245	9.9605564	+1495	-0.195	9.9681366	+1538	-0.145	9.9759443	+1586
-0.294	9533370	+1454	-0.244	9607059	+1495	-0.194	9682904	+1540	-0.144	9761029	+1586
-0.293	9534824	+1454	-0.243	9608554	+1496	-0.193	9684444	+1541	-0.143	9762615	+1588
-0.292	9536278	+1455	-0.242	9610050	+1497	-0.192	9685985	+1541	-0.142	9764203	+1589
-0.291	9537733	+1456	-0.241	9611547	+1498	-0.191	9687526	+1543	-0.141	9765792	+1589
-0.290	9.9539189	+1456	-0.240	9.9613045	+1499	-0.190	9.9689069	+1543	-0.140	9.9767381	+1591
-0.289	9540645	+1458	-0.239	9614544	+1500	-0.189	9690612	+1545	-0.139	9768972	+1591
-0.288	9542103	+1458	-0.238	9616044	+1501	-0.188	9692157	+1545	-0.138	9770563	+1592
-0.287	9543561	+1459	-0.237	9617545	+1501	-0.187	9693702	+1546	-0.137	9772155	+1594
-0.286	9545020	+1460	-0.236	9619046	+1502	-0.186	9695248	+1547	-0.136	9773749	+1594
-0.285	9.9546480	+1461	-0.235	9.9620548	+1503	-0.185	9.9696795	+1548	-0.135	9.9775343	+1596
-0.284	9547941	+1462	-0.234	9622051	+1505	-0.184	9698343	+1549	-0.134	9776939	+1596
-0.283	9549403	+1462	-0.233	9623556	+1504	-0.183	9699892	+1550	-0.133	9778535	+1597
-0.282	9550865	+1463	-0.232	9625060	+1506	-0.182	9701442	+1550	-0.132	9780132	+1598
-0.281	9552328	+1464	-0.231	9626566	+1507	-0.181	9702992	+1552	-0.131	9781730	+1600
-0.280	9.9553792	+1465	-0.230	9.9628073	+1508	-0.180	9.9704544	+1553	-0.130	9.9783330	+1600
-0.279	9555257	+1466	-0.229	9629581	+1508	-0.179	9706097	+1553	-0.129	9784930	+1601
-0.278	9556723	+1467	-0.228	9631089	+1509	-0.178	9707650	+1555	-0.128	9786531	+1602
-0.277	9558190	+1467	-0.227	9632598	+1510	-0.177	9709205	+1555	-0.127	9788133	+1603
-0.276	9559657	+1468	-0.226	9634108	+1512	-0.176	9710760	+1556	-0.126	9789736	+1605
-0.275	9.9561125	+1469	-0.225	9.9635620	+1512	-0.175	9.9712316	+1558	-0.125	9.9791341	+1605
-0.274	9562594	+1470	-0.224	9637132	+1512	-0.174	9713874	+1558	-0.124	9792946	+1606
-0.273	9564064	+1471	-0.223	9638644	+1514	-0.173	9715432	+1559	-0.123	9794552	+1607
-0.272	9565535	+1471	-0.222	9640158	+1515	-0.172	9716991	+1560	-0.122	9796159	+1608
-0.271	9567006	+1473	-0.221	9641673	+1515	-0.171	9718551	+1561	-0.121	9797767	+1609
-0.270	9.9568479	+1473	-0.220	9.9643188	+1517	-0.170	9.9720112	+1562	-0.120	9.9799376	+1610
-0.269	9569952	+1474	-0.219	9644705	+1517	-0.169	9721674	+1563	-0.119	9800986	+1611
-0.268	9571426	+1475	-0.218	9646222	+1518	-0.168	9723237	+1564	-0.118	9802597	+1612
-0.267	9572901	+1476	-0.217	9647740	+1519	-0.167	9724801	+1564	-0.117	9804209	+1613
-0.266	9574377	+1477	-0.216	9649259	+1520	-0.166	9726365	+1566	-0.116	9805822	+1614
-0.265	9.9575854	+1477	-0.215	9.9650779	+1521	-0.165	9.9727931	+1567	-0.115	9.9807436	+1615
-0.264	9577331	+1478	-0.214	9652300	+1521	-0.164	9729498	+1567	-0.114	9809051	+1616
-0.263	9578809	+1479	-0.213	9653821	+1523	-0.163	9731065	+1569	-0.113	9810667	+1618
-0.262	9580288	+1480	-0.212	9655344	+1523	-0.162	9732634	+1569	-0.112	9812285	+1618
-0.261	9581768	+1481	-0.211	9656867	+1525	-0.161	9734203	+1570	-0.111	9813903	+1619
-0.260	9.9583249	+1482	-0.210	9.9658392	+1525	-0.160	9.9735773	+1572	-0.110	9.9815522	+1620
-0.259	9584731	+1482	-0.209	9659917	+1526	-0.159	9737345	+1572	-0.109	9817142	+1621
-0.258	9586213	+1484	-0.208	9661443	+1527	-0.158	9738917	+1573	-0.108	9818763	+1622
-0.257	9587697	+1484	-0.207	9662970	+1528	-0.157	9740490	+1574	-0.107	9820385	+1623
-0.256	9589181	+1485	-0.206	9664498	+1529	-0.156	9742064	+1575	-0.106	9822008	+1624
-0.255	9.9590666	+1486	-0.205	9.9666027	+1530	-0.155	9.9743639	+1577	-0.105	9.9823632	+1625
-0.254	9592152	+1487	-0.204	9667557	+1531	-0.154	9745216	+1577	-0.104	9825257	+1626
-0.253	9593639	+1488	-0.203	9669088	+1531	-0.153	9746793	+1578	-0.103	9826883	+1627
-0.252	9595127	+1488	-0.202	9670619	+1533	-0.152	9748371	+1579	-0.102	9828510	+1628
-0.251	9596615	+1489	-0.201	9672152	+1533	-0.151	9749950	+1579	-0.101	9830138	+1629
-0.250	9.9598104	+1489	-0.200	9.9673685	+1533	-0.150	9.9751529	+1579	-0.100	9.9831767	+1629

Tafel II.

n	log G	Diff.	n	log G	Diff.	n	log G	Diff.	n	log G	Diff.
-0.100	9.9831767	+1630	-0.050	9.9914540	+1682	0.000	0.0000000	+1738	+0.050	0.0088316	+1796
-0.099	9833397	+1631	-0.049	9916222	+1683	+0.001	0001738	+1739	+0.051	0090112	+1796
-0.098	9835028	+1633	-0.048	9917905	+1685	+0.002	0003477	+1740	+0.052	0091910	+1798
-0.097	9836661	+1633	-0.047	9919590	+1685	+0.003	0005217	+1741	+0.053	0093709	+1799
-0.096	9838294	+1634	-0.046	9921275	+1687	+0.004	0006958	+1742	+0.054	0095510	+1801
-0.095	9.9839928	+1635	-0.045	9.9922962	+1688	+0.005	0.0008700	+1744	+0.055	0.0097311	+1803
-0.094	9841563	+1636	-0.044	9924650	+1689	+0.006	0010444	+1744	+0.056	0099114	+1804
-0.093	9843199	+1638	-0.043	9926339	+1689	+0.007	0012188	+1746	+0.057	0100918	+1805
-0.092	9844837	+1638	-0.042	9928028	+1691	+0.008	0013934	+1747	+0.058	0102723	+1806
-0.091	9846475	+1639	-0.041	9929719	+1693	+0.009	0015681	+1748	+0.059	0104529	+1808
-0.090	9.9848114	+1641	-0.040	9.9931412	+1693	+0.010	0.0017429	+1749	+0.060	0.0106337	+1809
-0.089	9849755	+1641	-0.039	9933105	+1694	+0.011	0019178	+1751	+0.061	0108146	+1810
-0.088	9851396	+1642	-0.038	9934799	+1695	+0.012	0020929	+1751	+0.062	0109956	+1812
-0.087	9853038	+1644	-0.037	9936494	+1697	+0.013	0022680	+1753	+0.063	0111768	+1812
-0.086	9854682	+1644	-0.036	9938191	+1697	+0.014	0024433	+1754	+0.064	0113580	+1814
-0.085	9.9856326	+1646	-0.035	9.9939888	+1699	+0.015	0.0026187	+1755	+0.065	0.0115394	+1815
-0.084	9857972	+1646	-0.034	9941587	+1699	+0.016	0027942	+1756	+0.066	0117209	+1816
-0.083	9859618	+1648	-0.033	9943286	+1701	+0.017	0029698	+1757	+0.067	0119025	+1818
-0.082	9861266	+1648	-0.032	9944987	+1702	+0.018	0031455	+1759	+0.068	0120843	+1819
-0.081	9862914	+1650	-0.031	9946689	+1703	+0.019	0033214	+1760	+0.069	0122662	+1820
-0.080	9.9864564	+1650	-0.030	9.9948392	+1704	+0.020	0.0034974	+1761	+0.070	0.0124482	+1821
-0.079	9866214	+1652	-0.029	9950096	+1705	+0.021	0036735	+1762	+0.071	0126303	+1823
-0.078	9867866	+1653	-0.028	9951801	+1707	+0.022	0038497	+1763	+0.072	0128126	+1823
-0.077	9869519	+1654	-0.027	9953508	+1707	+0.023	0040260	+1764	+0.073	0129949	+1825
-0.076	9871173	+1654	-0.026	9955215	+1709	+0.024	0042024	+1766	+0.074	0131774	+1827
-0.075	9.9872827	+1656	-0.025	9.9956924	+1709	+0.025	0.0043790	+1767	+0.075	0.0133601	+1827
-0.074	9874483	+1657	-0.024	9958633	+1711	+0.026	0045557	+1768	+0.076	0135428	+1829
-0.073	9876140	+1658	-0.023	9960344	+1712	+0.027	0047325	+1769	+0.077	0137257	+1830
-0.072	9877798	+1659	-0.022	9962056	+1713	+0.028	0049094	+1770	+0.078	0139087	+1831
-0.071	9879457	+1660	-0.021	9963769	+1714	+0.029	0050864	+1771	+0.079	0140918	+1833
-0.070	9.9881117	+1661	-0.020	9.9965483	+1715	+0.030	0.0052635	+1773	+0.080	0.0142751	+1834
-0.069	9882778	+1662	-0.019	9967198	+1716	+0.031	0054408	+1774	+0.081	0144585	+1835
-0.068	9884440	+1663	-0.018	9968914	+1718	+0.032	0056182	+1775	+0.082	0146420	+1836
-0.067	9886103	+1665	-0.017	9970632	+1718	+0.033	0057957	+1776	+0.083	0148256	+1838
-0.066	9887768	+1665	-0.016	9972350	+1720	+0.034	0059733	+1778	+0.084	0150094	+1839
-0.065	9.9889433	+1666	-0.015	9.9974070	+1721	+0.035	0.0061511	+1778	+0.085	0.0151933	+1840
-0.064	9891099	+1668	-0.014	9975791	+1722	+0.036	0063289	+1780	+0.086	0153773	+1841
-0.063	9892767	+1668	-0.013	9977513	+1723	+0.037	0065069	+1781	+0.087	0155614	+1843
-0.062	9894435	+1670	-0.012	9979236	+1724	+0.038	0066850	+1782	+0.088	0157457	+1844
-0.061	9896105	+1670	-0.011	9980960	+1725	+0.039	0068632	+1784	+0.089	0159301	+1845
-0.060	9.9897775	+1672	0.010	9.9982685	+1726	+0.040	0.0070416	+1784	+0.090	0.0161146	+1847
-0.059	9899447	+1673	-0.009	9984411	+1728	+0.041	0072200	+1786	+0.091	0162993	+1847
-0.058	9901120	+1673	-0.008	9986139	+1729	+0.042	0073986	+1787	+0.092	0164840	+1850
-0.057	9902793	+1675	-0.007	9987868	+1729	+0.043	0075773	+1788	+0.093	0166690	+1850
-0.056	9904468	+1676	-0.006	9989597	+1731	+0.044	0077561	+1789	+0.094	0168540	+1852
-0.055	9.9906144	+1677	-0.005	9.9991328	+1732	+0.045	0.0079350	+1791	+0.095	0.0170392	+1853
-0.054	9907821	+1678	-0.004	9993060	+1734	+0.046	0081141	+1792	+0.096	0172245	+1854
-0.053	9909499	+1679	-0.003	9994794	+1734	+0.047	0082933	+1793	+0.097	0174099	+1855
-0.052	9911178	+1680	-0.002	9996528	+1735	+0.048	0084726	+1794	+0.098	0175954	+1857
-0.051	9912858	+1682	-0.001	9998263	+1737	+0.049	0086520	+1796	+0.099	0177811	+1858
-0.050	9.9914540	0.000	0.000	0.0000000	+1737	+0.050	0.0088316	+1796	+0.100	0.0179669	+1858

Tafel II.

n	log G	Diff.	n	log G	Diff.	n	log G	Diff.	n	log G	Diff.
+0.100	0.0179669	+1860	+0.150	0.0274261	+1926	+0.200	0.0372311	+1998	+0.250	0.0474061	+2075
-0.101	0.181529	+1860	+0.151	0.276187	+1928	-0.201	0.374309	+1999	-0.251	0.476136	+2076
-0.102	0.183389	+1862	+0.152	0.278115	+1929	-0.202	0.376308	+2001	-0.252	0.478212	+2077
-0.103	0.185251	+1864	+0.153	0.280044	+1931	-0.203	0.378309	+2002	-0.253	0.480289	+2080
-0.104	0.187115	+1864	+0.154	0.281975	+1932	-0.204	0.380311	+2004	-0.254	0.482369	+2081
+0.105	0.0188979	+1866	+0.155	0.0283907	+1933	-0.205	0.0382315	+2005	+0.255	0.0484450	+2082
-0.106	0.190845	+1867	+0.156	0.285840	+1934	-0.206	0.384320	+2007	-0.256	0.486532	+2084
-0.107	0.192712	+1869	+0.157	0.287774	+1937	-0.207	0.386327	+2009	+0.257	0.488616	+2086
-0.108	0.194581	+1870	+0.158	0.289711	+1937	-0.208	0.388336	+2009	-0.258	0.490702	+2087
-0.109	0.196451	+1871	+0.159	0.291648	+1939	-0.209	0.390345	+2012	+0.259	0.492789	+2089
+0.110	0.0198322	+1872	+0.160	0.0293537	+1940	-0.210	0.0392357	+2012	-0.260	0.0494878	+2091
-0.111	0.200194	+1874	+0.161	0.295527	+1942	-0.211	0.394369	+2015	-0.261	0.496969	+2092
-0.112	0.202068	+1875	+0.162	0.297469	+1943	-0.212	0.396384	+2016	-0.262	0.499061	+2094
-0.113	0.203943	+1876	+0.163	0.299412	+1944	-0.213	0.398400	+2017	-0.263	0.501155	+2095
-0.114	0.205819	+1878	+0.164	0.301356	+1946	-0.214	0.400417	+2019	-0.264	0.503250	+2097
+0.115	0.0207697	+1879	+0.165	0.0303302	+1948	-0.215	0.0402436	+2020	-0.265	0.0505347	+2098
-0.116	0.209576	+1880	+0.166	0.305250	+1948	-0.216	0.404456	+2022	-0.266	0.507445	+2101
-0.117	0.211456	+1882	+0.167	0.307198	+1950	-0.217	0.406478	+2023	-0.267	0.509546	+2102
-0.118	0.213338	+1883	+0.168	0.309148	+1952	-0.218	0.408501	+2025	-0.268	0.511648	+2103
-0.119	0.215221	+1884	+0.169	0.311100	+1953	-0.219	0.410526	+2026	-0.269	0.513751	+2105
+0.120	0.0217105	+1886	+0.170	0.0313053	+1954	-0.220	0.0412552	+2028	-0.270	0.0515856	+2107
-0.121	0.218991	+1887	+0.171	0.315007	+1956	-0.221	0.414580	+2030	-0.271	0.517963	+2108
-0.122	0.220878	+1888	+0.172	0.316963	+1957	-0.222	0.416610	+2031	-0.272	0.520071	+2110
-0.123	0.222766	+1890	+0.173	0.318920	+1959	-0.223	0.418641	+2032	-0.273	0.522181	+2112
-0.124	0.224656	+1891	+0.174	0.320879	+1960	-0.224	0.420673	+2034	-0.274	0.524293	+2113
+0.125	0.0226547	+1892	+0.175	0.0322839	+1962	-0.225	0.0422707	+2036	-0.275	0.0526406	+2115
-0.126	0.228439	+1894	+0.176	0.324801	+1963	-0.226	0.424743	+2037	-0.276	0.528521	+2117
-0.127	0.230333	+1895	+0.177	0.326764	+1964	-0.227	0.426780	+2039	-0.277	0.530638	+2118
-0.128	0.232228	+1896	+0.178	0.328728	+1966	-0.228	0.428819	+2040	-0.278	0.532756	+2120
-0.129	0.234124	+1898	+0.179	0.330694	+1967	-0.229	0.430859	+2041	-0.279	0.534876	+2121
+0.130	0.0236022	+1899	+0.180	0.0332661	+1969	-0.230	0.0432906	+2044	-0.280	0.0536997	+2124
-0.131	0.237921	+1901	+0.181	0.334630	+1970	-0.231	0.434944	+2044	-0.281	0.539121	+2124
-0.132	0.239822	+1901	+0.182	0.336600	+1971	-0.232	0.436988	+2047	-0.282	0.541245	+2127
-0.133	0.241723	+1903	+0.183	0.338571	+1973	-0.233	0.439035	+2048	-0.283	0.543372	+2128
-0.134	0.243626	+1905	+0.184	0.340544	+1975	-0.234	0.441083	+2049	-0.284	0.545500	+2130
+0.135	0.0245531	+1906	+0.185	0.0342519	+1976	-0.235	0.0443132	+2051	-0.285	0.0547630	+2131
-0.136	0.247437	+1907	+0.186	0.344495	+1977	-0.236	0.445183	+2053	-0.286	0.549761	+2134
-0.137	0.249344	+1908	+0.187	0.346472	+1979	-0.237	0.447236	+2054	-0.287	0.551895	+2135
-0.138	0.251252	+1910	+0.188	0.348451	+1980	-0.238	0.449290	+2055	-0.288	0.554030	+2136
-0.139	0.253162	+1911	+0.189	0.350431	+1982	-0.239	0.451345	+2057	-0.289	0.556166	+2138
+0.140	0.0255073	+1913	+0.190	0.0352413	+1983	-0.240	0.0453402	+2059	-0.290	0.0558304	+2140
-0.141	0.256986	+1914	+0.191	0.354396	+1985	-0.241	0.455461	+2061	-0.291	0.560444	+2142
-0.142	0.258900	+1915	+0.192	0.356331	+1986	-0.242	0.457522	+2062	-0.292	0.562586	+2143
-0.143	0.260815	+1917	+0.193	0.358367	+1987	-0.243	0.459584	+2063	-0.293	0.564729	+2145
-0.144	0.262732	+1918	+0.194	0.360354	+1990	-0.244	0.461647	+2065	-0.294	0.566874	+2147
+0.145	0.0264650	+1919	+0.195	0.0362344	+1990	-0.245	0.0463712	+2067	-0.295	0.0569021	+2148
-0.146	0.266569	+1921	+0.196	0.364334	+1992	-0.246	0.465779	+2068	-0.296	0.571169	+2150
-0.147	0.268490	+1922	+0.197	0.366326	+1993	-0.247	0.467847	+2070	-0.297	0.573319	+2152
-0.148	0.270412	+1924	+0.198	0.368319	+1995	-0.248	0.469917	+2071	-0.298	0.575471	+2153
-0.149	0.272336	+1925	+0.199	0.370314	+1997	-0.249	0.471988	+2073	-0.299	0.577624	+2155
+0.150	0.0274261	+1926	+0.200	0.0372311	+1998	-0.250	0.0474061	+2075	+0.300	0.0579779	

Tafel III. (Hyperbel.)

log H in Einheiten der 7. Decimale.

n	0·00	-0·01	-0·02	-0·03	-0·04	-0·05	-0·06	-0·07	-0·08	-0·09	-0·10	-0·11	-0·12	-0·13	-0·14	-0·15
ε = 0·00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-0·01	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4
-0·02	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	7
-0·03	0	0	0	0	1	2	2	3	4	4	5	5	6	7	8	9
-0·04	0	0	0	+1	+1	+2	+2	+3	+4	+4	+5	+5	+6	+7	+8	+9
-0·05	0	0	0	+1	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+10	+11	+12	+13
-0·06	0	0	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+8	+10	+11	+14	+16	+18	+21
-0·07	0	0	0	+1	+2	+3	+4	+6	+7	+9	+11	+13	+16	+18	+21	+24
-0·08	0	0	+1	+1	+2	+3	+5	+6	+8	+10	+13	+15	+18	+21	+24	+27
-0·09	0	0	+1	+1	+2	+4	+5	+7	+9	+12	+14	+17	+20	+23	+27	+30
-0·10	0	0	+1	+2	+3	+4	+6	+8	+10	+13	+16	+19	+22	+26	+30	+34
-0·11	0	0	+1	+2	+3	+4	+6	+9	+11	+14	+17	+21	+24	+28	+32	+37
-0·12	0	0	+1	+2	+3	+5	+7	+9	+12	+15	+19	+22	+26	+31	+35	+40
-0·13	0	0	+1	+2	+3	+5	+7	+10	+13	+16	+20	+24	+28	+33	+38	+43
-0·14	0	0	+1	+2	+4	+6	+8	+11	+14	+18	+21	+26	+30	+35	+41	+46
-0·15	0	0	+1	+2	+4	+6	+9	+12	+15	+19	+23	+27	+32	+38	+43	+49
-0·16	0	0	+1	+2	+4	+6	+9	+12	+16	+20	+24	+29	+34	+40	+46	+52
-0·17	0	0	+1	+2	+4	+7	+10	+13	+17	+21	+26	+31	+36	+42	+49	+55
-0·18	0	0	+1	+3	+5	+7	+10	+14	+18	+22	+27	+32	+38	+44	+51	+58
-0·19	0	0	+1	+3	+5	+7	+11	+14	+19	+23	+28	+34	+40	+47	+54	+61
-0·20	0	0	+1	+3	+5	+8	+11	+15	+19	+24	+30	+36	+42	+49	+56	+64
-0·21	0	0	+1	+3	+5	+8	+12	+16	+20	+25	+31	+37	+44	+51	+59	+67
-0·22	0	0	+1	+3	+6	+9	+12	+16	+21	+27	+32	+39	+46	+53	+61	+70
-0·23	0	0	+1	+3	+6	+9	+13	+17	+22	+28	+34	+41	+48	+56	+64	+73
-0·24	0	0	+2	+3	+6	+9	+13	+18	+23	+29	+35	+42	+50	+58	+66	+75
-0·25	0	0	+2	+3	+6	+10	+14	+18	+24	+30	+36	+44	+51	+60	+69	+78
-0·26	0	0	+2	+4	+6	+10	+14	+19	+25	+31	+38	+45	+53	+62	+71	+81
-0·27	0	0	+2	+4	+7	+10	+15	+20	+25	+32	+39	+47	+55	+64	+74	+84
-0·28	0	0	+2	+4	+7	+11	+15	+20	+26	+33	+40	+48	+57	+66	+76	+86
-0·29	0	0	+2	+4	+7	+11	+16	+21	+27	+34	+41	+50	+59	+68	+78	+89
-0·30	0	0	+2	+4	+7	+11	+16	+22	+28	+35	+43	+51	+60	+70	+81	+92

ϵ	n	-0.15	-0.16	-0.17	-0.18	-0.19	-0.20	-0.21	-0.22	-0.23	-0.24	-0.25	-0.26	-0.27	-0.28	-0.29	-0.30
-	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-	0.01	+4	+4	+4	+5	+7	+6	+7	+7	+8	+8	+9	+10	+10	+11	+12	+12
-	0.02	+7	+8	+9	+10	+11	+12	+13	+14	+15	+15	+17	+18	+19	+20	+22	+25
-	0.03	+10	+12	+13	+15	+16	+18	+19	+21	+23	+25	+27	+28	+30	+32	+34	+37
-	0.04	+14	+16	+17	+19	+21	+24	+26	+28	+30	+33	+35	+38	+40	+43	+46	+49
-	0.05	+17	+19	+22	+24	+27	+29	+32	+35	+38	+41	+44	+47	+50	+53	+57	+60
-	0.06	+21	+23	+26	+29	+32	+35	+38	+42	+45	+49	+52	+56	+60	+64	+68	+72
-	0.07	+24	+27	+30	+33	+37	+41	+44	+48	+52	+56	+61	+65	+69	+74	+79	+84
-	0.08	+27	+31	+34	+38	+42	+46	+50	+55	+59	+64	+69	+74	+79	+84	+90	+95
-	0.09	+30	+34	+38	+43	+47	+52	+56	+61	+66	+72	+77	+83	+88	+94	+100	+106
-	0.10	+34	+38	+42	+47	+52	+57	+62	+68	+73	+79	+85	+91	+98	+104	+111	+118
-	0.11	+37	+41	+46	+52	+57	+62	+68	+74	+80	+87	+93	+100	+107	+114	+121	+129
-	0.12	+40	+45	+50	+56	+62	+68	+74	+81	+87	+94	+101	+109	+116	+124	+132	+140
-	0.13	+43	+48	+54	+60	+67	+73	+80	+87	+94	+102	+109	+117	+125	+133	+142	+151
-	0.14	+46	+52	+58	+65	+71	+78	+86	+93	+101	+109	+117	+126	+134	+143	+152	+161
-	0.15	+49	+55	+62	+69	+76	+84	+91	+99	+108	+116	+125	+134	+143	+153	+162	+172
-	0.16	+52	+59	+66	+73	+81	+89	+97	+105	+114	+123	+132	+142	+152	+162	+172	+183
-	0.17	+55	+62	+70	+77	+85	+94	+102	+111	+121	+130	+140	+150	+161	+171	+182	+193
-	0.18	+58	+66	+73	+81	+90	+99	+108	+117	+127	+137	+148	+158	+169	+180	+192	+204
-	0.19	+61	+69	+77	+86	+94	+104	+113	+123	+134	+144	+155	+166	+178	+189	+202	+214
-	0.20	+64	+72	+81	+90	+99	+109	+119	+129	+140	+151	+162	+174	+186	+199	+211	+224
-	0.21	+67	+75	+84	+94	+103	+114	+124	+135	+146	+158	+170	+182	+195	+207	+221	+234
-	0.22	+70	+79	+88	+98	+108	+118	+129	+141	+153	+165	+177	+190	+203	+216	+230	+244
-	0.23	+73	+82	+92	+102	+112	+123	+135	+147	+159	+171	+184	+198	+211	+225	+239	+254
-	0.24	+75	+85	+95	+106	+117	+128	+140	+152	+165	+178	+191	+205	+219	+234	+249	+264
-	0.25	+78	+88	+99	+109	+121	+133	+145	+158	+171	+184	+198	+213	+227	+242	+258	+273
-	0.26	+81	+91	+102	+113	+125	+137	+150	+163	+177	+191	+205	+220	+235	+251	+267	+283
-	0.27	+84	+94	+105	+117	+129	+142	+155	+169	+183	+197	+212	+228	+243	+259	+276	+293
-	0.28	+86	+97	+109	+121	+134	+147	+160	+174	+189	+204	+219	+235	+251	+268	+285	+302
-	0.29	+89	+100	+112	+125	+138	+151	+165	+180	+195	+210	+226	+242	+259	+276	+294	+312
-	0.30	+92	+103	+116	+128	+142	+156	+170	+185	+201	+216	+233	+250	+267	+284	+302	+321

Tafel III. (Ellipse.)

log H in Einheiten der 7. Decimale.

n	0·00	+0·01	+0·02	+0·03	+0·04	+0·05	+0·06	+0·07	+0·08	+0·09	+0·10	+0·11	+0·12	+0·13	+0·14	+0·15
$\varepsilon = 0\cdot00$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
+0·01	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	4	4	5
+0·02	0	0	0	0	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	8	10
+0·03	0	0	0	-1	-1	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-12	-14
+0·04	0	0	0	-1	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-8	-10	-12	-14	-17	-19
+0·05	0	0	0	-1	-2	-2	-4	-5	-6	-8	-10	-13	-15	-18	-21	-24
+0·06	0	0	0	-1	2	3	4	6	8	10	12	15	18	22	25	29
+0·07	0	0	-1	-1	-2	-3	-5	-7	-9	-12	-15	-18	-21	-25	-30	35
+0·08	0	0	-1	-1	-3	-4	-6	-8	-10	-13	-17	-20	-25	-29	-34	40
+0·09	0	0	-1	-2	-3	-4	-7	-9	-12	-15	-19	-23	-28	-33	-39	45
+0·10	0	0	-1	-2	-3	-5	-7	-10	-13	-17	-21	-26	-31	-37	-43	50
+0·11	0	0	-1	-2	4	6	8	11	15	19	23	29	34	41	48	55
+0·12	0	0	-1	-2	4	6	9	12	16	21	26	31	38	45	52	61
+0·13	0	0	-1	-2	4	7	10	13	18	22	28	34	41	49	57	66
+0·14	0	0	-1	-3	5	7	10	14	19	24	30	37	45	53	62	72
+0·15	0	0	-1	-3	5	8	11	16	20	26	33	40	48	57	67	77
+0·16	0	0	-1	-3	5	8	12	17	22	28	35	43	52	61	72	83
+0·17	0	0	-1	-3	6	9	13	18	24	30	37	46	55	65	77	89
+0·18	0	0	-1	-3	6	9	14	19	25	32	40	49	59	70	82	95
+0·19	0	0	-2	-4	6	10	15	20	27	34	42	52	62	74	87	100
+0·20	0	0	-2	-4	7	11	16	21	28	36	45	55	66	78	92	106
+0·21	0	0	-2	-4	7	11	16	23	30	38	47	58	70	83	97	112
+0·22	0	0	-2	-4	8	12	17	24	31	40	50	61	74	87	102	119
+0·23	0	0	-2	-4	8	13	18	25	33	42	53	64	77	92	108	125
+0·24	0	-1	-2	-5	8	13	19	26	35	44	55	68	81	96	113	131
+0·25	0	-1	-2	-5	9	14	20	28	36	46	58	71	85	101	118	137
+0·26	0	-1	-2	-5	9	14	21	29	38	49	61	74	89	106	124	144
+0·27	0	-1	-2	-5	10	15	22	30	40	51	63	78	93	111	130	150
+0·28	0	-1	-2	-6	10	16	23	31	42	53	66	81	97	115	135	157
+0·29	0	-1	-3	-6	10	16	24	33	43	55	69	84	102	120	141	164
+0·30	0	-1	-3	-6	11	17	25	34	45	58	72	88	106	125	147	170

n	+0.15	+0.16	+0.17	+0.18	+0.19	+0.20	+0.21	+0.22	+0.23	+0.24	+0.25	+0.26	+0.27	+0.28	+0.29	+0.30
$\epsilon = 0.00$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
+0.01	5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23
+0.02	10	11	13	14	16	18	20	22	25	27	30	33	35	39	42	45
+0.03	14	17	19	22	24	27	30	34	37	41	45	49	53	58	63	68
+0.04	19	22	25	29	32	36	41	45	50	55	60	66	72	78	85	92
+0.05	24	28	32	36	41	46	51	57	62	69	75	83	90	98	106	115
+0.06	29	34	39	44	49	55	62	68	75	83	91	100	109	118	128	139
+0.07	35	40	45	51	58	65	72	80	88	97	107	117	127	139	150	163
+0.08	40	46	52	59	66	74	83	92	102	112	123	134	146	159	173	187
+0.09	45	52	59	67	75	84	94	104	115	127	139	152	166	180	195	212
+0.10	50	58	66	75	84	94	105	116	128	141	155	170	185	201	218	236
+0.11	55	64	73	82	93	104	116	129	142	156	172	188	205	223	242	262
+0.12	61	70	80	90	102	114	127	141	156	172	188	206	225	244	265	287
+0.13	66	76	87	99	111	124	139	154	170	187	205	224	245	266	289	313
+0.14	72	83	94	107	120	135	150	167	184	203	222	243	265	288	313	339
+0.15	77	89	102	115	130	145	162	180	198	218	240	262	286	311	337	365
+0.16	83	96	109	124	139	156	174	193	213	234	257	281	307	333	362	392
+0.17	89	102	117	132	149	167	186	206	228	250	275	300	328	356	387	418
+0.18	95	109	124	141	158	177	198	219	242	267	293	320	349	380	412	446
+0.19	100	116	132	149	168	188	210	233	257	283	311	340	371	403	437	473
+0.20	106	122	140	158	178	200	222	247	273	300	329	360	393	427	463	501
+0.21	112	129	148	167	188	211	235	261	288	317	348	380	415	451	489	530
+0.22	119	136	156	176	198	222	248	275	304	334	367	401	437	475	516	558
+0.23	125	143	164	185	209	234	261	289	319	352	386	422	460	500	543	587
+0.24	131	151	172	195	219	246	274	304	335	369	405	443	483	525	570	617
+0.25	137	158	180	204	230	257	287	318	352	387	425	464	506	551	597	646
+0.26	144	165	189	214	241	269	300	333	368	405	444	486	530	576	625	677
+0.27	150	173	197	223	251	282	314	348	385	423	465	508	554	602	653	707
+0.28	157	180	206	233	263	294	328	364	402	442	485	530	578	629	682	738
+0.29	164	188	215	243	274	307	342	379	419	461	506	553	603	656	711	770
+0.30	170	196	223	253	285	319	356	395	436	480	527	576	628	683	741	802

B e r i c h t i g u n g :

In Folge einer bei Herstellung des Satzes der Tafel III nothwendigen Abänderung in der Anordnung der Zahlen hat man in den beiden letzten Zeilen der pag. 144 zu lesen: es sind auf pag. 164 und 165 die für Hyperbeln, auf pag. 166 und 167 die für Ellipsen . . .

Ueber

**die äusseren weiblichen Geschlechtstheile
des Menschen und der Affen.**

Nachtrag

von

Dr. Th. L. W. v. Bischoff.

Mit zwei Abbildungen.



Ueber
die äusseren weiblichen Geschlechtstheile
des Menschen und der Affen.

Nachtrag

von

Dr. Th. L. W. v. Bischoff.

In meiner Abhandlung über die äusseren weiblichen Geschlechtstheile des Menschen und der Affen, insbesondere der Anthropoiden, habe ich erwiesen, dass diese Geschlechtstheile bei dem menschlichen Weibe nach einem ganz anderen Typus als bei den Affen, und insbesondere den Anthropoiden, gebildet sind, und zwar so, dass man jene nicht wohl als eine höhere Entwicklungsform dieser, noch diese als eine niedere Entwicklungsform jener betrachten kann. Die Hauptunterschiede zwischen beiden Formen lassen sich kurz dahin zusammenfassen, dass bei den Affen die grossen Schamlippen so gut wie ganz fehlen, die kleinen dagegen, sowie die zu ihnen gehörige Clitoris und der Scheidenvorhof stark entwickelt sind, auch der die grossen Schamlippen und den Schamberg bei dem Weibe auszeichnende stärkere Haarwuchs, ein wirklicher Hymen und die Columnae rugarum der Scheide bei den Affen fehlen.

Der Zufall hat mich seitdem in den Besitz zweier Präparate gesetzt, welche in eigenthümlicher Weise diese meine Nachweisung der Gestaltungsverhältnisse der äusseren weiblichen Genitalien erläutern, indem das eine einer niederen Menschenrace angehörend, den menschlichen Typus in ausgeprägter Weise an sich trägt; das zweite von einer hochstehenden Menschenrace

abstammend umgekehrt dem Affentypus und der Hottentottenschürze-Bildung sich anschliesst.

Das erste Präparat rührt von einem Negermädchen von 12 Jahren vom Senegal her, welches mir in zuvorkommender Weise von Herrn Dr. Fallot, Chef de Clinique de l'École de Médecine zu Marseille, wo das Mädchen gestorben war, zugeschickt wurde.

Diese Genitalien sind äusserlich von einem tiefen dunkel Schwarz; die grossen Schamlippen sind stark entwickelt und wulstig, gegen 6 cm. lang und $2\frac{1}{2}$ cm. breit. Sie gehen oben in einen reichlich mit Fett unterlegten Schamberg über, nach unten und hinten verlaufen sie in den Damm und bilden hier zugleich die hintere Commissur der Schamspalte, ohne indessen ein scharf vorspringendes Frenulum labiorum zu erzeugen, weshalb auch eine eigentliche Fossa navicularis fehlt. An ihrer äusseren Fläche sind sie, wie auch der Schamberg mit noch wenig entwickelten, sich kräuselnden Haaren besetzt. Sie begränzen die 47 cm. lange Schamspalte, die nach oben klafft und die kleinen Schamlippen vortreten lässt, während sie in ihrem unteren hinteren Theil den Scheideneingang umgeben. Die kleinen Schamlippen sind im Gegensatz zu den grossen schwach und vorzugsweise nur in ihrem vorderen, das stark entwickelte Praeputium clitoridis bildenden Theile entwickelt. Denn die eigentlichen Nymphen sind kaum 13 mm. lang, erreichen sich hinten und unten bei Weitem nicht, bilden also kein Frenulum, sondern verlieren sich rasch niedrig werdend, an der inneren Fläche der grossen Schamlippen. Die Clitoris ist allerdings verhältnissmässig in allen ihren Theilen gut entwickelt, doch wird ihre kleine Glans vollständig von dem, wie gesagt, stark ausgebildeten Praeputium verdeckt, und setzen sich auch die vorderen Enden der Nymphen mit zwei kleinen Frenula an ihre untere Fläche an. Der Scheideneingang ist eng und von unten mit einem gut ausgebildeten, halbmondförmig vorspringenden Hymen begränzt. Einen den Scheidevorhof umgebenden M. bulbocavernosus, sowie den Plexus vestibuli und Dyverney'sche Drüsen konnte ich nicht unterscheiden, da das Präparat leider zu lange Zeit in Carbonsäure gelegen hatte, durch deren Einwirkung alles Binde- und Muskelgewebe gallertig aufgequollen und nicht wohl zu präpariren war. Die Scheide ist an ihrer vorderen Wand vom Scheideneingang bis zum Scheidengewölbe 6 cm. lang, und

platt von vorne nach hinten zusammengedrückt, 3 cm. breit. Die Schleimhaut zeigt stark entwickelte Columnae rugarum und selbst im oberen Theile der Scheide noch Querfalten. Die Portio vaginalis uteri ist gut entwickelt, der Muttermund ist etwas offenstehend und nicht scharf begrenzt; die vordere Muttermundlippe ragt ansehnlich weiter in die Scheide hinab, als die hintere, daher die hintere Scheidenwand auch ansehnlich länger ist als die vordere.

Der Uterus hat noch eine ausgeprägt kindliche Form, d. h. der Körper ist verhältnissmässig schwach, der Mutterhals und die Portio vaginalis stark entwickelt, er hat in seinen wenig scharf begrenzten Dimensionen einen Längendurchmesser von 4 cm., einen Querdurchmesser am Fundus zwischen den Insertionsstellen des Eileiters von 1,5 cm., und eine Dicke von 1 cm. Die schmalste Stelle des Mutterhalses hat einen Durchmesser von 1,2 cm. Der Canal des Mutterhalses ist 2,5 cm lang, und zeigt in seinem Innern einen nicht besonders schön entwickelten Arbor vitae.

Der rechte Eileiter ist 5,6 cm. lang, und verläuft in ziemlich enge Windungen gelegt, in seinem Bauchfellüberzug, hat ein stark entwickeltes mit starken Fimbrien umgebenes Infundibulum, und schliesst sich mit einer besonders stark ausgebildeten Fimbria ovarii an das äussere Ende des Eierstockes an. Er besitzt auch noch ein zweites kleineres, mit schwächeren Fimbrien besetztes Ostium abdominale. Der linke Eileiter ist etwas kürzer, hat auch kein zweites Ostium abdominale, an der entsprechenden Stelle sitzen aber einige verkümmerte Fimbrien. — Die Eierstöcke sind lang und schmal, 26 mm. lang, 10 mm. hoch und 6 mm. dick. Die Oberfläche der Eierstöcke ist nicht narbig aber doch uneben; Graafsche Follikel sind weder an der Oberfläche noch auf Querschnitten mit unbewaffnetem Auge sichtbar. Die Rindenschichte der Eierstöcke ist verhältnissmässig dick und dicht; die scheinbare Gränze des Epithels an dem Hilus stark ausgeprägt; das Parovarium ist leidlich gut entwickelt.

Das zweite Präparat wurde mir freundlichst von Herrn Professor Dr. His in Leipzig zugeschickt. Dasselbe stammt von einem besonders schön gebauten 21jährigen Mädchen her, einer Korbflechterin, welche sich aus unbekanntem Gründen ums Leben brachte. Die Genitalien tragen im Ganzen den Charakter einer vollkommenen und guten Ausbildung einer

Jungfrau, wenigstens sicher einer Solchen, die noch nie geboren, auch jedenfalls keinen öfteren Beischlaf ausgeübt hatte, an sich. Aber sie bieten die bemerkenswerthe Abweichung von dem gewöhnlichen Verhalten dar, dass die grossen Schamlippen sehr schwach entwickelt sind, und ebenso wie der Schamberg, kaum einige Spuren von Haaren zeigen, die kleinen Schamlippen dagegen ausserordentlich stark ausgebildet sind.

Nach oben verflachen sich die kaum ausgesprochenen gegen 6 cm. breiten grossen Schamlippen fast ganz, indem sie breit in den Schamberg übergehen; nach unten treten sie zwar etwas mehr hervor, werden hier aber so schmal und spitz, dass sie sich bei ihrem Uebergang in den Damm nicht erreichen, und an der hinteren Commissuren Bildung gar keinen Antheil nehmen. Die rechte grosse Schamlippe bleibt dabei einfach, die linke aber besitzt in ihrem unteren Verlauf an ihrer äusseren Seite eine ziemlich tief eindringende Längsfurche, wodurch sie in zwei Theile getheilt wird, deren innerer sich an der hinteren Commissur mit der kleinen Schamlippe verbindet. Rechts ist diese Spaltung der grossen Schamlippe kaum angedeutet.

Die kleinen Schamlippen sind im Gegensatz zu den grossen sehr stark entwickelt, in ihrem mittleren Theile 3,7 cm. lang und an ihrer äusseren Seite, wo sie mit den grossen Schamlippen zusammenhängen, 2,6 cm. hoch. Sie gehen oben und vorne, sowie unten und hinten durch stark entwickelte Commissuren ineinander über, die von dem mittleren, die eigentlichen Nymphen bildenden Theile, stark abgesetzt sind. Die obere Commissur geht wie immer mit zwei Schenkeln von dem oberen Rande der Nymphē aus, deren äusserer grösster, das stark entwickelte, gewissermassen doppelte Praeputium clitoridis bildet, während der innere schwächere sich als Frenulum an die untere Fläche der Glans clitoridis ansetzt. Die hintere untere Commissur ist ebenfalls ungewöhnlich stark entwickelt, und bildet einen die Schamspalte nach unten und hinten abschliessenden 12 mm. hohen Vorsprung, ein so zu sagen, riesenhaftes Frenulum labiorum. Die rechte kleine Schamlippe geht in dieses Frenulum mit einem scharfen Absatz und Einschnitt über; die linke allmählig, indem sie sich, wie oben gesagt, mit dem inneren Theile der gespaltenen grossen Schamlippe vereinigt. Der Scheidenvorhof wird durch diese starke Entwicklung der beiden kleinen Schamlippen und ihrer

Commissuren, besonders des unteren und hinteren, ungewöhnlich tief. An seiner oberen Wand befindet sich 3 cm. hinter der Clitoris die von einigen Schleimhautläppchen begrenzte Harnröhren-Mündung. Die Clitoris und ihre ganz von dem Praeputium verdeckte Eichel sind klein, die Crura clitoridis und der M. Ischiocavernosus schwach entwickelt. Auch der M. bulbocavernosus ist schwach, der Bulbus vestibuli wie gewöhnlich; eine Duverney'sche Drüse konnte ich, wahrscheinlich wegen sehr schwacher Entwicklung, nicht auffinden. Der Scheideneingang ist eng und von unten und seitlich von noch stark vorhandenen Resten des Hymens abgegrenzt. Die in ihrer Mitte quer durchschnittene Scheide ist abgeplattet 4 cm. breit, ihre beiden Columnae rugarum, besonders die vordere, sind stark entwickelt.

Der Uterus ist in seinem Halse etwas nach links eingeknickt, und für eine Person, die sicher noch nicht geboren hat, gross zu nennen. Er hat vom unteren Rande der vorderen Muttermundlippe bis zum Fundus einen Längendurchmesser von 7,7 cm.; an der schmalsten Stelle einen Querdurchmesser von 3 cm., und eine Dicke von 2,5 cm. Die Portio vaginalis uteri ist gross und gegen 3 cm. breit; die vordere Muttermundlippe ist 4 mm., die hintere 13 mm. lang; der Muttermund bildet eine 15 mm. lange Spalte ohne Einrisse und Narben. Die Eileiter verlaufen etwas geschlängelt, und der rechte ist auspräparirt und etwas gestreckt, 12 cm. lang. Das Infundibulum und die Fimbrien desselben sind schwach entwickelt; eine eigentliche Fimbria ovarii fehlt ganz, und nur der Rand der Bauchfellfalte verbindet das Infundibulum mit dem äusseren Ende des Eierstockes. Diese Eierstöcke sind gut entwickelt, der rechte 35 mm. lang, 23 mm. hoch und 12 mm. dick; der linke 30 mm. lang, 23 mm. hoch und 15 mm. dick. Die Oberfläche beider Eierstöcke ist narbig; aber ohne deutliche Graaf'sche Bläschen oder Corpora lutea im jetzigen Zustande erkennen zu lassen. Der linke Eierstock aber zeigte an seinem äusseren Ende ein grosses 16—18 mm. im Durchmesser besitzendes Graaf'sches Bläschen. Dasselbe enthielt einen dicklichen, breiigen, von der abgestossenen und aufgelösten Membrana granulosa gebildeten röthlichen Inhalt, welcher vergebens nach einem Eie durchsucht wurde, obgleich solches unzweifelhaft vorhanden war, denn der ganze Follikel hatte eine sonst ganz normale Beschaffenheit. Die Person war wahrscheinlich der Ovulationsperiode nahe.

Soweit solches zu ermitteln war, war die geschilderte Bildungsabweichung bei der betreffenden Person ganz individuell und weder bei der Mutter noch bei Schwestern vorhanden.

Bei dieser Gelegenheit sehe ich mich veranlasst zu bemerken, dass der hiesige Wachsmodelleur Zeiller sen. die Modelle der äusseren Genitalien eines erwachsenen männlichen und weiblichen Gorilla feil bietet, welche von denen eines kräftigen Mannes und eines alten Weibes in Nichts verschieden sind. Zeiller giebt an, diese Modelle den seiner Zeit in Offenbach ausgestopften Gorilla des Lübecker naturhistorischen Museums entnommen zu haben. Nun ist mir mit voller Gewissheit bekannt, dass in Lübeck und Offenbach sich nur die in Rum aufbewahrten Bälge und die Skelete von Gorilla befunden haben. Bei dem Weibchen waren die äusseren weiblichen Genitalien vom Bauche her durch einen neben der Clitoris in die Scheide geführten Längsschnitt gespalten, und Dr. Walter in Offenbach konnte an denselben nur noch „deutlich eine gut ausgebildete Clitoris von einigen Linien Länge“ beobachten, wie Dr. R. Mayer in seiner zur Säcularfeier der Seckenbergischen Stiftung verfassten Denkschrift pag. 25 mittheilt. In dem fünften Bericht des Offenbacher Vereins für Naturkunde 1864 p. 61 theilt Dr. Meyer selbst über das Männchen Folgendes mit: „Zu erwähnen ist schliesslich noch besonders der kleine und dünne Penis und das kurze und kleine Scrotum, welche in gar keinem Verhältniss zu der kolossalen Grösse des Thieres stehen und nicht auf Rechnung der Einschrumpfung im Tode oder etwa auf das hohe Alter desselben bezogen werden, sondern möglicher Weise in einem Bildungsfehler begründet sein können“. Herrn Dr. Meyer war damals wahrscheinlich nicht bekannt, dass sich überhaupt bei allen anthropoiden Affen die äusseren männlichen Genitalien durch ihre auffallende Kleinheit auszeichnen. An den getrockneten und ausgestopften Bälgen dieser Gorilla ist jetzt natürlich, wie der jetzige Conservator des Lübecker naturhistorischen Museums, Hr. Dr. Lenz, mir freundlichst mitzutheilen die Güte hatte, noch weniger Etwas mit Sicherheit zu erkennen. „Die eingetrocknete Clitoris ist auch jetzt noch aufzufinden, weitere Details aber, grosse oder kleine Schamlippen sind nicht zu constatiren; eine Aehnlichkeit mit menschlichen Genitalien nicht im Entferntesten vorhanden, wohl aber mit der von Ihnen

in Ihrer Abhandlung Tab. VI Fig. 19 gegebenen Abbildung.“ Und wenn gleich diese nur von jungen Thieren entnommen ist, so besteht doch gar keine Möglichkeit einer solchen Metamorphose der äusseren Genitalien durch das Alter, dass daraus die Zeiller'sche Form entstehen könnte. „Bei dem Männchen bildet das Scrotum eine halbkugelige 20 mm. vortretende, 65 mm. im Durchmesser besitzende Hervorragung, vor der in einer Entfernung von 1 cm. der 2 cm. lange und 7 mm. dicke Penis von der Bauchwand entspringt.“

Diese Lübeck - Offenbacher Gorilla können also in keiner Weise die Originale zu den Zeiller'schen Modellen abgegeben haben.

Von anderen Angaben über die äusseren Genitalien vom Gorilla ist nur die Beschreibung derjenigen eines alten Männchen von Duvernoy in dessen Abhandlung p. 208 über die grossen pseudo-anthropomorphen Affen bekannt. Er sagt daselbst, dass die Eichel des Penis schwarz und durch die Oeffnung der Harnröhre tief vertikal eingeschnitten ist, so dass sie zwei abgerundete seitliche Lappen dieser Oeffnung bildet. An den Seiten und vorzüglich oberhalb der Eichel erhebt sich ein beträchtlicher faltiger Wulst, der ihr die Gestalt eines Pilzes giebt. Der Penis besitzt unmittelbar hinter der Eichel nur einen geringen Durchmesser, nimmt aber rasch zu, so dass er eine kegelförmige Gestalt erhält. Die diesen Theil überziehende Haut, ist sehr runzlich, besonders in die Quere, und nicht so dunkel schwarz als die Eichel. Eine Vorhaut, wenn eine solche existirt, scheint nur einen Theil des Penis zu decken. Dieser Penis ist klein, 7 cm. lang und an der Eichel 12 mm., an der Wurzel 25 mm. dick. — Diese Beschreibung und ebensowenig die gegebene Abbildung passen nicht im Mindesten auf das von Zeiller angefertigte Modell.

Ich halte mich also für berechtigt und verpflichtet zu erklären, dass die Zeiller'schen Modelle Phantasiegebilde sind.

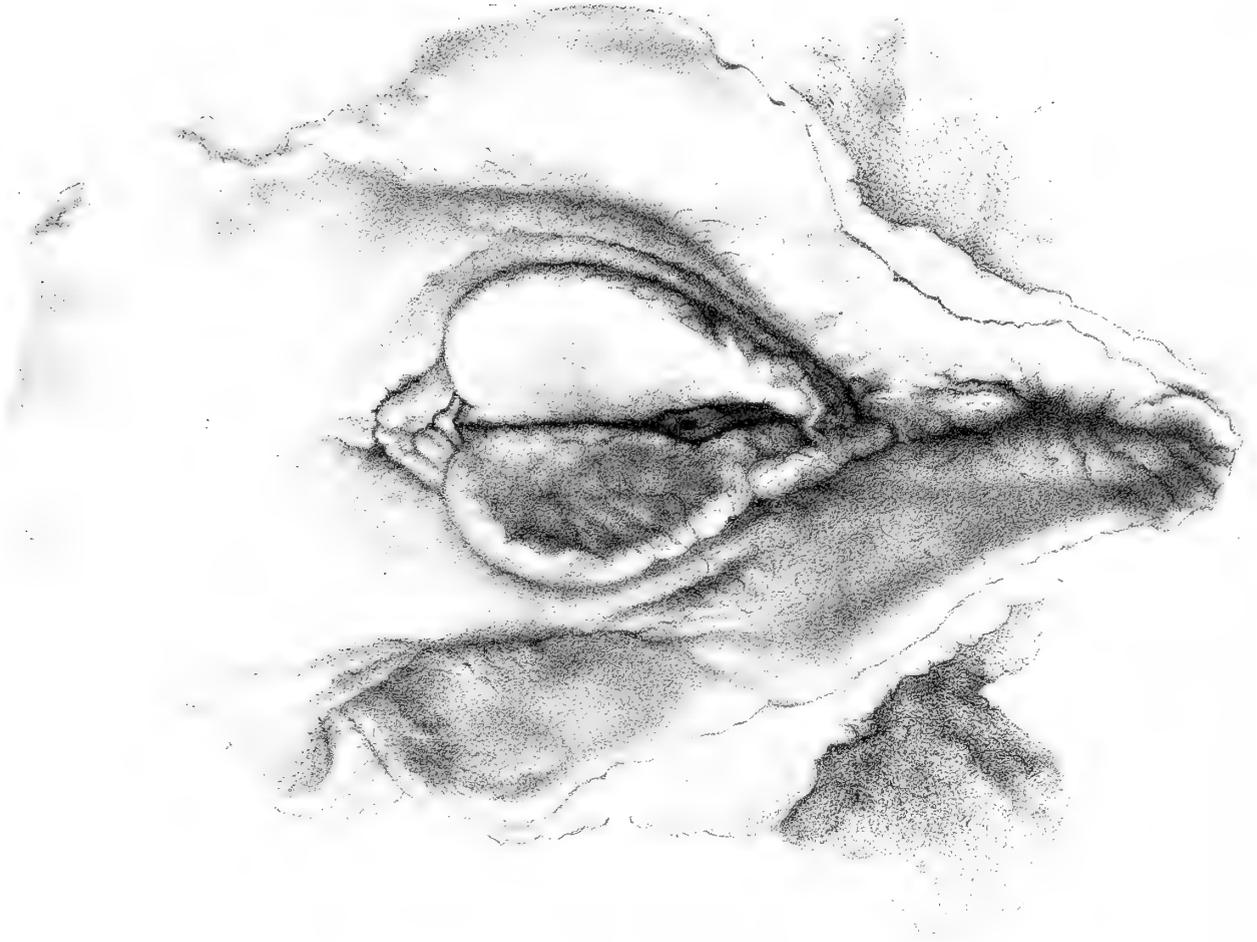
Beschreibung der Abbildungen.

Fig. I. Aeussere Geschlechtsorgane eines 12jährigen Negermädchens vom Senegal.

Fig. II. Aeussere Geschlechtsorgane einer 21jährigen Selbstmörderin aus Leipzig.

Beide Abbildungen sind von Hrn. Zeichenlehrer Schönig nach der Natur und auf Stein gezeichnet.

Fig. 1.





Ergebnisse

aus

Beobachtungen der terrestrischen Refraction

von

Carl Max von Bauernfeind.

Erste Mitteilung,

enthaltend die Feststellung von Thatsachen.

Mit zwei Steindrucktafeln.



Ergebnisse

aus Beobachtungen der terrestrischen Refraction

von

Carl Max von Bauernfeind.

Als ich im Jahre 1857 mich entschloss Untersuchungen über den Wert und die Genauigkeit barometrischer Höhenmessungen anzustellen, erkannte ich es als ein erstes Erforderniss dieser Untersuchung, einen sicheren Vergleichungs-Massstab zu schaffen durch Herstellung eines genauen geometrischen Nivellements eines sehr hohen Berges, dessen Abhänge zur Errichtung von Beobachtungsstationen geeignet sind. Ich erwählte hiezu den Grossen Miesing im Bayerischen Hochgebirge, da sein Scheitel mehr als tausend Meter über der Thalsole bei Geitau liegt und sein Abhang gegen den von diesem Orte über die Steinalpe und die Grosstiefenthalalpe zum Gipfel des Miesing führenden Fussweg geeignete Plätze zu Beobachtungsstationen bot. Diese Stationen sollten der Idee nach gleich hoch über einander liegen, in Wirklichkeit aber wichen ihre Höhen in Folge der Forderung dass die Oertlichkeit einen freien Platz gewähren müsse, um einige Meter von dem mittleren Höhenunterschiede ab; eine Abweichung die, weil sie keine theoretische Forderung der beabsichtigten Untersuchungen verletzte, sondern nur minder einfache Reductionen der Beobachtungen zur Folge hatte, völlig zulässig war.

Das erste geometrische Nivellement des Hohen Miesings hatte ich selbst, das zweite mein damaliger Assistent, Herr Chr. Herold, in drei sehr schönen Tagen mit dem Erfolge ausgeführt, dass die aus je 233 Nivellirstationen hervorgegangenen Höhenunterschiede nur um 0,12 m von einander und um 0,06 m vom Mittel abwichen, so dass die aus zwei guten Nivelle-

ments gefundene Höhe von 1068,29 m bis auf $\pm 0,06$ m sicher bestimmt und somit den barometrischen Höhenmessungen gegenüber als absolut richtig anzusehen war. Der vierte Theil des Gesamt-Höhenunterschiedes beträgt 267,07 Meter, in der That aber lag die zweite Station 270,29 m über der ersten, die dritte 270,02 m über der zweiten, die vierte 263,10 m über der dritten, die fünfte 264,88 m über der vierten. Jede dieser Stationen war mit je zwei von zehn meiner damaligen Zuhörer besetzt, Studirenden der Ingenieurschule ä. O. in München, welche in der Zeit vom 16. bis 29. August 1857 unter meiner Leitung und stetigen Controle mit allem Eifer und grösster Gewissenhaftigkeit beobachteten.

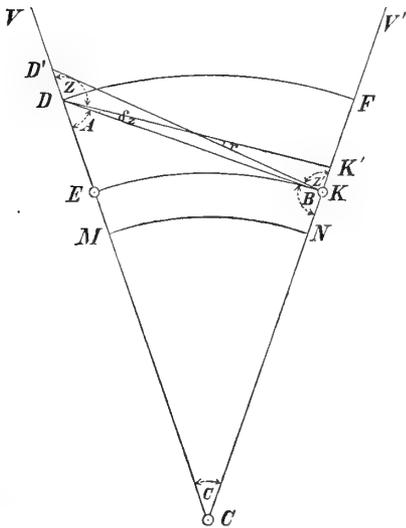
Die Ergebnisse jener Arbeiten und meiner hieran geknüpften umfangreichen Studien über die Physik der Atmosphäre habe ich erst im Jahre 1862 unter dem Titel „Beobachtungen und Untersuchungen über die Genauigkeit barometrischer Höhenmessungen und die Veränderungen der Temperatur und Feuchtigkeit der Atmosphäre mit der Höhe“ veröffentlicht, und es wissen seitdem die Gelehrten und Techniker erstens, dass und warum die barometrischen Höhenmessungen nur zu bestimmten Stunden richtige Werte liefern und zweitens, dass die in jener Schrift aufgestellten Relationen über Temperatur, Druck und Dichtigkeit in beliebiger Höhe der Atmosphäre von mir zur Grundlage zweier in den Astronomischen Nachrichten von Schumacher und Peters erschienenen Abhandlungen über die atmosphärische Strahlenbrechung gemacht wurden, von denen die erste (1864, Band 62) die Bessel'schen mittleren Refractionen bis zu 90^0 Zenithdistanz genau darstellte und die zweite (1866, Band 67) die am Kaukasus zuerst beobachtete Abnahme des Coefficienten der terrestrischen Strahlenbrechung mit der Höhe des Beobachtungsorts als eine notwendige Folge meiner Luftdichtigkeitsformel voraussagte.

Die schwierige und kostspielige Arbeit des doppelten Nivellirens eines sich mehr als tausend Meter über seinen Fuss und fast zweitausend Meter über das Meer erhebenden Berges habe ich jedoch nicht in der einzigen Absicht unternommen, Klarheit in die Anschauungen über den Wert und die Genauigkeit der barometrischen Höhenmessungen zu bringen: ich wollte sie auch zur direkten Messung der terrestrischen Strahlenbrechung und Vergleichung derselben mit den nach verschiedenen Formeln berechneten Refractionen benützen.

Denn ich war überzeugt, dass die auf diesem Wege gewonnenen Resultate nur dann einen wissenschaftlichen Wert haben können, wenn bei der Bestimmung des hier in Betracht kommenden Höhenunterschiedes der Beobachtungsorte der Strahlenbrechung kein Einfluss gestattet wird, wie es wohl bei einem geometrischen, niemals aber bei einem trigonometrischen Nivellement des fraglichen Höhenunterschieds geschieht, das verschiedene Geodäten (auch Herr General J. J. Baeyer) vor mir zu ihren Untersuchungen angewendet haben.

Die hier in Betracht kommende Methode der Refractionsbeobachtungen ist folgende.

Fig. 1.



Bezeichnen in der beigedruckten Fig. 1 die Buchstaben D und K zwei Beobachtungsorte, M N die unter beiden durchgehend gedachte Meeresfläche, E K den wahren Horizont von K, D F jenen von D, $DE = x$ den durch geometrisches Nivellement gefundenen Höhenunterschied zwischen den Punkten D und K: so lassen sich aus dem Dreiecke C D K mit den Winkeln $A = \angle CDK$, $B = \angle CKD$ und $C = \angle DCK$ und den Seiten $a = CK$ und $b = CD$ die wahren Zenithdistanzen in D und K leicht berechnen. Es ist nämlich die wahre Zenithdistanz von K in D $= \angle VDK = Z = 180^\circ - A$, von D in K $= \angle V'KD = Z' = 180^\circ - B$. und es kommt also nur auf die

Bestimmung der Winkel A und B an, um Z und Z' zu kennen. Nun ist $A + B = 180^\circ - C$ und C aus dem Horizontalabstande der Punkte D und K bekannt; es findet sich folglich $A - B$ aus der Gleichung

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2}(B - A) = \frac{b - a}{b + a} \operatorname{tg} \frac{1}{2}(B + A) \quad (1)$$

und wenn in D die scheinbare Zenithdistanz $\angle VDK' = z$ und in K die scheinbare Zenithdistanz $\angle V'KD' = z'$ beobachtet ist, die terrestrische Refraction

$$\text{in D} = \Delta z = Z - z = 180^\circ - (A + z) \quad (2)$$

$$\text{in K} = \Delta z' = Z' - z' = 180^\circ - (B + z') \quad (3)$$

Die Formel Nr 1 kann auch so geschrieben werden dass die gemessene Höhe x und der Winkel C darin sichtbar werden. Setzt man nämlich den bis K genommenen Erdhalbmesser $CK = a = r_0$, so ist $CD = b = r_0 + x$ und folglich $b - a = x$ und $b + a = 2r_0 + x$; da ferner $\text{tg} \frac{1}{2}(B + A) = \text{tg}(90^\circ - \frac{1}{2}C) = \text{cotg} \frac{1}{2}C$, so wird mit Vernachlässigung von x gegen den Erddurchmesser $2r_0$

$$\text{tg} \frac{1}{2}(B - A) = \frac{x}{2r_0} \text{cotg} \frac{1}{2}C \quad (4)$$

Nach den Gleichungen (2) und (3) ändern sich die Refractionen Δz und $\Delta z'$ in D und K mit den Winkeln A und B , und da diese Winkel nach (4) von dem gemessenen Höhenunterschiede x und der durch C ausgedrückten Entfernung EK abhängen, so findet man durch Differenzieren der Gl. (4) den Einfluss eines Fehlers dx in x auf die Winkel A und B und hiemit auf die Refractionen Δz und $\Delta z'$ wie folgt:

$$d(\Delta z) = -dA = + \sin(B - A) \frac{dx}{x} \quad (5)$$

$$d(\Delta z') = -dB = - \sin(B - A) \frac{dx}{x} \quad (6)$$

Es sind somit die Fehler in den Refractionen dem Fehler in der gemessenen Höhe direkt und dieser Höhe selbst umgekehrt proportional, woraus hervorgeht dass die Höhenunterschiede namentlich dann, wenn sie nicht gross sind, nur durch geometrisches Nivellement bestimmt werden dürfen. (Wäre beispielsweise $x = 30,2$ m und $dx = 1$ m für $EK = 47958$ m, $\log r_0 = 6,8043649$ und $C = 1552''$, so würde Δz um $+8,5''$ und $\Delta z'$ um $-8,5''$ falsch werden).

Von der eben beschriebenen einfachen Methode, zu der ich nichts Neues hinzugefügt habe als die Forderung dass der Höhenunterschied der Beobachtungsorte durch geometrisches Nivellement bestimmt werde, suchte ich sofort nach der Vollendung der oben beschriebenen Messungen am Hohen Miesing eine Anwendung zu machen, indem ich von einem bei Aibling (am Schuhbräukeller) gelegenen Punkte aus, dessen Horizontal- und Vertikalabstand vom Miesing sich mittelst des Bayerischen

Hauptdreiecksnetzes und Eisenbahnnivellements durch unbedeutende Anschlussmessungen finden liessen, die Refractionsbeträge mit Hilfe eines alten Reichenbach'schen Höhenkreises mass und mit den nach der damals noch üblichen Refractionsformel $\Delta z = k C$ berechneten Werten verglich. Ich verzichtete aber auf die Veröffentlichung nicht nur jener Beobachtungen, sondern auch der später mit demselben Instrumente angestellten Messungen, weil sich bei genauer Untersuchung herausstellte dass der angewendete Höhenkreis sehr bedenkliche Teilungsfehler hatte.

Als ich hierauf im Herbste 1872 mit Herrn Professor Regierungsrat Nagel aus Dresden das Terrain an der Sächsisch-Bayerischen Reichsgrenze zu dem Zwecke bereist hatte, um geeignete Anschlusspunkte für die Verbindung der Hauptdreiecksnetze beider Länder zu finden, und als ich in Folge davon im Jahre 1873 der K. Bayerischen Gradmessungscommission für die Erbauung massiver Beobachtungspfeiler auf dem Ochsenkopf und dem Hohen Döbra Entwürfe und Kostenanschläge unterbreitete, sprach ich auch den Gedanken aus, dass es zu den Aufgaben der Europäischen Gradmessung gehöre, Refractionsbeobachtungen nach der vorhin beschriebenen Methode machen zu lassen und empfahl hiefür als eine günstige Gelegenheit die Benützung der bevorstehenden trigonometrischen Messungen zwischen den eben genannten Bayerischen und den Sächsischen Dreieckspunkten Stelzen und Kapellenberg. Fünf Jahre später (1878) hat die Permanente Commission der Europäischen Gradmessung meinem Gedanken einen officiellen Ausdruck gegeben, indem sie es für wünschenswert erklärte dass an geeigneten Orten der zur Gradmessung vereinigten Staaten Observatorien zum Studium der Strahlenbrechung, insbesondere der terrestrischen Refraction, errichtet werden. (Generalbericht, S. 26.)

Da sich aus verschiedenen Gründen der Bau massiver Pfeiler und die Durchlichtung der Waldungen auf dem Döbraberge und dem Ochsenkopfe bis zum Jahre 1876 verzögerten, so konnten die von mir beabsichtigten Refractionsbeobachtungen auf jenen Punkten erst in den Jahren 1877 und 1878 zur Ausführung und 1879 und 1880 zur Vollendung gelangen. Ueber diese Beobachtungen und ihre Ergebnisse zu berichten ist der nächste Zweck dieser Abhandlung, der andere ist die beobachteten Verticalrefractionen mit denen zu vergleichen welche sich aus meiner schon

genannten, in den Astronomischen Nachrichten veröffentlichten Theorie der atmosphärischen Strahlenbrechung berechnen lassen.

Einer zweiten an diese erste sich anschliessenden Abhandlung soll es vorbehalten bleiben, die hier niederzulegenden Beobachtungsergebnisse näher zu besprechen und namentlich die zu gewissen Stunden mehr hervortretenden Abweichungen der beobachteten und berechneten Refractionen zu erklären und dabei auch andere Daten, z. B. die von E. Kayser in Danzig angestellten „Beobachtungen über die Refraction des Seehorizonts und des Leuchtturms von Hela“ besonders zu beachten.

Die in 22 Heften enthaltenen Aufschreibungen meines Mitarbeiters, des Herrn Professors Max Schmidt in Freiberg und seiner Gehilfen über die in den Jahren 1877 bis 1880 auf vier Stationen zwischen Döbra (I) und Kapellenberg (IV) ausgeführten Messungen und Rechnungen können unmöglich vollständig abgedruckt werden; es wird genügen hier die entscheidenden Zahlenergebnisse vorzuführen und zu erklären dass die nachfolgend verzeichneten Hefte bei der K. Bayer. Commission für die Europäische Gradmessung aufbewahrt und in deren Geschäftszimmern jedem darum nachsuchenden Sachverständigen gerne zur Einsicht werden vorgelegt werden.

Die Hefte I bis X enthalten lediglich Barometer- und Thermometerbeobachtungen, und zwar I mit IV auf den 4 Stationen aus dem Jahre 1877, V mit VIII auf denselben 4 Stationen aus dem Jahre 1878, IX und X auf den Stationen Döbra und Kapellenberg aus den Jahren 1879 und 1880. In dem Hefte Nr XI, welches wie alle vorhergehenden Octavformat hat, sind die auf der Station I in den Jahren 1877 und 1878 angestellten Beobachtungen über Lateralrefraction enthalten. Von den folgenden 11 Quartheften umfassen XII und XIII die auf der Station I in den Jahren 1877 und 1878, XIV die auf der Station IV ebenfalls im Jahre 1878 gemessenen Zenithdistanzen. In XV und XVI befinden sich Zusammenstellungen der auf allen 4 Stationen in den Jahren 1877 und 1878 angestellten Luftdruck- und Temperatur-Beobachtungen; in XVII sind die auf I und IV beobachteten Verticalrefractionen, in XVIII die von I aus angestellten Beobachtungen zur Ermittlung von Lateralrefractionen berechnet und zusammengestellt. Die Hefte XIX und XX enthalten je 250 Refractionsbeobachtungen, welche mit den Lingke'schen Mikrometern

Nr 1252 und Nr 1253 angestellt wurden, während XXI die Beobachtungsdaten für das Längenprofil Döbra—Kapellenberg und XXII die Beobachtungen zur Berechnung der Constanten der verwendeten Messinstrumente enthält.

Da meine vorhin erwähnte Strahlenbrechungstheorie auf die Anordnung der Beobachtungen insoferne einen Einfluss äussert, als diese Beobachtungen alle Daten zur Berechnung der Einzelrefractionen zu liefern haben, so erscheint es nicht überflüssig hier eine kurze Uebersicht jener Theorie zu geben.

Ich gehe von der aus der *Mécanique céleste*, T. IV, p. 246 bekannten Laplace'schen Differentialgleichung der Strahlenbrechung aus und gelange, indem ich die von mir ermittelte Relation über die Abnahme der Luftdichtigkeit mit der Höhe einführe (vergl. meine „Beobachtungen und Untersuchungen“ etc. Seite 110, Gl. 59 a) zu folgendem Ausdruck jener Differentialgleichung (vergl. *Astronomische Nachrichten*, Bd 62, Nr 1478, S. 215, Gl. 11):

$$dr = \frac{5 \alpha \sin z}{1 - \alpha} \cdot \frac{(1 - y)^4 dy}{\sqrt{\cos^2 z + 2 my - 2 \alpha (1 - (1 - y)^5)}} \quad (7)$$

In dieser Gleichung bezeichnet

- r die Strahlenbrechung für die scheinbare Zenithdistanz z,
- r_0 den Krümmungshalbmesser der Erde am Beobachtungsorte,
- y das Verhältniss der Höhe x eines Punktes über dem Beobachtungsort zur Atmosphärenhöhe h daselbst,
- m das Verhältniss dieser Atmosphärenhöhe h zum Krümmungshalbmesser r_0 und

α die Refractionsconstante der Luft, welche nach Bessel (*Astr. Nachr.*, 62 Bd, S. 226) bei dem Barometerstand $\beta_0 = 751,71$ mm und der Temperatur $\tau_0 = 9,31^\circ$ C gleich $0,00027895 = \alpha_0$ in Bogenmass und $= 57,538''$ in Gradmass ist, und bei dem Barometerstand β und der Temperatur τ den Wert

$$\alpha = \frac{1 + \varepsilon \tau_0}{1 + \varepsilon \tau} \cdot \frac{\beta}{\beta_0} \cdot \alpha_0 = \frac{\theta_0}{\theta} \cdot \frac{\beta}{\beta_0} \cdot \alpha_0 = \varrho \alpha_0 \quad (8)$$

annimmt, wobei $\varepsilon = 0,003665$ ist, θ und θ_0 absolute Temperaturen bedeuten und ϱ die Luftdichtigkeit für β und τ im Verhältniss zu der bei

β_0 und τ_0 vorstellt. Den Werth von m , welcher als zweite Constante der Refraction betrachtet werden kann, habe ich für die oben angegebenen Normalwerte τ_0 und β_0 und die geographische Breite von Königsberg = 0,007464 = m_0 gefunden und für beliebige andere Breiten in der auf Seite 71 des 67. Bandes der Astr. Nachrichten enthaltenen Tafel zusammengestellt. Der Verhältnisswert m ändert sich aber nicht bloss mit der geographischen Breite, sondern an demselben Orte mit der Luftdichtigkeit, indem die Atmosphärenhöhe dieser Dichtigkeit umgekehrt proportional ist. Es wird also, wenn m_0 der für eine gegebene Breite ψ aus der Tafel entnommene Wert von m ist, bei dem Barometerstand β und der Temperatur τ die Constante

$$m = \frac{1 + \varepsilon \tau}{1 + \varepsilon \tau_0} \cdot \frac{\beta_0}{\beta} \cdot m_0 = \frac{\theta}{\theta_0} \cdot \frac{\beta_0}{\beta} \cdot m_0 = \frac{m_0}{\varrho} \quad (9)$$

Da bei den folgenden Rechnungen häufig das Verhältniss von $5\alpha : m = v$ zu berücksichtigen ist, so sei sofort dessen Wert hier angegeben, nämlich

$$v = \frac{5\alpha}{m} = \left(\frac{(1 + \varepsilon \tau_0) \beta}{(1 + \varepsilon \tau) \beta_0} \right)^2 \cdot \frac{5\alpha_0}{m_0} = \left(\frac{\theta_0 \beta}{\theta \beta_0} \right)^2 \cdot v_0 = \varrho^2 v_0 \quad (10)$$

wobei der für die Normaltemperatur τ_0 und den Barometerstand β_0 sowie für $m_0 = 0,007464$ gültige Wert von $v_0 = 0,186865$ ist. Der Wert von v muss dem Quadrat der Luftdichtigkeit proportional werden, da α der ersten Potenz dieser Dichtigkeit direkt und m derselben umgekehrt proportional ist.

Aus der Differentialgleichung (7) kann man durch Integration (am besten durch mechanische Quadratur) den Wert der Strahlenbrechung r finden, welche an einem seiner Breite ψ nach bestimmten Orte zu einer gegebenen Höhe x , einer Zenithdistanz z , einer Temperatur τ und einem Barometerstande β gehört; für die trigonometrische Höhenmessung bedarf man jedoch der besondern Kenntniss dieses Wertes nicht, da man die gesuchte Höhe x eines Punktes über oder unter dem Beobachtungsort mit Rücksicht auf Erdkrümmung und Strahlenbrechung aus der auf Polarcordinaten bezogenen Differentialgleichung der Strahlenbrechung ab-

leiten kann. Bezeichnet nämlich für diese Coordinaten der Erdmittelpunkt C den Pol, der durch den Beobachtungsort A gezogene Erdhalbmesser r_0 die Axe und φ den Winkel, welchen der durch den leuchtenden Punkt B gehende Radiusvector mit der Axe bildet, so ist nach Bd 67, S. 47 der Astr. Nachrichten auch

$$dr = v(1 + my)(1 - y)^4 d\varphi \quad (11)$$

und durch Vergleichung der Werte (7) und (11), wobei in (7) für den Nenner des ersten Bruches $1 - a = 1 - 0,00028$ die Zahl 1 geschrieben ist,

$$d\varphi = \frac{m \sin z dy}{\sqrt{\cos^2 z + 2m(1 + \cos^2 z)y - 2a(1 - (1 - y)^5)}} \quad (12)$$

Aus dieser letzten Gleichung findet man durch Integration mittelst Reihenentwicklung (nach Bd 67, S. 53 der Astr. Nachrichten) den Bogen

$$\varphi = my \operatorname{tg} z \left(1 - \frac{1}{2} py + \frac{1}{2} (p^2 - 2p_1) y^2 - \frac{1}{8} (5p^3 - 18pp_1 - 6p_1^2) y^3 + \dots \right) \quad (13)$$

wobei $\frac{m(\cos^2 z + 1 - v)}{\cos^2 z} = p$ und $\frac{2mv}{3\cos^2 z} = p_1$ gesetzt ist.

Kehrt man die für φ gegebene Reihe um, so folgt für die vorstehenden Bezeichnungen

$$my = \varphi \operatorname{cotg} z \left(1 + \frac{1}{2} p(p_0 \varphi) + p_1 (p_0 \varphi)^2 + \frac{1}{4} p_1 (p - 3)(p_0 \varphi)^3 + \dots \right) \quad (14)$$

und da my nach der Definition gleich dem Verhältniss von x zu r_0 ist, die gesuchte Höhe

$$x = r_0 \varphi \operatorname{cotg} z \left(1 + \frac{1}{2} p(p_0 \varphi) + p_1 (p_0 \varphi)^2 + \frac{1}{4} p_1 (p - 3)(p_0 \varphi)^3 + \dots \right) \quad (15)$$

Dieser in Bd 67, S. 55 entwickelte Ausdruck enthält die gesammte Theorie der trigonometrischen Höhenmessung, wobei es gleichgiltig ist ob der Beobachtungsort unter oder über dem leuchtenden Punkt liegt. Ist also in einem bestimmten Falle der Höhenunterschied x zweier Punkte durch genaues geometrisches Nivellement und die Horizontalldistanz derselben aus der Landstriangulation bekannt, so ergeben sich aus Formel (15) so viele Werte für x als man ganze Beobachtungen (z, τ, β) gemacht hat, und man wird aus den Abweichungen der Werte für x um so richtiger auf die Genauigkeit einer trigonometrischen Höhenmessung

schliessen können je grösser die Zahl der ganzen Beobachtungen ist. Es bieten sich also zwei Wege dar, meine Strahlenbrechungstheorie an den auf und zwischen zwei Bergen gemachten Beobachtungen zu prüfen: indem nämlich entweder (zunächst nach Gl. 7) die den einzelnen Messungen entsprechenden Refractionen berechnet und mit den beobachteten verglichen, oder aber, indem nach Gl. 15 die zu den einzelnen Messungen gehörigen Höhenunterschiede berechnet und den durch Nivellement gefundenen Höhenunterschieden gegenübergestellt werden. Wir wollen beide Wege gehen, die Refractionen r aber nicht aus der integrierten Gl. (7) sondern aus der Gl. (11) bestimmen, nachdem wir sie integriert haben. Dieses geschieht, indem man die Function $(1 + my)(1 - y)^4$ mittelst der Reihe (14) in eine nach Potenzen von φ fortlaufende Reihe verwandelt und dann integriert. Auf diese Weise, und wenn man die Zahl m überall da weglässt wo sie mit den Zahlen 1, 2, 3 . . . als Summand verbunden werden soll, erhält man die terrestrische Refraction

$$r = v \varphi \left(1 - 2(p_0 \varphi) + (2 - \frac{2}{3} p) (p_0 \varphi)^2 - (1 + p_1 - \frac{3}{2} p) (p_0 \varphi)^3 + \dots \right) \quad (16)$$

oder auch, wenn die eingeklammerte Reihe in y ausgedrückt wird, nach Bd 67, S. 60 und S. 61 der Astr. Nachrichten gleich

$$r = v \varphi \left(1 - 2y + \left(2 + \frac{p}{3} \right) y^2 - \left(1 + \frac{p}{2} - p_1 + \frac{p^2}{3} \right) y^3 + \dots \right) \quad (17)$$

In dem hier vorliegenden Falle handelt es sich darum die Winkel Δz und $\Delta z'$ zu kennen, welche die Sehne AB des Lichtbogens mit dessen Tangenten in A und B bildet. Diese Winkel sind aber a. a. O. S. 65, Gl. 67 und Gl. 68 wie folgt ausgedrückt:

$$\Delta z = \frac{r}{2} \left(1 + \frac{2v + m(5 - 6v)}{3v} p_0 \varphi + \frac{v(p - 5) + 2m(5 - 6v)}{3v} p_0^2 \varphi^2 + \dots \right) \quad (18)$$

$$\Delta z' = \frac{r}{2} \left(1 - \frac{2v + m(5 - 6v)}{3v} p_0 \varphi - \frac{v(p - 5) + 2m(5 - 6v)}{3v} p_0^2 \varphi^2 - \dots \right) \quad (19)$$

und es ergibt sich hieraus dass der dem höheren Endpunkte angehörige Winkel (für welchen die scheinbare Zenithdistanz z grösser ist als für den unteren) kleiner ist als der Winkel am untern Endpunkte; ein Unterschied der jedoch in vielen Fällen nicht beachtet zu werden braucht.

I. Ausführung der Refractions-Beobachtungen.

1. Lage und Einrichtung der Stationen.

Von den beiden Punkten Döbra und Ochsenkopf ist keiner in unmittelbarer Nähe einer Bahnstation gelegen, der Ochsenkopf überdies nur auf einem über eine Stunde weiten Wege mit steilem Anstiege von Bischofsgrün aus zugänglich, während der Pfeiler des Döbrabergs vom Orte Döbra aus bequem in zwanzig Minuten auf einem sogar durch leichtes Fuhrwerk benützbaren Wege zu erreichen ist. Mit Rücksicht auf den mehrmaligen Transport der Beobachtungsinstrumente musste daher dem Döbraberger vor dem Ochsenkopf als Beobachtungsort entschieden der Vorzug gegeben werden.

Die vom Döbraberger auslaufenden möglichen Beobachtungsrichtungen gehen nordöstlich nach dem Orte Stelzen, bei Station Reuth der K. Sächs. Staatseisenbahn, östlich nach dem Kapellenberg, Station Hasslau der K. Bayer. Staatsbahn, und südöstlich nach dem Ochsenkopf. In dieser letzteren Richtung wäre es schwer, wenn nicht unmöglich, gewesen geeignete Zwischenstationen aufzufinden, da das ganze Terrain bis zum Fusse des Fichtelgebirgs durch den (vom Döbra aus gerechnet) südlich vom Orte Lehsten hinziehenden Höhenrücken völlig verdeckt ist. Auch die Richtung nach Stelzen empfahl sich nicht, da der dortige Stationspfeiler die nächste Umgebung nur wenig überragt, so dass unregelmässige Refractionsstörungen durch Bodenstrahlung befürchtet werden mussten. Dagegen entsprach die Richtung nach dem Kapellenberge den zu stellenden Forderungen am meisten. Der Kegel des Kapellenberges steht nämlich völlig frei und erhebt sich beinahe bis zu gleicher Höhe mit dem Döbraberger. Ausserdem schien die Lage der Signalstation gegen Osten vorteilhaft, weil man in dieser Richtung Nachmittags für die aufzustellenden Heliotrope direktes Sonnenlicht benützen und die Anwendung des Gegen spiegels auf die zu Beobachtungen ohnehin minder verwendeten frühen Morgenstunden beschränken konnte.

Das Terrain zwischen Döbra und Kapellenberg liegt etwa 200 Meter tiefer als die Luftlinie zwischen beiden Endstationen und ist durch die in gleicher Richtung sich hinziehende Staatsbahnstrecke Oberkotzau-Franzensbad überall leicht zugänglich gemacht. Auch die Wahl von Zwischen-

stationen auf den verschiedenen diese Hauptrichtung kreuzenden Höhenrücken konnte ohne Schwierigkeit ausgeführt werden. Es wurde nämlich zu diesem Zweck die Richtung Döbra-Kapellenberg zunächst in die treffenden Sectionen der im Massstabe 1 : 50000 hergestellten topographischen Karten Bayerns eingetragen und hier der Schnitt dieser Linie mit möglichst hoch gelegenen Höhenrückenlinien ermittelt. Nach diesen Ermittlungen liessen sich geeignete Zwischenstationen mit freier Aussicht nach dem Döbraberge und mit annähernd gleichen Zwischenräumen unter sich westlich von Oberkotzau, zwischen den Orten Oberpferdt und Silberbach, und südlich von Rehau bei dem Orte Pilgramsreuth erwarten.

Um diese für die Anlage von Signal-Stationen in Aussicht genommenen Terrainstellen vom Döbraberge aus leicht und sicher recognosciren zu können, wurden die diese Punkte und deren nächste Umgebung enthaltenden Steuerblätter benützt. Aus den bekannten Coordinaten der Stationspunkte Döbra und Kapellenberg sind die Schnittpunkte der Vertikalebene dieser Endstationen mit den Steuerblattgrenzen gerechnet und eingetragen worden, so dass nunmehr die Schnittlinie dieser Vertikalebene mit der Horizontalprojection des Terrains in die treffenden Steuerblätter sich zeichnen liess. Eine solche genaue Bezeichnung der Richtungslinie in den Steuerblättern zum Zweck der Aufsuchung von Zwischenstationen war dadurch geboten dass vom Pfeiler des Döbraberges aus ein freier Umblick nicht besteht, weil der Waldbestand der Umgebung den Stationspfeiler weit überragt.

Blos in den Richtungen Stelzen, Kapellenberg und Ochsenkopf sind schmale Durchhiebe angelegt worden welche gerade nur die genannten Richtungen für den Ausblick frei machen. Die nun auch in den Steuerblättern auf diese Weise vorläufig bestimmten Stationspunkte liessen sich nach diesen Vorbereitungen durch Begehen des Terrains selbst aufsuchen und durch Lichtblitze mit einem Steinheil'schen Taschenheliotropen nach dem Döbraberge signalisiren, von wo aus ihre Lage beobachtet und durch vorher verabredete Heliotropsignale noch berichtigt wurde, so dass sie eine möglichst günstige Lage gegen die Seitenwände des Walddurchhiebes auf dem Döbraberg, sowie in der Vertikalebene durch den Kapellenberg erhielten. Die so bestimmten Standorte des Heliotropen wurden durch einen Grundpfahl bezeichnet, auf die nächsten Grenzen eingemessen und

in die Steuerblätter eingetragen. Der neue Stationspfeiler auf dem Döbraberger ist an Stelle des alten Katasterpunktes am Westrand der Scheitelfläche aus flachen Thonschieferplatten bis zu einer Höhe von 3 m über Terrain aufgeführt, mit einer Sandsteindeckplatte gekrönt und von einem 1,8 m hohen Standgerüste umgeben. Das Mauerwerk des Pfeilers zeigt wegen der dazu verwendeten und noch überdies durch ziemlich schlechten Mörtel verbundenen kleinen Steine wenig Festigkeit und ist gegen jede einseitige Belastung der Pfeileroberfläche und gegen seitlichen Druck sehr empfindlich. Die nächste Umgebung des Pfeilers bis auf 20 m Entfernung ringsum und bis zu 80 m in der Richtung nach Osten ist von den vorhandenen Bäumen gesäubert worden, ebenso wurde gegen Westen der Wald soweit gelichtet dass bis Sonnenuntergang den Sonnenstrahlen der Zutritt zur Station und dem daselbst aufgestellten Heliotropen-Gegen- spiegel offen blieb.

Der Pfeiler kann sonach nicht als gänzlich vom Wald eingeschlossen betrachtet werden, denn wenn auch der Ausblick nach dem Horizont durch die Gipfel der Bäume verhindert war, so stand doch dem Wind und der Sonne der Zutritt völlig frei, ein Umstand der auf die beobachteten Temperaturen von wesentlichem Einfluss sein musste. Das Mauerwerk des Pfeilers war in seinem untern Theile bis auf die Höhe des Podiums für das Standgerüst durch letzteres gegen die direkten Sonnenstrahlen während des grössten Theils des Tages ziemlich geschützt und der obere Theil des Pfeilers, soweit er das Podium überragte, wurde bei den Beobachtungen im Jahre 1877 durch Ueberhängen eines Tuches der Bestrahlung durch die Sonne entzogen.

Zum Schutze für das Instrument und den Beobachter gegen die Sonne diente ein starker Messschirm, der jedoch nicht mit dem Pfeiler in Berührung gebracht werden durfte, da dieser sonst in Folge des Winddrucks auf den Schirm merkliche Schwankungen gezeigt haben würde. Im Jahre 1878 wurde das ganze Podium des Standgerüsts von 9 Quadratmeter Grundfläche mit einem Schutzhäuschen überbaut, welches nicht nur während der Nachtbeobachtungen dem Beobachter den nöthigen Schutz gegen Wind und Kälte gewährte, sondern auch bei Tage und bei Regenwetter zur sichern Aufbewahrung der Instrumente diente, die im Vor-

jahre am Abend jedes Beobachtungstages vom Pfeiler entfernt und durch zwei Träger nach dem Orte Döbra getragen werden mussten.

Der für die centrische Aufstellung des Instruments benützte Stationspunkt ist auf einem in die Sandsteindeckplatte des Pfeilers versenkten Messingbolzen durch ein feines Linienkreuz markirt und als identisch zu betrachten mit dem älteren Katasterpunkt, dessen Polhöhe (nach S. 550 der „Bayerischen Landesvermessung in ihrer wissenschaftlichen Grundlage“) $50^{\circ} 16' 43,4''$ beträgt und dessen Coordinaten (auf S. 504 daselbst) zu $A = + 81530^{\circ},60$ und $C = - 1709^{\circ},59$ angegeben sind.

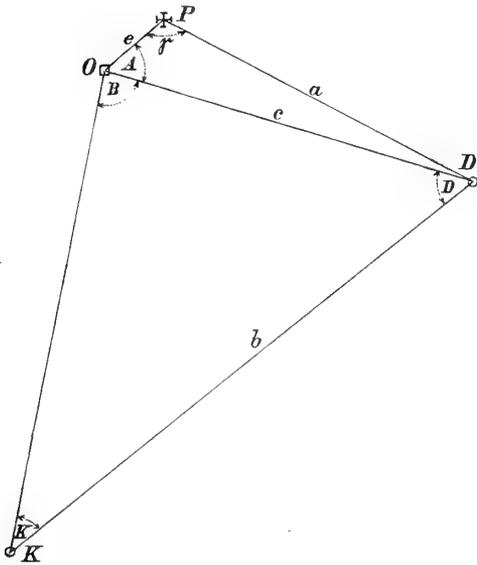
Die Höhe der Pfeileroberfläche in Döbra ist durch wiederholtes genaues geometrisches Nivellement im Anschluss an den Fixpunkt Nr 31 unter der Höhenmarke am Betriebshauptgebäude zu Münchberg (Meereshöhe = 536,5964) durch die Ingenieurassistenten Karl Weber und Robert Heinze bestimmt worden, wobei der Höhenunterschied zwischen dem genannten Fixpunkte und der Pfeileroberfläche von Weber = 258,125 m und von Heinze = 258,099 m, im Mittel also = 258,108 m gefunden wurde. Hiermit ergibt sich die Höhe der Oberfläche des Pfeilers in Döbra über Normalnull = 794,704 m und die der Horizontalaxe des darauf gestellten Ertel'schen Höhenkreises = $794,704 + 0,46 = 795,164$ Meter.

Die Station Kapellenberg, auf der Spitze des kegelförmigen Berges gleichen Namens gelegen, ist ein Punkt erster Ordnung der im Königreich Sachsen in der Ausführung begriffenen Landstriangulirung. Der Pfeiler daselbst ist im Jahre 1864 massiv aus Granitquadern bis zu einer Höhe von 5,20 m über Terrain aufgeführt und mit einem Standgerüst umgeben. Die Abhänge des Berges, der vom Orte Schönberg aus in 35 Minuten erstiegen werden kann, sind mit jungem Fichtenbestand bedeckt, während der Gipfel selbst völlig kahl ist und nach allen Seiten freien Rundblick gewährt. Durch seine freie Lage ist der Pfeiler dem Wind stark ausgesetzt, und es wurde deshalb für die Nachtbeobachtungen im Sommer 1878 auch hier die Einrichtung einer Schutzwand für den Beobachter nöthig. Der Stationspunkt selbst ist ebenso wie auf dem Döbrapfeiler durch einen in die Pfeileroberfläche versenkten Messingbolzen mit eingerissenem Linienkreuz bezeichnet, seine genaue geographische Lage wird jedoch erst bei Abschluss der Sächsischen Triangulirungs-

arbeiten bestimmt werden können; vorläufig ist die Polhöhe der Station Kapellenberg zu $50^{\circ} 11' 22'',3$ ermittelt worden.

Die Entfernung der beiden Stationspunkte Döbra und Kapellenberg

Fig. 2.



konnte aus den von Herrn Professor Nagel mitgeteilten Ergebnissen der Winkelmessung in den Dreieckspunkten Döbra, Ochsenkopf und Kapellenberg nach Fig. 2 (worin D Döbra, K Kapellenberg, P den alten Katasterpunkt und O den neuen Pfeiler auf dem Ochsenkopf bedeutet) wie folgt berechnet werden.

Bekannt sind: erstens die Entfernung $DP = a$ durch $\log \text{arc. } a = 4,0117832$ in bayer. Ruthen; zweitens die Excentricität des neuen Pfeilers auf dem Ochsenkopf oder $e = 22,305$ m, und drittens die auf den neuen Pfeiler daselbst bezogenen Winkel

$$A = 37^{\circ} 16' 8,28'' \quad D = 54^{\circ} 43' 47,44''$$

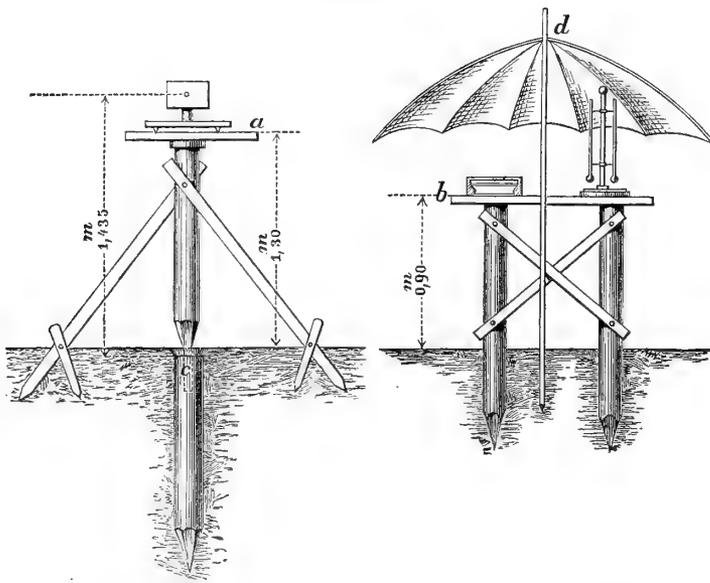
$$B = 86^{\circ} 37' 10,51'' \quad K = 38^{\circ} 39' 4,99''$$

Es ergibt sich nun, wenn nach den Feststellungen durch die K. Bayer. Verordnung vom 13. August 1869 $1^{\circ} = 2,918592$ m gesetzt wird, aus dem Dreieck OPD die Seite $c = 30006,26$ m und damit aus dem Dreieck DOK (nach Ausgleichung der Winkel dieses Dreiecks) $b = 47958,41$ m als die Entfernung Döbra-Kapellenberg.

Die Meereshöhe der Pfeileroberfläche in Kapellenberg ist aus dem Sächsischen Präcisionsnivellement bekannt und mit Bezug auf den Ostseespiegel bei Swinemünde $= 764,772$ m. Da nun dieser Wasserspiegel (nach der Schrift „der Normalhöhenpunkt für das Königreich Preussen“, Seite 3) um $0,023$ m tiefer liegt als Normalnull, so ist die Meereshöhe der Pfeileroberfläche auf Kapellenberg mit Bezug hierauf $= 764,749$ m und die Höhe der um $19,5$ Centimeter darüber befindlichen Axe der Heliotrope oder

Reflectoren = 764,944 Meter. Zum Vergleich mit den Angaben des Bayerischen Präcisionsnivelements dient die Meereshöhe der Höhenmarke \odot Nr 65 im alten Bahnhof zu Hof, welche nach unsern Ermittlungen 505,282 m und nach den Sächsischen 505,294 m beträgt. Zieht man von letzterer Höhe 0,023 m ab, um welche der Ostseespiegel tiefer liegt als Normal-Null, so wird mit Bezug auf unsern Horizont die Sächsische Cote = 505,271 m, und es besteht somit zwischen unsern beiden Bestimmungen nur ein Unterschied von 1,1 Centimeter. Wir haben somit den Höhenunterschied der Pfeileroberflächen in Döbra und Kapellenberg oder DE in Fig. 1 = $794,704 - 764,749 = 29,955$ m und den Höhenunterschied der Instrumentenaxen auf beiden Punkten = $795,164 - 764,944 = 30,22$ m zu setzen.

Fig. 3.



Die in der Vertikalebene Döbra-Kapellenberg gewählten beiden Zwischenpunkte sollten nur als Signalstationen für die Beobachtungen auf dem Döbraberge dienen und waren demgemäss nur mit einer einfachen Einrichtung zum Aufstellen des Heliotropen, der Nachtsignale, der Aneroide und Thermometer zu versehen. Zu diesem Zwecke wurden in den beiden Stationen je zwei Tische aus Holz errichtet, der eine (a, Fig. 3)

1,30 m über dem Grundpfahl (c) der Station selbst zur Aufnahme des Heliotropen und der Nachtsignale, der andere (b) 0,90 m hoch und seitwärts vom ersten stehend, für die Aufstellung des Federbarometers und des August'schen Psychrometers deren Stände an den Stationen beobachtet werden mussten.

Ein starker Messschirm (d) schützte auch hier die letztgenannten Instrumente vor den Sonnenstrahlen. Bei den Beobachtungen im Jahre 1878 war ausserdem noch ein Thermometer zur Bestimmung der Lufttemperaturen in der Nähe der Stationen auf der nördlichen Stammseite eines Baumes 4,5 m hoch über der Bodenfläche angebracht, zu welchem man mittelst einer Leiter gelangen konnte.

Eine einfache Strohhütte gewährte den Gehilfen, welche die Beobachtungen auf den Zwischenstationen zu besorgen hatten, den nöthigen Unterschlupf während der Nachtzeit.

Die Entfernungen dieser Signalstationen sind aus den treffenden Blättern der Bayerischen Katastervermessung durch Abgreifen ihrer Coordinaten unter Berücksichtigung des Schwindmasses des Papiers berechnet worden. Um beurteilen zu können, mit welcher Genauigkeit sich auf diese Weise die Lage eines Punktes bestimmen lässt, wurden auch für den Stationspunkt Döbra die Coordinatenwerthe durch Abgreifen aus dem Steuerblatt N. O. CII. 3. bestimmt; es ergaben sich hierbei die Werte

$$x_I = +81531^0,0 \text{ und } y_I = -1709^0,7$$

während die wahren Coordinatenwerte dieses Punktes nach Seite 504 der Bayer. Landesvermessung

$$A_0 = +81530^0,60 \text{ und } C_0 = -1709^0,59$$

betragen. Die Uebereinstimmung beider Werte ist somit eine befriedigende und lässt genügende Genauigkeit auch für die Bestimmung der Lage der Signalstationen erwarten.

Um für letztere eine kurze Bezeichnung zu erhalten, sollen die einzelnen Stationen, vom Döbra beginnend, der Reihenfolge nach mit I, II, III und IV benannt werden, so dass I und IV die zwei Hauptstationen, II und III die beiden Zwischenstationen bedeuten.

Die Coordinaten der Station II wurden durch Abgreifen aus Steuerblatt N. O. CI. 10 ermittelt zu

$$x_{II} = +80355^0,6 \text{ und } y_{II} = -7332^0,8.$$

Die Entfernung von Döbra ergibt sich dann zu $d_{II} = 16766,2$ m. In gleicher Weise findet sich für die Station III aus Steuerblatt N. O. C. 15

$$x_{III} = +79526^0,0 \text{ und } y_{III} = -11337^0,1$$

Die Entfernung vom Döbrapfeiler ist somit $d_{III} = 28701,3$ m. Die Höhengcote der Oberfläche des Grundpfahls (c) von Station II wurde durch doppeltes Nivellement mit Anschluss an den Fixpunkt Nr 54 auf der Saale = Fluthbrücke zu Oberkotzau zu $243,060 \text{ m} \pm 0,027 \text{ m}$ bestimmt, woraus eine Meereshöhe dieses Pfahls von $861,080 \text{ m} - 243,060 \text{ m} = 618,020 \text{ m}$ folgt. Rechnet man hiezu die Entfernung der Heliotropaxe mit $1,435 \text{ m}$, so wird die Meereshöhe dieser Axe auf Station II = $619,455 \text{ m}$ und ihr Höhenunterschied gegen die Instrumentenaxe auf der Station I = $795,164 - 619,455 \text{ m} = 175,71 \text{ Meter}$. Für Station III ergab sich die Cote des Grundpfahls durch ein an den Fixpunkt Nr 73 unter der Höhenmarke in der Station Rehau sich anschliessendes Doppel-nivellement zu $258,394 \pm 0,022 \text{ m}$ und hiemit die Meereshöhe der Station III = $861,080 - 258,39 = 602,69 \text{ Meter}$.

Rechnet man auch hiezu für Tisch und Instrument $1,435 \text{ m}$, so wird die Meereshöhe der Heliotropaxe auf Station III = $604,125 \text{ m}$ und ihr Höhenunterschied gegen die Instrumentenaxe auf Station I = $795,164 - 604,125 = 191,04 \text{ Meter}$.

In der nämlichen Weise, wie der Abstand der Stationen II und III, ist auch die Entfernung eines Stangensignals mit Zielscheibe von der Station Döbra ermittelt worden. Dieses Signal steht auf der ersten vom Döbra aus in der Richtung nach Kapellenberg sichtbaren Terrainerhebung und soll in der Folge mit „Nullpunkt“ bezeichnet werden. Seine Entfernung vom Döbra ist $d_0 = 9921,0 \text{ m}$; seine Höhengcote wurde, weil überflüssig, durch geometrisches Nivellement nicht bestimmt.

2. Aufnahme des Längenprofils Döbra—Kapellenberg.

Um die Lage der Visirlinien vom Döbra nach den übrigen Stationen gegen die Terrainoberfläche darstellen zu können, wurde die Aufnahme eines Längenprofils nöthig, welche Herr Professor Max Schmidt mit dem nöthigen Gehilfenpersonale in auffallend kurzer Zeit durchführte. Seinem Berichte hierüber ist das Folgende entnommen.

Da grosse Genauigkeit der Höhenbestimmung für diesen Zweck nutzlos schien, und der Zeitaufwand für eine solche Arbeit auf das geringste Mass zu bringen war, wurden die nöthigen Messungen mit Federbarometern ausgeführt die erfahrungsgemäss eine Genauigkeit der Höhenbestimmung bis auf 1 oder 2 Meter gewähren und einen ungemein raschen Arbeitsfortschritt gestatten. Zunächst musste die Profillinie selbst so bestimmt werden dass die einzelnen in ihr liegenden Hauptbrechungspunkte der Terrainoberfläche leicht und rasch aufgefunden und mit den Aneroiden begangen werden konnten. Ein vorzügliches Hilfsmittel hiezu waren wieder die Steuerblätter der Bayer. Katastervermessung, und wo diese endeten, bot die topographische Karte des Königreichs Böhmen immerhin noch sehr brauchbare Anhaltspunkte. Mit Hilfe der bekannten Coordinaten der Stationen Döbra und Kapellenberg liessen sich die Schnittpunkte der Profillinie mit den Steuerblattgrenzen rechnen; damit war die Lage der Linie in den Steuerblättern bestimmt, und sie konnte nun an der Hand dieser Blätter ohne Schwierigkeit auf dem Terrain aufgefunden werden. Von der böhmischen Grenze bei Asch bis Kapellenberg wurde in analoger Weise die topographische Karte des Königreichs Böhmen benützt, in welcher die Profillinie von dem bekannten Schnittpunkt mit der Grenze aus nach dem Stationspunkt auf dem Kapellenberg gezogen wurde. An der Hand dieser kartographischen Hilfsmittel ist die Profillinie auf dem Terrain aufgesucht und begangen worden, unter gleichzeitiger Vornahme der nöthigen Messungen an den Hauptbrechungspunkten des Terrains, deren Lage durch Abschreiten gegen feste Grenzen, Wege, Wasserläufe u. dgl. festgelegt und in die Karten eingetragen wurden. In grösseren Wäldern oder an solchen Stellen, wo genügende Anhaltspunkte fehlten um die Richtung der Profillinie mit Sicherheit bestimmen zu können, leistete eine Schmalkalder-Busssole mit Dioptereinrichtung gute Dienste, nach deren Angaben die gesuchte Richtung leicht einzuhalten war. Das Begehen der etwa 48 Kilometer langen Profillinie unter gleichzeitiger Vornahme sämtlicher Messungen an 210 Terrainbrechungspunkten erfolgte in 2,5 Tagen vom 28. bis 30. August 1877 bei sonnigem und windstillem Wetter. Es sind somit in einem Tag durchschnittlich 20 Kilometer zurückgelegt worden, wobei die verschiedensten Terrainhindernisse, als dichte Wälder, steile Thalgehänge, sumpfige Gründe und

mehrere Wasserläufe zu überwinden waren. An allen Hauptbrechungspunkten des Terrains wurde zunächst die Lage des Punktes in der Karte durch Eintragen einer fortlaufenden Nummer bestimmt und ausserdem die Zeit der Messung sowie der Zeigerstand und die Thermometerablesung an zwei Aneroiden aufgeschrieben. Von der Beobachtung der Lufttemperatur (etwa mittelst Schleuderthermometer) ist Umgang genommen worden, da auf dieselben nicht die nöthige Zeit verwendet werden konnte und flüchtige Temperaturbeobachtungen erfahrungsgemäss werthlos sind. Gleichzeitig mit diesen Feldbeobachtungen wurden an jedem der drei Tage an der nächst gelegenen Höhenmarke des Präcisionsnivellements und zwar am 28. in Oberkotzau, am 29. in Rehau und am 30. in Asch mit einem dritten Aneroidbarometer die Luftdrucksänderungen und mit einem August'schen Psychrometer die Temperatur- und Feuchtigkeitszustände der Atmosphäre in Zeitintervallen von 15^o zu 15 Minuten beobachtet.

Für die verwendeten Aneroidbarometer des geodätischen Instituts der K. Technischen Hochschule zu München, Nr 38262, Nr 50700, Nr 38255 Naudet'scher Construction gelten die Seite 28 der „Beobachtungen und Untersuchungen über die Eigenschaften der Naudet'schen Aneroidbarometer“ von C. M. v. Bauernfeind angeführten Temperatur- und Theilungscoefficienten $a = -0,1315$ m für 1° R und $b = +0,016$, während für das mit dem Namen Kainath bezeichnete Instrument von gleicher Beschaffenheit mit ersteren nahezu derselbe Temperaturcoefficient $a = -0,133$ und der Theilungscoefficient $b = +0,020$ bestimmt wurde.

Die Standcorrection c für sämtliche Aneroide ist durch zahlreiche Vergleichen mit zwei Quecksilber-Reisebarometern Nr 517 und Nr 518 von Greiner in München erhalten worden. Der Werth c während der Dauer des Nivellements ist aus den Vergleichen vom 24. Juli 1877 wie folgt berechnet worden:

für Aneroid Nr 38262	$c = -1,30$ mm
„ „ Nr 50700	$c = -0,80$ „
„ „ Nr 38255	$c = -1,50$ „
„ „ Kainath	$c = -1,70$ „

und diese Werthe fanden bei der Berechnung des Nivellements Berücksichtigung. Von den in den Beobachtungsheften angewendeten Bezeich-

nungen bedeutet db die Theilungs-, dt die Temperatur- und c die Stand-Correction, A_0^0 und A_0' sind die reducirten Ablesungen der beiden Feldbarometer, deren Mittelwert A der Höhenberechnung zu Grunde gelegt ist; B_1 ist der gleichzeitige reducirte, an den Höhenmarken beobachtete Barometerstand, dessen Berechnung in Heft XIX, Seite 18—22 besonders angegeben ist.

Die Höhengoten der das Längenprofil zusammensetzenden Terrainpunkte sind abgeleitet aus der Berechnung des Höhenunterschieds zwischen dem Standbarometer und den Feldbarometern für deren jedesmalige Aufstellung in 1 m Höhe über dem treffenden Terrainpunkt. Für diese Berechnung sind die graphischen Hilfstabellen für barometrische Höhenmessungen benützt worden, welche in der Zeitschrift des Bayerischen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Band V, Heft 4 vom Jahre 1873 veröffentlicht sind, und die auf Grund der Näherungsformel

$$h = 15982 \left(1 + 0,00183 (t_a + t_b) \right) \frac{a - b}{a + b}$$

entworfen sind. In dieser Formel bezeichnen a und b die reducirten Barometerstände, t_a und t_b die Lufttemperaturen derjenigen Beobachtungsstationen, deren Höhenunterschied h gesucht wird. Dabei ist der Wert

$$\frac{15982}{a + b} \left(1 + 0,00183 (t_a + t_b) \right) = m$$

gesetzt, und der genannten Tabelle entnommen worden: das Product $m(a - b)$ ergab dann den Werth von h . Was die Bestimmung der Lufttemperaturen t_a und t_b anlangt, so wurde von diesen nur t_b , die Temperatur am Orte des Standbarometers, wirklich beobachtet; die Lufttemperatur am Ort des Feldbarometers t_a ist mit Zugrundelegung einer Temperaturabnahme von $0,0085 \text{ C}^0$ für 1 Meter Höhe berechnet worden. Letztere Annahme für die Temperaturabnahme mit der Höhe ist hervorgegangen aus der auf Seite 24 bis 27 des XIX. Heftes mitgetheilten und für den Monat August in jener Gegend beobachteten Temperaturabnahmen zwischen den Hauptstationen I und II. Der bei der Berechnung der Höhengoten der Terrainpunkte erwähnte Zuschlag von 1 m ist dadurch nöthig geworden dass der Feldbarometer nicht auf der Terrain-

höhe selbst, sondern in der Brusthöhe des Beobachters (etwa 1 m über der Terrainoberfläche) abgelesen wurde.

Zur Controle für die angenäherte Richtigkeit der barometrisch gemessenen Höhen dient die Uebereinstimmung der Beobachtungen, welche zu verschiedenen Zeiten in den Punkten 47 (Nullpunkt) und 188 (Böhmische Grenze) vorgenommen wurden, hauptsächlich aber die Vergleichung der in den Stationen II, III, IV erhaltenen Höhengoten mit den Ergebnissen der geometrischen Nivellements. Es wurden nämlich mit Bezug auf den 861,08 m über Normalnull (Null A. P.) liegenden Horizont des Bayerischen Präcisionsnivellements erhalten:

für Station II (Niv. Pkt 79) $H = 242,5$ (statt 243,06)

„ „ III (Niv. Pkt 137) $H = 255,5$ (statt 258,40)

„ „ IV (Niv. Pkt 210) $H = 97,2$ (statt 96,30)

woraus sich ein mittlerer Fehler für die barometrisch bestimmten Höhen von rund 1,5 Meter ergibt. Die Entfernungen der einzelnen Profilpunkte vom Döbraberg sind zum grössten Teile aus den Steuerblättern abgegriffen, im Uebrigen durch Abschreiten von den nächsten festen Grenzmarken aus bestimmt worden. Eine graphische Darstellung des von Herrn Prof. Schmidt aufgenommenen Längenprofils enthält die Steindrucktafel Nr 1, zu der Folgendes zu bemerken ist: Die Entfernungen sind in Kilometern, die Höhen in Metern mit Bezug auf Normalnull angegeben, der Wald ist parallel, der übrige Boden senkrecht zum Profil schraffirt.

3. Die Instrumente zur Refractionsbestimmung und ihre Constanten.

Für die Ausführung der Refractionsbeobachtungen stand ein Höhenkreis von Ertel & Sohn in München mit 22 cm Kreisdurchmesser und mikroskopischer Ablesung zur Verfügung. Der Kreis selbst lässt sich auf der Fernrohdrehaxe beliebig verstellen und ist in Zwölftel-Grade geteilt. Das mit dem Ocularende durchschlagbare Fernrohr hat 35 cm Brennweite und ist mit Ocularmikrometer versehen. Auf der stählernen Drehaxe des Rohrs sitzt eine Aufsatzlibelle, deren Röhre zum Schutz

gegen Erwärmung in ein Holzkästchen mit Glasdeckel eingeschlossen ist. Eine zweite Libelle mit gleichem Schutzgehäuse ist mit den Mikroskopträgern verschraubt. Die Trommeln der beiden Ablesenmikroskope sind in 60 Teile geteilt und es entsprechen 5 volle Umdrehungen einer Fortbewegung des Doppelfadens um einen Limbusteil von 5 Minuten Winkelwert.

Bei den Messungen mit diesem Instrument im Jahre 1877 machten sich folgende Mängel und Constructionsfehler geltend, welche zum Teil bei den Beobachtungen durch besondere Achtsamkeit unschädlich gemacht werden konnten, im Frühjahr 1878 jedoch durch Umbau des Instrumentes soweit wie möglich beseitigt wurden. Solche Constructionsfehler und Mängel waren:

1) zu geringe Stabilität der Fernrohrstützen welche einerseits die schweren und weit ausladenden Mikroskopträger mit der zu massig gehaltenen Libellenfassung und andererseits die schweren Gegengewichte zu tragen hatten. Die Grundfläche dieser Stützen war ungenügend breit und mit dem Untergestell nicht fest verbunden, so dass bei geringem Seitendruck ein Ausweichen der Stützen in der Richtung der Fernrohrdrehaxe von mehreren Millimetern eintrat;

2) die Hauptteilung des Höhenkreises war nicht übersichtlich ausgezeichnet, überdies wurden die Enden der diese Auszeichnung tragenden Teilstriche von den verkehrt angeordneten Mikroskop-Rechen völlig verdeckt, so dass bei dem Ablesen der Mikroskope grobe Irrthümer nur mit vielem Zeitverlust sich vermeiden liessen: die einzelnen Teilstriche selbst erschienen im Mikroskop nicht als scharf begrenzte schwarze Linien, sondern zeigten zackige Ränder und waren an vielen Stellen verschieden tief eingeschnitten, so dass sie wie mit Einschnürungen behaftet gesehen wurden;

3) die Fernrohrdrehaxe war in ihrem Lager nicht genügend geführt, sondern zeigte bei jedem Durchschlagen des Rohrs eine Verschiebung in der Richtung der Mikroskope, wodurch sich deren Vergrößerung und Bildscharfe merklich änderte. Derselbe Fehler, wenn auch in geringerer Masse, entstand bei Temperaturänderungen, da die Fernrohraxe aus Stahl und der Fernrohrträger aus Guss sich verschieden ausdehnten;

4) die Mikroskope waren mit unzweckmässigen Blenden versehen, da

deren flache trompetenartige Oeffnungen das Licht von der Ablesestelle eher ablenkten als hinwarfen, und da bei ihrer senkrechten Stellung durch den Blendenausschnitt an der Ablesestelle ein grauer dunkler Fleck entstand;

5) die Mikrometerschrauben der Mikroskope erschwerten genaue Messungen, weil ihre Muttern sich gegen die Aussenwände der Mikroskopkästchen stützten deren Fläche nicht senkrecht zur Schraubenaxe lag, wodurch eine Gangverbesserung der Schraube nöthig wurde welche nicht constant blieb sondern sich durch Auflagerung von Schmutztheilen an den Berührungsstellen fortwährend änderte;

6) die Aufsatzlibelle konnte ohne künstliche Erhöhung des Standorts des Beobachters nicht abgelesen werden.

Zur Beseitigung dieser Missstände wurde durch das mechanische Institut von Aug. Lingke in Freiberg eine Umänderung der Haupttheile des Instruments vorgenommen und in völlig befriedigender Weise ausgeführt. Zunächst wurde die Befestigung der Fernrohrstützen bedeutend verstärkt und der Zug der Mikroskopträger sowie deren Gegengewichte nach aussen durch eine Verbindungsstange der Stützen hart unterhalb des Kreisrandes unschädlich gemacht.

Der Höhenkreis selbst ist neu geteilt und jeder Gradstrich besonders mit einer im Mikroskop lesbaren Zahl ausgezeichnet worden, so dass nunmehr die Teilung volle Uebersichtlichkeit gewährte. Hiezu trägt wesentlich bei dass die Mikroskope eine um die Hälfte geringere Vergrösserung und dadurch ein grösseres Gesichtsfeld erhalten haben, so dass nunmehr ein volles Gradintervall der Teilung vom Gesichtsfeld umfasst wird. Die Mikroskope mussten bei dieser Umänderung soweit von der Teilungsebene abgerückt werden dass nun eine gute Blendenconstruction anzubringen war. Durch Reduction der Mikroskopvergrösserung auf die Hälfte des früheren Betrages ist ferner die Umdrehungszahl der Schraube für eine dem kleinsten Teilungsintervall des Limbus entsprechende Verschiebung des Doppelfadens von 5 auf 2,5 gebracht worden. Hiedurch ist der Zeitverbrauch für eine Messung mit dem Mikroskop wesentlich verringert, ohne dass die Genauigkeit der Einstellung des Fadens gelitten hätte. Es entspricht nunmehr eine volle Schraubendrehung 2 Minuten Winkelwert und eine Drehung um 1 Trommelteil

oder $\frac{1}{60}$ Umdrehung 2 Secunden Winkelwert des Limbus. Ausserdem sind noch die Mikroskop-Rechen auf die der Auszeichnung der Teilung entgegenstehende Seite verlegt und die Trommelbezifferungen derart abgeändert worden dass beide Mikroskop-Schrauben nach abwärts gerichtet stehen und wachsende Trommellestungen geben, wenn der Doppelfaden im richtigen Sinne (gegen den nächst kleinern Teilstrich) bewegt wird.

Um die schädliche Verschiebung der Teilung gegen die Mikroskope zu hindern ist an die eine Fernrohrstütze eine starke Lamellenfeder angeschraubt worden welche auf das Ende der Fernrohrdrehaxe in der Axenrichtung einen Druck ausübt und so den Abstand zwischen Mikroskop und Teilung fixirt. Das Gewicht der Libellenfassungen, namentlich der Libelle am Mikroskopträger, ist nahezu auf die Hälfte des früheren reducirt und die Aufsatzlibelle mit einer durchsichtigen Glasabdeckung versehen worden; ausserdem wurde noch eine Centrirvorrichtung an der Unterseite des Dreifusses angebracht.

Von dem Werte der Teilung des Höhenkreises und der Leistung der Mikroskope vor und nach der Umänderung beider geben die von Herrn Prof. Schmidt ausgeführten und im Beobachtungsheft Nr XVII, S. 32 und 23 und in der nachstehenden Tafel Nr 1 zusammengestellten vergleichenden Messungen einen Begriff. Jedenfalls steht die Güte der Neuteilung nicht hinter der Leistung der Mikroskope zurück, sondern scheint sie sogar zu übertreffen, was daraus erklärt werden kann dass die Mikroskopkästen nicht durch besser eingerichtete ersetzt werden konnten, da es an der nötigen Zeit zu deren Anfertigung mangelte. Eine genauere Untersuchung der Limbusteilung sowie der Gangverbesserung der Schrauben scheiterte an der mangelhaften Einrichtung der Mikroskopkästen, kann aber auch füglich für die in Frage kommenden Messungen entbehrt werden.

Tafel Nr 1.

Untersuchung der Teilung des Ertel'schen Höhenkreises.

1. Abstände einzelner Teilstriche, gemessen mit je 5 Einstellungen der beiden Mikroskope.

Die Zahlen p_1 und p_2 sind die an der Trommel abgelesenen Ueberschüsse über 5 und 2,5 Umdrehungen.

Nr	Mikroskop Nr I			Mikroskop Nr II			Nr	Mikroskop Nr I			Mikroskop Nr 2		
	p_1	Δ	Δ^2	p_2	Δ	Δ^2		p_1	Δ	Δ^2	p_2	Δ	Δ^2
1. Vor der Abänderung (1877)													
			48,49			137,64		+ 4",1	± 1",9	110,90	- 2",4	± 2",6	206,97
1	+ 5,4	- 1,3	1,69	- 0,1	- 2,3	5,29	17	+ 1,0	+ 3,1	9,61	- 3,0	+ 0,6	0,36
2	+ 6,6	- 2,5	6,25	- 1,5	- 0,9	0,81	18	+ 8,5	- 4,4	19,36	- 3,1	- 0,7	0,49
3	+ 0,4	+ 3,7	13,69	+ 3,3	- 5,7	32,49	19	+ 6,6	- 2,5	6,25	+ 1,3	- 3,7	13,69
4	+ 3,4	+ 0,3	0,09	+ 0,2	- 2,6	6,76	20	+ 4,8	- 0,7	0,49	- 4,0	+ 1,6	2,56
5	+ 3,4	+ 0,3	0,09	- 5,5	+ 3,1	9,61	21	+ 2,2	+ 1,9	3,61	- 3,1	+ 0,7	0,49
6	+ 5,8	- 1,7	2,89	- 2,1	- 0,3	0,09	22	+ 3,0	+ 1,1	1,21	+ 0,6	- 3,0	9,00
7	+ 2,2	+ 1,9	3,61	- 7,6	+ 5,2	27,04	23	+ 4,8	- 0,7	0,49	- 1,8	- 0,6	0,36
8	+ 3,8	+ 0,3	0,09	- 0,2	- 2,2	4,84	24	+ 5,6	- 1,5	2,25	- 7,5	+ 5,1	26,01
9	+ 3,0	+ 1,1	1,21	- 0,6	- 1,8	3,24	25	+ 5,1	- 1,0	1,00	- 4,9	+ 2,5	6,25
10	+ 3,7	+ 0,4	0,16	- 4,0	+ 1,8	3,24	26	+ 2,4	+ 1,7	2,89	- 1,9	+ 0,5	0,25
11	+ 2,9	+ 1,2	1,44	- 8,4	+ 6,0	36,00	27	+ 2,0	+ 2,1	4,41	- 2,8	+ 0,4	0,16
12	+ 6,8	- 2,7	7,29	- 3,2	+ 0,8	0,64	28	+ 6,8	- 2,7	7,29	- 4,6	+ 2,2	4,84
13	+ 6,3	- 2,2	4,84	- 2,2	- 0,2	0,04	29	+ 4,0	+ 0,1	0,01	- 0,9	- 1,5	2,25
14	+ 2,0	+ 2,1	4,41	- 1,5	- 0,9	0,81	30	+ 2,6	+ 1,5	2,25	- 1,5	- 0,9	0,81
15	+ 4,4	- 0,3	0,09	+ 0,1	- 2,5	6,25	31	+ 3,2	+ 0,9	0,81	- 1,4	- 1,0	1,00
16	+ 4,9	- 0,8	0,64	- 1,7	- 0,7	0,49	32	+ 3,4	+ 0,7	0,49	- 3,3	+ 0,9	0,81
2. Nach der Abänderung (1878)													
			5,15			2,60		+ 0",7	± 0",66	6,51	+ 0,5	± 0",55	4,53
1	+ 0,5	0,2	0,04	+ 0,3	0,2	0,04	9	+ 0,7	0,0	0,00	+ 0,8	0,3	0,09
2	+ 1,2	0,5	0,25	+ 1,1	0,6	0,36	10	+ 0,3	0,4	0,16	+ 0,4	0,1	0,01
3	+ 0,3	0,4	0,16	+ 0,6	0,1	0,01	11	+ 1,2	0,5	0,25	+ 0,1	0,4	0,16
4	- 0,2	0,9	0,81	+ 0,2	0,3	0,09	12	+ 1,5	0,8	0,64	- 0,2	0,7	0,49
5	+ 0,7	0,0	0,00	+ 1,6	1,1	1,21	13	+ 0,4	0,3	0,09	+ 0,6	0,1	0,01
6	+ 2,1	1,4	1,96	+ 1,3	0,8	0,64	14	+ 1,0	0,3	0,09	+ 0,9	0,4	0,16
7	- 0,5	1,2	1,44	+ 0,1	0,4	0,16	15	+ 0,4	0,3	0,09	- 0,5	1,0	1,00
8	+ 1,4	0,7	0,49	+ 0,8	0,3	0,09	16	+ 0,9	0,2	0,04	+ 0,6	0,1	0,01
			5,15			2,60		+ 0",7	± 0",66	6,51	+ 0,5	± 0",55	4,53
								= 1",4	= 1",33		= 1",0	= 1",1	

B. Abstände diametraler Theilstriche des Höhenkreises, gemessen mit je 10 Einstellungen eines jeden Mikroskops in beiden Fernrohrlagen.

Der Buchstabe d bezeichnet den Unterschied der an den beiden Mikroskopen abgelesenen Minuten und Secunden bei der Indexstellung $360^\circ \dots 230^\circ$ und d_1 ist derselbe Unterschied bei den nahezu um 180° verschiedenen Indexstellungen $180^\circ \dots 50^\circ$. Der Werth von p_1 war = 1 Secunde, jener von p_2 = 2 Secunden.

Index- Stellung	d	d_1	$d + d_1$	Δ	Δ^2	d	d_1	$d + d_1$	Δ	Δ^2
	p_1	p_1	p_1			p_2	p_2	p_2		
	1. Vor der Abänderung.					2. Nach der Neuteilung.				
360° — 180°	1. 30,7	1. 51,2	3. 21,9	— 7,9	62,41	+ 9,20	+ 8,40	17,60	— 1,36	1,8496
350 — 170	1. 50,7	2. 6,3	3. 57,0	+ 9,6	92,16	+ 11,34	+ 4,46	15,80	+ 0,44	0,1936
340 — 160						+ 12,91	+ 0,84	13,75	+ 2,49	6,2001
330 — 150	1. 49,9	1. 45,7	3. 35,6	— 1,0	1,00	+ 12,76	+ 2,78	15,54	+ 0,70	0,4900
320 — 140	1. 43,5	1. 53,1	3. 36,6	— 0,6	0,36	+ 15,12	+ 4,26	19,38	— 3,14	9,8596
310 — 130	1. 49,1	1. 56,7	3. 45,8	+ 4,1	16,81	+ 17,16	— 1,40	15,76	+ 0,48	0,2304
300 — 120	1. 34,3	1. 47,2	3. 21,5	— 8,1	65,61	+ 9,92	+ 7,24	17,16	— 0,92	0,8464
290 — 110	1. 27,7	1. 56,9	3. 24,6	— 6,6	43,56	+ 10,96	+ 4,70	15,66	+ 0,58	0,3364
280 — 100	1. 39,2	1. 52,1	3. 31,3	— 3,2	10,24	+ 14,88	+ 0,52	15,40	+ 0,84	0,7056
270 — 90	1. 44,9	2. 1,7	3. 46,6	+ 4,5	20,25	+ 15,46	+ 2,36	17,82	— 1,58	2,4964
260 — 80	1. 41,2	1. 52,1	3. 33,3	— 2,2	4,84	+ 16,46	— 1,34	15,12	+ 1,12	1,2544
250 — 70	1. 46,4	2. 0,1	3. 46,5	+ 4,6	21,16	+ 17,56	+ 0,16	17,72	— 1,48	2,1904
240 — 60	1. 46,8	1. 51,7	3. 38,5	+ 0,6	0,36	+ 19,74	— 5,28	14,46	+ 1,78	3,1684
230 — 50	1. 54,1	1. 57,1	3. 51,2	+ 6,8	46,24					
			3'. 37",7	$\pm 5",66$	385,00			16p,24	$\pm 1p,57$	29,8213
				$\frac{1}{2} \Delta =$					$\frac{1}{2} \Delta =$	
				$\pm 2",83$					$\pm 1",57$	

(Die Werthe d und d_1 geben die Abweichung der Indexpunkte beider Mikroskope von ihrer diametralen Stellung gegen den Kreis, jedoch nur unter der Voraussetzung, dass keine Excentricitätsfehler sich geltend machen; derartige Fehler sind aber vorhanden und werden in den einer Umstellung des Kreises von nahezu 180° entsprechenden Werten d und d_1 jedesmal in gleicher Grösse aber mit entgegengesetztem Vorzeichen auftreten, also in der Summe $d + d_1$ verschwinden. Diese Summe müsste also constant sein, wenn die zur Ablesung benützten Theilstriche des Kreises genau diametral liegen und die Mikrometer absolut genaue Ablesungen geben würden. Da nun auch die beiden letzten Bedingungen nicht streng erfüllt sind, so müssen in den Summen $d + d_1$ Abweichungen auftreten deren Grösse Δ oder $\frac{1}{2}\Delta$ Anhaltspunkte für die Beurteilung der Güte der Teilung und die Sicherheit der Mikroskop-Ablesung gewähren.)

Die Bestimmung des Teilwerts der Libelle am Mikroskopträger des Höhenkreises ist in mehrfacher Weise ausgeführt worden; die hiezu angestellten im Hefte Nr XVII, S. 30 und 31 und in der nachfolgenden Tafel Nr 2 verzeichneten Beobachtungen ergeben einen Teilwert von $2,32'' \pm 0,025$, wofür bei der Berechnung der später mitzuteilenden Winkelmessungen rund $2,30''$ angenommen worden sind. Bei den in Tafel Nr 2 unter A aufgeführten Messungen ist die Verbindungslinie der Vertikalaxe des Instruments mit einer der Fusschrauben möglichst genau in die Richtung nach dem Signal „Nullpunkt“ gebracht worden, hierauf wurde das Fernrohr scharf auf dieses Signal eingestellt und Kreis- und Libellenstand abgelesen. Mit der genannten Fusschraube konnte sodann der Libelle eine etwas veränderte Neigung gegeben werden, worauf das Fernrohr mit der Feinstellschraube des Kreises auf den ursprünglichen Stand (Signalrichtung) zurückgeführt wurde; hierauf sind Kreis und Libelle wiederholt abgelesen worden.

Die Differenz der Kreislesungen muss nun der Axenneigung der Libelle entsprechen, oder auch dem Ausschlag der Libellenblase der durch Verstellen der Fusschraube bewirkt wurde; es gibt also das Verhältniss der Kreisdrehung zum Ausschlag der Libellenblase den Teilwert der Libelle. Die unter B am genannten Orte aufgeführte Bestimmung der Libellenteilwerte mittelst des Legebretts bedarf keiner besondern Erläuterung. Natürlich war dabei die Libelle vom Instrument gelöst worden; es hätte die Libelle hiebei einen andern Wert der Empfindlichkeit ergeben müssen, wenn ihre Axe am Instrument nicht parallel zur Visirlinie gewesen wäre.

Tafel Nr 2.

Untersuchung der Libelle am Mikroskopträger des Ertel'schen Höhenkreises.

A. Auf dem Döbraberge mit Visur nach dem Nullpunkt und Kreislesungen.

Nr	Blasen- Länge	Stand der Blasenmitte		Blasen- Ausschlag	Axen Neigung	Teilwert	Δ	Δ^2
1	25,5	- 10,9	- 1,9	^p 9,0	22,7	2,52	- 0,20	0,0400
2	25,3	- 1,9	+ 8,5	10,4	25,0	2,40	- 0,08	0,0064
3	25,2	+ 8,5	+ 0,9	7,6	16,2	2,13	+ 0,19	0,0361
4	24,2	- 3,1	- 11,3	8,2	21,3	2,60	- 0,28	0,0784
5	24,2	- 11,3	+ 9,9	21,2	53,5	2,52	- 0,20	0,0400
6	24,3	+ 9,9	- 4,2	14,1	27,3	1,94	- 0,38	0,1444
7	24,4	- 4,2	+ 9,8	14,0	27,5	1,96	+ 0,36	0,1296
8	20,3	+ 9,9	- 2,5	12,4	28,6	2,30	+ 0,02	0,0004
9	20,6	- 2,5	- 12,0	9,5	22,9	2,41	- 0,09	0,0081
10	20,5	- 12,0	+ 11,9	23,9	56,8	2,38	- 0,06	0,0036
11	20,4	+ 11,9	- 10,6	22,5	54,1	2,40	- 0,08	0,0064
12	17,1	- 10,5	+ 11,4	21,9	51,7	2,36	- 0,04	0,0016
13	17,1	+ 10,9	- 14,3	25,2	54,5	2,16	+ 0,16	0,0256
14	17,2	- 14,3	+ 9,1	23,4	56,1	2,39	- 0,07	0,0049
15	25,7	- 7,5	+ 9,6	17,1	36,0	2,10	+ 0,15	0,0225
16	25,4	+ 9,6	- 8,7	18,3	43,0	2,36	- 0,11	0,0121
17	25,4	- 8,7	+ 5,9	14,6	33,6	2,30	- 0,05	0,0025
18	25,3	+ 5,9	- 9,4	15,3	36,5	2,39	- 0,14	0,0196
19	25,1	- 9,4	+ 8,7	18,1	39,0	2,16	+ 0,09	0,0081
20	25,0	+ 8,7	- 10,3	19,0	41,0	2,16	+ 0,09	0,0081
21	25,0	- 10,3	+ 9,1	19,4	40,5	2,09	+ 0,16	0,0256
22	25,0	+ 9,1	- 12,5	21,6	48,6	2,25	\pm 0,00	0,0000
23	24,8	- 12,5	+ 10,6	23,1	52,6	2,28	- 0,03	0,0009
24	24,8	+ 10,6	- 8,3	18,9	41,7	2,21	+ 0,04	0,0016
25	24,7	- 8,3	+ 9,7	18,0	39,3	2,18	+ 0,07	0,0049
26	24,7	+ 9,7	- 3,5	13,2	25,5	1,93	+ 0,32	0,1024
27	26,8	+ 5,8	- 8,9	14,7	36,3	2,67	- 0,42	0,1764
28	26,8	- 8,9	+ 8,5	17,4	41,6	2,39	- 0,14	0,0196
29	26,9	+ 8,5	- 10,4	18,9	45,9	2,43	- 0,18	0,0324
				490,9		66,37		0,9622

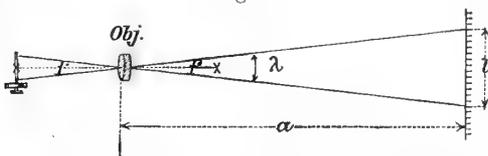
Nr	Blasen-Länge	Stand der Blasenmitte		Blasen-Ausschlag	Axen-Neigung	Teilwert	Δ	Δ^2
				490,9 ^p		66,37		0,9622
30	24,4	+ 4,1	- 10,4	14,5	34,4	2,37	+ 0,01	0,0001
31	24,6	- 10,4	+ 6,5	16,9	37,8	2,24	+ 0,14	0,0196
32	24,6	+ 6,5	- 12,2	18,7	42,9	2,29	+ 0,09	0,0081
33	24,6	- 12,2	+ 7,7	19,9	49,4	2,48	- 0,10	0,0100
34	24,7	+ 7,7	- 4,3	12,0	24,8	2,07	+ 0,31	0,0961
35	24,8	+ 5,9	- 7,3	13,2	34,9	2,64	- 0,26	0,0676
36	25,0	- 7,3	+ 5,6	12,9	32,8	2,54	- 0,16	0,0256
37	25,2	+ 5,6	- 7,8	13,4	34,1	2,54	- 0,16	0,0256
38	25,2	- 7,8	+ 8,6	16,4	41,7	2,54	- 0,16	0,0256
39	25,3	+ 8,6	- 3,2	11,8	27,7	2,35	+ 0,03	0,0009
40	25,3	- 3,2	+ 9,6	12,8	26,7	2,09	+ 0,29	0,0841
41	25,3	+ 9,6	- 4,8	14,4	33,9	2,35	+ 0,03	0,0009
				667,8 ^p		94,87	$\pm 0,11''$	1,3264
				Mittel = 16,288	Mittel = 2,31'' $\pm 0,03$			

B. Mit dem Legebrett von Lingke & Co (1 rev = 395 sec).

Nr	Blasen-Länge	Stand der Blasenenden		Blasen-Ausschlag	Schraubenweg		Teilwert	Δ	Δ^2
					rev	sec			
1	21,5	+ 21,8	+ 0,3	23,75	0,144	56,9	2,39	- 0,07	0,0049
	21,2	- 2,1	- 23,3						
2	21,4	+ 19,7	- 1,7	21,70	0,130	51,4	2,37	- 0,05	0,0025
	21,3	+ 2,5	- 18,8						
3	21,3	+ 2,5	- 18,8	17,15	0,102	40,3	2,35	- 0,03	0,0009
	21,2	+ 14,4	- 6,8						
4	21,2	+ 14,4	- 6,8	11,95	0,070	27,7	2,31	+ 0,01	0,0001
	21,0	- 0,8	- 21,8						
5	21,0	- 0,8	- 21,8	15,10	0,090	35,6	2,36	- 0,04	0,0016
	21,0	+ 19,9	- 1,1						
6	21,0	+ 19,9	- 1,1	20,70	0,120	47,4	2,29	+ 0,03	0,0009
	21,1	+ 6,3	- 14,8						
7	21,1	+ 6,3	- 14,8	13,65	0,080	31,6	2,32	$\pm 0,00$	0,0000
	21,0	+ 17,2	- 3,8						
8	21,0	+ 17,2	- 3,8	10,95	0,063	24,9	2,27	+ 0,05	0,0025
	21,0	+ 3,2	- 17,7						
9	20,9	+ 3,2	- 17,7	13,95	0,080	31,6	2,26	+ 0,06	0,0036
	21,0	+ 11,6	- 9,4						
10	21,0	+ 11,6	- 9,4	8,35	0,047	18,6	2,23	- 0,09	0,0081
	20,8	+ 1,9	- 18,9						
11	20,8	+ 1,9	- 18,9	9,60	0,056	22,1	2,30	+ 0,02	0,0004
	21,0	+ 18,8	- 2,2						
12	21,0	+ 18,8	- 2,2	16,80	0,096	37,9	2,26	+ 0,06	0,0036
				183,65	1,078	426,0	2,32 $\pm 0,015$	$\pm 0,05$	0,0291

In ganz ähnlicher Weise wie der Libellenwert unter A in Tafel Nr 2 ist auch der Winkelwert einer Schraubenumdrehung für das Ocularmikrometer des Höhenkreises erhalten worden. Das Signal „Nullpunkt“ bot auch für diesen Zweck ein sehr geeignetes Zielobjekt. Die Zieltafel dieses Signals bestand aus einer weissen kreisförmigen Scheibe von 1 m Durchmesser, erschien vom Döbra aus unter einem Gesichtswinkel von etwa $20''$ und hob sich hauptsächlich bei Nachmittags-Beleuchtung ausserordentlich scharf gegen den dunkeln Tannenwald im Hintergrunde ab. Im Fernrohr wurde sie bei günstiger Luftbeschaffenheit als ruhiges oder schwach bewegtes weisses Scheibchen gesehen, welches nicht ganz den Raum zwischen den Doppelfäden des Mikrometers ausfüllte und deshalb mit grosser Schärfe eingestellt werden konnte. Die hier erwähnten Schraubenwertbestimmungen finden sich Heft XXII, S. 24 und in Tafel Nr 3 unter A aufgeführt, gelten jedoch nur für die Stellung des beweglichen Mikrometerfadens in der Nähe der Collimationslinie des Fernrohrs, etwa für den 5., 6., 7. Rechenzahn des Mikrometers. Auf S. 25 und 26 desselben Heftes und in Tafel Nr 3 unter B, C, D sind weitere Schraubenwertbestimmungen des Ocularmikrometers aufgeführt, bei welchen dem Instrument nahe liegende Scalen in genau gemessenen Entfernungen benützt wurden. Um diese nahen Objekte im Fernrohr deutlich sehen zu können musste der Ocularauszug natürlich verstellt werden, wodurch auch das Fadennetz des Mikrometers eine veränderte Stellung gegen das Objektiv erhielt, während eine solche Verstellung bei den Messungen nach sehr entfernten Objekten, z. B. den Heliotropenlichtern, nicht nötig wurde. Hierbei muss sich auch notwendig der Schraubenwert des Ocularmikrometers ändern. Man findet nun mit Hilfe der dioptrischen Hauptformel leicht dass der Schraubenwert für Visuren nach sehr fernen Objekten aus Messungen zwischen nahe gelegenen Objekten erhalten wird, wenn man die Entfernungen der letzteren nicht vom optischen Mittelpunkt des Objektivs sondern vom vorderen Brennpunkt aus zählt.

Fig. 4.



Abh. d. II. Cl. d. k. Ak. d. Wiss. XIII. Bd. III. Abth.

Wenn daher zwei Visuren nach einer Scala (Fig 4) den Winkel λ oder das Scalenstück l einschliessen, dessen Entfernung vom optischen Mittelpunkt des

Objektivs mit der Brennweite f die Grösse a beträgt, so hat man, falls das Verhältniss von l zu a klein genug ist und u die Zahl der dem Winkel λ entsprechenden Schraubendrehungen bezeichnet, den Winkelwert einer Schraubendrehung in Sekunden

$$w = \frac{206265 l}{(a - f) u}$$

Nach dieser Gleichung findet sich für das Ocularmikrometer des Ertel'schen Höhenkreises der Wert $w = 183'',33 \pm 0,66$, wobei sich die beträchtliche Unsicherheit $\pm 0,66''$ aus der mangelhaften Construction des Mikrometers erklärt.

Tafel Nr 3.

Bestimmung des Schraubenwerts für das Ocularmikrometer des Ertel'schen Höhenkreises.

A. Mit Visuren vom Döbraberge nach dem Nullpunkt und je 4 einzelnen Mikrometer-Einstellungen.

Nr	Mikroskop I		Mikrosk. II		Neigung des Rohrs nach			Mittl. Mikr. Stand u	Umdreh. Zahl		Δ	Δ^2					
	Min	Sec	Min	Sec	Mikr. I	Mikr. II	Mittel		u	sec							
1	20	54,6	20	33,0	1	11,5	1	20,3	1	15,9	6	38,6	0.42,3	179,4	+ 5,6	31,36	
2	19	43,1	19	12,7	1	57,7	1	58,8	1	58,2	6	80,9	0.62,4	189,4	— 4,4	19,36	
3	17	45,4	17	13,9	2	3,7	2	10,3	2	7,0	7	43,3	0.67,7	187,6	— 2,6	6,76	
4	19	49,1	19	24,2	1	44,4	1	33,9	1	39,1	6	75,6	0.53,6	184,9	+ 0,1	0,01	
5	21	33,5	20	58,1	0	56,5	0	59,0	0	57,7	6	22,0	0.32,1	179,9	+ 5,2	27,04	
6	22	30,0	21	57,1	0	37,2	0	26,6	0	31,9	5	89,9	0.17,2	185,4	— 0,4	0,16	
7	21	52,8	21	30,5	1	59,4	1	49,4	1	54,4	6	07,1	0.61,3	184,9	+ 0,1	0,01	
8	19	53,4	19	41,1							6	68,4					
9	27	35,6	27	53,2	2	9,5	2	7,7	2	8,6	7	22,7	0.70,6	182,1	+ 2,9	8,41	
10	29	45,1	30	0,9	2	5,7	2	5,5	2	5,6	6	52,1	0.68,0	184,7	+ 0,3	0,09	
11	31	50,8	32	6,4	2	13,3	2	28,3	2	20,8	5	84,1	0.76,1	185,0	\pm 0,0	0,00	
12	34	4,1	34	34,7	3	14,6	3	22,2	3	18,4	5	08,0	1.04,9	189,1	— 4,1	16,81	
13	30	49,5	31	12,5	1	37,4	1	23,9	1	30,6	6	12,9	0.47,0	192,8	— 7,8	60,84	
14	29	12,1	29	48,6	2	31,3	2	41,7	2	36,5	6	59,9	0.86,9	180,1	+ 4,9	24,01	
15	26	40,8	27	6,9	2	7,8	2	6,0	2	6,9	7	46,8	0.69,1	183,6	+ 1,4	1,96	
16	28	48,6	29	12,9	1	37,9	1	39,5	1	38,7	6	77,7	0.54,3	181,7	+ 3,3	10,89	
17	30	26,5	30	52,4							6	23,4					
										28'	10'',3			9,135	185'',03	\pm 3'',85	207,71
															\pm 0'',99		

Bemerkung. Diese Schraubenwert-Bestimmung gilt nur für die Gänge 5, 6, 7 und bleibt daher von der Feststellung des mittleren Schraubenwerts ausgeschlossen.

B. Mit Visuren nach den Decimeter-Strichen einer 78,41 m entfernten Scala und je 6 einzelnen Einstellungen des Mikrometers.

Nr	Ziel	Mittl. Mikr.-Stand		Umdrehungs-Zahl u	Schraubenswert k in Sec	Δ	Δ^2	Bemerkungen
		rev.	part.					
1	dcm 9	5	410					$K = \frac{206265}{784,1 \cdot u}$
2	8	6	835	1. 42,5	184,60	- 1,80	3,2400	
3	7	8	271	1. 43,6	183,21	- 0,41	0,1681	
4	6	9	707	1. 43,6	183,21	- 0,41	0,1681	
5	5	11	139	1. 43,2	183,70	- 0,90	0,8100	
6	4	12	586	1. 44,7	181,80	+ 1,00	1,0000	
7	5	11	136	1. 45,0	181,42	+ 1,38	1,9044	
8	6	9	695	1. 44,1	182,56	+ 0,24	0,0576	
9	7	8	252	1. 44,3	182,30	+ 0,50	0,2500	
10	8	6	808	1. 44,4	182,17	+ 0,63	0,3969	
11	9	5	372	1. 43,6	183,19	- 0,39	0,1521	
				1. 43,9	182,80 ± 0,30	± 0,95	8,1310	

C. Mit Visuren nach den Centimeter-Strichen einer 18,27 - 0,35 = 17,92 m entfernten Scala und je 8 einzelnen Mikrometer-Einstellungen.

Nr	Ziel	Mittl. Mikr.-Stand		Umdrehungs-Zahl u	Schraubenswert k in Sec	Δ	Δ^2	Bemerkungen
		rev.	part.					
1	cm 14	0	78,99					$K = \frac{206265}{1792 \cdot u}$
2	13	1	43,45	64,46	178,56	+ 5,19	26,9361	
3	12	2	05,60	62,15	185,20	- 1,45	2,1025	
4	11	2	68,56	62,96	182,81	+ 0,94	0,8836	
5	10	3	31,40	62,84	183,16	+ 0,59	0,3481	
6	9	3	92,66	61,26	187,89	- 4,14	17,1396	
7	8	4	54,94	62,28	184,81	- 1,06	1,1236	
8	7	5	17,35	62,40	184,43	- 0,68	0,4624	
9	6	5	79,40	62,05	185,50	- 1,75	3,0625	
10	5	6	42,76	63,36	181,66	+ 2,09	4,3681	
				62,64	183,75 ± 0,88	± 2,66	56,4265	

D. Mit Visuren nach den Centimeter-Strichen einer 17,92 m entfernten Scala und je 8 einzelnen Einstellungen des Mikrometer-Doppelfadens.

Nr	Ziel	Mittl. Mikr.-Stand	Umdrehungs-Zahl u	Schraubenswert k in Sec	Δ	Δ^2	Bemerkungen.
	zm						
1	17	2	894	0. 62,1	185,35	- 1,95	3,8025
2	16	3	515	0. 62,3	184,75	- 1,35	1,8225
3	15	4	138	0. 63,0	182,70	+ 0,70	0,4900
4	14	4	768	0. 64,8	177,63	+ 5,77	33,2929
5	13	5	416	0. 62,2	185,05	- 1,65	2,7225
6	12	6	038	0. 64,5	178,45	+ 4,95	24,5025
7	11	6	683	0. 63,1	182,41	+ 0,99	0,9801
8	10	7	314	0. 61,9	185,95	- 2,55	6,5025
9	9	7	933	0. 64,3	179,01	+ 4,39	19,2721
10	8	8	576	0. 62,7	183,57	- 0,17	0,0289
11	7	9	203	0. 62,5	184,16	- 0,76	0,5776
12	6	9	828	0. 64,0	177,63	+ 5,77	33,2929
13	5	10	476	0. 64,8	177,63	+ 5,77	33,2929
14	4	11	124	0. 61,7	186,55	- 3,15	9,9225
15	3	11	741	0. 61,9	185,95	- 2,55	6,5025
16	2	12	360	0. 61,6	186,85	- 3,45	11,9025
17	1	12	976				
18	11	12	987	0. 62,0	185,65	- 2,25	5,0625
19	10	13	607	0. 61,7	186,55	- 3,15	9,9225
20	9	14	224	0. 62,0	186,65	- 2,25	5,0625
21	8	14	844	0. 62,1	184,75	- 1,35	1,8225
22	7	15	465	0. 62,4	184,46	- 1,06	1,1236
23	6	16	089	0. 63,3	184,75	- 1,35	1,8225
24	5	16	712				
				0. 62,76	183,40 + 0,68	+ 3,19	213,7235

$$K = \frac{206265}{179,2 \text{ u.}}$$

Ausser dem Ertel'schen Höhenkreis mit welchem auf dem Döbra beobachtet wurde, kam im Jahr 1878 auf Station Kapellenberg ein Lingke'sches Nivellirinstrument mit 40 cm Fernrohrlänge in Anwendung und zwar zur Beobachtung von kleinen Höhenwinkeln. Das mit Nr 1252 bezeichnete Instrument war zu diesem Zweck mit einem besonders sorgfältig ausgeführten Positionsmikrometer versehen worden. Ein ganz

gleiches Instrument Nr 1253 diente in demselben Jahre für die Beobachtung etwaiger Lateralabweichungen auf dem Döbraberge. Die Beobachtungen zur Bestimmung der Schraubenwerte dieser Positionsmikrometer sind im Heft Nr XXII, S. 27 bis 29 und in der nachfolgenden Tafel Nr 4 ausführlich mitgeteilt.

Es berechnet sich nach den dort aufgeführten Daten der Winkelwert einer Schraubenumdrehung für Visuren nach sehr fernen Zielpunkten

$$\text{für Instrument Nr 1252 zu } w = 131,51'' \pm 0,27''$$

$$\text{„ „ „ 1253 „ } w = 132,08'' \pm 0,46''$$

Tafel Nr 4.

Bestimmung des Schraubenwerts für die Ocularmikrometer der Lingke'schen Nivellirinstrumente.

I. Für das Instrument Nr 1252.

A. Mit Visuren nach einer 17,87 m entfernten Centimeterscala und je 8 einzelnen Mikrometer-Einstellungen.

Nr	Ziel	Mittl. Mikr.-Stand		Umdrehungs-Zahl u	Schraubenwert k in Sec	Δ	Δ^2	Bemerkungen
1	2	rev 1	part 21,06	88,20	130,27	+ 1,27	1,6129	$K = \frac{206265}{1787 \cdot u}$
2	3	2	09,26	87,82	131,43	+ 0,11	0,0121	
3	4	2	97,08	88,22	130,84	+ 0,70	0,4900	
4	5	3	85,30	86,98	132,70	- 1,16	1,3456	
5	6	4	72,28	87,03	132,63	- 1,09	1,1881	
6	7	5	59,31	87,38	132,10	- 0,56	0,3136	
7	8	6	46,69	88,67	130,17	+ 1,37	1,8769	
8	9	7	35,36	87,74	131,55	- 0,01	0,0001	
9	10	8	23,10					
				87,75	131,54 + 0,35	$\pm 1,00$	6,8393	

B. Mit je 10 Visuren nach einer 79,13 m entfernten Scala.

Nr	Ziel	Mittl. Mikr.-Stand		Umdrehungs-Zahl u	Schraubenswert k in Sec	Δ	Δ^2	Bemerkungen
		rev	part					
1	5,0	3	9,53	2. 00,1 1. 98,3 1. 00,5 1. 97,4 1. 01,4 0. 99,7 1. 98,0 1. 97,4 1. 97,8 2. 96,6 4. 97,0 1. 97,8	130,27	+ 1,01	1,0201	$K = \frac{206265}{791,3 \cdot u}$
2	6,0	5	9,54		131,45	- 0,17	0,0289	
3	7,0	7	9,37		129,68	+ 1,60	2,5600	
4	7,5	8	9,42		132,05	- 0,77	0,5929	
5	8,5	10	9,16		128,53	+ 2,75	7,5625	
6	9,0	11	9,30		130,72	+ 0,56	0,3136	
7	9,5	12	9,27		131,65	- 0,37	0,1369	
8	8,5	10	9,47		132,05	- 0,77	0,5929	
9	7,5	8	9,73		131,78	- 0,50	0,2500	
10	6,5	6	9,95		131,82	- 0,54	0,2916	
11	5,0	4	0,29		131,12	+ 0,16	0,0256	
12	7,5	8	9,99		131,78	- 0,50	0,2500	
13	8,5	10	9,77					
				1. 98,4	131,28 ± 0,32	± 1,11	13,6250	

C. Mit je 10 Visuren nach einer 13,11 m entfernten Millimeter-Scala.

Nr	Ziel	Mittl. Mikr.-Stand		Umdrehungs-Zahl u	Schraubenswert k in Sec	Δ	Δ^2	Bemerkungen
		rev	part					
1	11,0	3	72,09	121,6	129,39	+ 2,32	5,3824	$K = \frac{206265}{1311 \cdot u}$
	10,0	4	93,67					
2	8,0	5	37,03	120,1	131,00	+ 0,71	0,5041	
	7,0	6	57,14					
3	3,0	7	32,46	119,1	132,10	- 0,39	0,1521	
	2,0	8	51,55					

D. Mit je 10 Visuren nach einer 10,91 m entfernten Millimeter-Scala.

4	11,0	2	84,6	142,7	132,49	- 0,78	0,6084	$K = \frac{206265}{1091 \cdot u}$
	10,0	4	27,3					
5	8,0	4	40,4	144,1	131,20	+ 0,51	0,2601	
	7,0	5	84,5					
6	6,0	6	49,8	142,7	132,49	- 0,78	0,6084	
	5,0	7	92,5					
7	3,0	8	58,7	141,8	133,33	- 1,62	1,6244	
	2,0	10	00,5					
				131,71 ± 0,46	± 1,23	9,1399	Für C u. D giltig.	

II. Für das Instrument Nr 1253.

A. Mit je 6 Visuren nach einer 78,47 m entfernten Scala.

Nr	Ziel	Mittl. Mikr.-Stand		Umdrehungs-Zahl u	Schraubenswert k in Sec	Δ	Δ^2	Bemerkungen
		rev	part					
1	5,0	4	09,8	1. 99,7	131,63	+1,06	1,1236	$K = \frac{206265}{7847 \cdot u}$
	6,0	6	09,5					
2	7,0	8	08,5	1. 99,0	132,09	+0,60	1,3600	
3	7,5	9	08,6	1. 00,1	131,30	+1,39	1,9321	
4	8,5	11	06,2	1. 97,6	133,03	-0,34	0,1156	
5	9,0	12	06,3	1. 00,1	131,30	+1,39	1,9321	
6	9,5	13	05,7	0. 99,4	132,22	+0,47	0,2209	
7	8,5	11	08,1	1. 97,6	133,02	-0,33	0,1089	
8	7,5	9	12,1	1. 96,0	134,11	-1,42	2,0164	
9	6,5	7	14,7	1. 97,4	133,16	-0,47	0,2209	
10	7,5	9	13,3	1. 98,6	132,36	+0,33	0,1089	
11	8,5	11	10,3	1. 97,0	133,43	-0,74	0,5476	
				1. 98,1	132,69 ± 0,26	± 0,93	8,6870	

B. Mit je 12 Visuren nach einer 10,41 m entfernten Millimeter-Scala.

Nr	Ziel	Mittl. Mikr.-Stand		Umdrehungs-Zahl u	Schraubenswert k in Sec	Δ	Δ^2	Bemerkungen	
		rev	part						
1	0	5	43,9	1. 51,0	131,22	+0,26	0,0676	$K = \frac{206265}{1041 \cdot u}$	
	1	6	94,9						
2	0	6	79,7	2. 80,2	132,23	-0,75	0,5625		
	1,87	9	59,9						
3	0	5	99,9	1. 53,0	129,50	+1,98	3,9204		
	1	7	52,9						
4	0	7	44,6	1. 49,7	132,36	-0,88	0,7744		
	1	8	94,3						
				1. 50,7	131,48 ± 0,66	+1,33	5,3249		

Die Teilwerte der mit den Fernrohren dieser Instrumente fest verbundenen Libellen sind mit Hilfe der Legebretts und ausserdem noch mit Visuren nach den Teilstrichen einer in bekannter Entfernung aufgestellten Scala bestimmt worden. Die nähern Angaben hierüber finden sich im Heft Nr XXII, S. 32 und 33 und in Tafel Nr 5. Nach denselben berechnet sich für das Instrument

$$\text{Nr 1252 der Teilwert der Libelle} = 4,73'' \pm 0,14$$

$$\text{„ 1253 „ „ „ „ „} = 4,00'' \pm 0,16$$

Eine Verschiedenheit der Ringdurchmesser liess sich bei keinem von beiden Instrumenten mittelst Umlegen nachweisen, selbst ein sehr empfindlicher Fühlapparat mit Libelle ergab weder bemerkenswerte Unterschiede der Durchmesser noch Abweichungen von der Cylinderform.

Tafel Nr 5.

Teilwerte der Libellen der Nivellir-Instrumente von Lingke & Co.

I. Libelle des Instruments Nr 1252.

A. Bestimmt mit dem Legebrett der K. Sächs. Bergakademie zu Freiberg
(Schraubenwert = 298,5'')

Nr	Stand der Blasenenden		Blasen-Länge	Blasen-Aus-schlag	Schraubenwert		Teilwert sec	Δ	Δ^2	Bemerkungen						
	l	r			part	sec										
1	26,25	6,60	19,65	4,73	0,078	23,3	4,94	0,31	0,0961	Der Stand der Blasenenden wurde je zwei Mal abgelesen, nämlich vor und nach der Lesung des Schraubenstandes. Die Libellenscalen sind von einem Ende aus durchlaufend beziffert.						
	21,60	1,80	19,80								7,25	0,117	34,9	4,81	0,18	0,0324
	28,85	9,05	19,80													
3	17,00	1,90	15,10	6,20	0,105	31,3	5,05	0,42	0,1764							
	23,10	8,20	14,90								5,83	0,079	23,6	4,05	0,58	0,3364
4	28,80	14,15	14,65	10,98	0,164	49,0	4,46	0,17	0,0289							
5	17,85	3,15	14,70	8,70	0,135	40,3	4,63	0,00	0,0000							
6	26,50	11,90	14,60	8,75	0,137	40,9	4,67	0,04	0,0016							
7	17,80	3,10	14,70	11,58	0,176	52,5	4,53	0,10	0,0100							
8	29,30	14,75	14,55	13,50	0,209	62,4	4,62	0,01	0,0001							
9	15,85	1,20	14,65	6,83	0,109	32,5	4,76	0,13	0,0169							
	22,70	8,00	14,70													
				84,35		390,7	4",63	$\pm 0",28$	0,6988							
							+0",09									

Nr	Stand der Blasenenden		Blasen-Länge	Blasen-Aus-schlag	Schraubenwert		Teilwert sec	Δ	Δ^2	Bemerkungen
	l	r			part	sec				
1	29,3	11,1	18,20	10,20	0,124	37,0	3,63	0,41	0,1681	
	19,0	1,0	18,00							
	27,3	9,6	17,70							
3	28,8	10,0	18,80	7,95	0,107	31,9	4,01	0,03	0,0009	
	20,8	2,1	18,70							
4	27,1	8,3	18,80	6,25	0,086	25,7	4,11	0,07	0,0049	
5	19,4	0,75	18,65	7,63	0,107	31,9	4,18	0,14	0,0196	
6	29,65	10,85	18,80	10,18	0,143	42,7	4,18	0,14	0,0196	
7	23,1	4,3	18,80	6,55	0,088	26,3	4,02	0,02	0,0004	
8	19,9	1,2	18,70	3,15	0,047	14,0	4,44	0,40	0,1600	
9	28,65	9,9	18,75	8,73	0,121	36,1	4,14	0,10	0,0100	
10	20,5	1,8	18,70	8,13	0,112	33,4	4,11	0,07	0,0049	
				77,22		311,8	4,04	$\pm 0,21$	0,4086	
							$\pm 0,07$			

B. Bestimmt mit Hilfe einer 10,730 m entfernten Millimeterscala.

Nr	Scalen-Ablesung	Ablesungsintervall		Stand der Blasenenden		Blasen-Aus-schlag	Blasen-Länge	Teilwert sec	Δ	Δ^2	Bemerkungen
		p	s	l	r						
1	120,3	0,7	13,44	15,7	29,5	2,70	13,8	4,98	- 0,15	0,0225	
	121,0			12,9	26,9		14,0				
2	121,6	0,6	11,52	10,6	24,8	1,55	14,2	4,95	- 0,12	0,0144	
	122,0			9,0	23,3		14,3				
4	122,6	0,6	11,52	6,6	20,9	2,40	14,3	4,80	+ 0,03	0,0009	
	123,0			4,7	19,0		1,0					14,3
5	123,0	0,4	7,68	4,7	19,0	0,95	14,3	4,04	+ 0,79	0,6241	
	123,2			3,8	18,0		14,2				
6	123,2	0,2	3,84	3,8	18,0	1,50	14,2	4,04	+ 0,79	0,6241	
	123,6			2,3	16,5		14,2				
7	123,6	0,4	7,68	2,3	16,5	1,50	14,2	5,12	- 0,29	0,0841	
	124,0			0,8	15,0		14,2				
			71,04			14,70		4,83	+ 0,48	1,6223	
								+ 0,17			

II. Libelle des Instruments Nr 1253.

Bestimmt mit Hilfe einer 10,730 m entfernten Millimeterscala.

Nr	Scalen- Ab- lesung	Ablese- intervall		Stand der Blasenenden		Blasen- Aus- schlag	Blasen- Länge	Teil- wert sec	Δ	Δ^2	Bemerkungen
		p	s	l	r						
1	116,1	0,3	5,76	20,3	30,0	1,20	9,7	4,80	- 0,83	0,6889	
	116,4			19,1	28,8						
2	116,8	0,4	7,68	17,0	26,7	2,10	9,7	3,66	+ 0,31	0,0961	
	117,2			14,8	24,4						
3	117,8	0,6	11,52	12,2	21,8	2,60	9,6	4,43	- 0,46	0,2116	
	118,4			9,0	18,6						
4	118,9	0,5	9,60	7,1	16,7	1,90	9,6	5,05	- 1,08	1,1664	
	119,5			4,0	13,6						
5	120,3	0,8	15,36	0,0	9,7	3,95	9,7	3,89	+ 0,08	0,0064	
		80,64				20,30		3,97 ± 0,22	± 0,62	2,6824	

Für die genaue Messung kleiner Höhenwinkel mittelst des Mikrometers des Nivellirfernrohrs Nr 1252 war es von Wichtigkeit die Lage der Collimationslinie gegen die Ringcylinder des Fernrohrs, oder besser: jenen Schraubenstand zu kennen für welchen die Collimationslinie mit der mechanischen Axe des Fernrohr zusammenfällt. Um letzteren zu erhalten, wurde in zwei um 180^0 verschiedenen Fernrohrlagen nach einer nahezu im Horizont gelegenen entfernten Marke visirt, das eine Mal mit nach abwärts, das andere Mal mit nach oben gekehrter Schraube. In beiden Lagen wurde der horizontale Doppelfaden des Mikrometers scharf auf die Marke eingestellt, während die Fernrohrlagen ganz unberührt blieben. Der Mittelwert aus den beiderseitigen durch je 5 Einzeleinstellungen erhaltenen Schraubenstellungen gibt dann den Schraubenstand für die gesuchte Lage der Collimationslinie. Diese Bestimmungen sind während der ganzen Dauer der Beobachtungen auf Kapellenberg mehrfach wiederholt worden, und in Heft Nr XVII, S 34, sowie in Tafel Nr 6 zusammengestellt; dieselben ergeben den Schraubenstand $14^u 83,6^p \pm 0,14^p$ und eine Unsicherheit jeder einzelnen Beobachtung von $\pm 0'',6$ gegen den mittleren Schraubenstand für die ganze Zeit der Beobachtungen.

Tafel Nr 6.

Schraubenstände für die centrische Lage der Visirlinie des Nivellir-Instruments Nr 1252.

Nr	Zeit 1878	Schrau- ben- Lage	Mittlere Schrauben- lesung aus 5 Einstell.	Normal- Stand	Δ	Δ^2	Bemerkungen
1	21. August	unten	14 45,6	14. 83,55	0,02	0,0004	
		oben	15 21,5				
2	22. August	unten	29 67,1	14. 82,25	1,32	1,7424	
		oben	13 88,8				
3	23. August	unten	15 75,7	14. 84,00	0,43	0,1849	
		oben	28 64,5				
4	26. August	unten	13 50,8	14. 83,80	0,23	0,0529	
		oben	16 17,2				
5	28. August	unten	29 68,0	14. 84,25	0,68	0,4624	
		oben	13 89,5				
6	30. August	unten	15 78,2	14. 83,90	0,33	0,1089	
		oben	28 67,7				
7	3. September	unten	13 7,0	14. 83,20	0,37	0,1369	
		oben	16 61,5				
8	3. September	unten	29 68,5	14. 83,65	0,08	0,0064	
		oben	14 6,2				
9	4. September	unten	15 61,6	14. 83,25	0,32	0,1024	
		oben	29 67,8				
		unten	13 89,4				
		oben	15 77,0				
		unten	28 66,4				
		oben	15 27,3				
		unten	14 40,0				
		oben	15 27,3				
		unten	29 67,3				
		oben	14 42,0				
		unten	15 24,5				
		oben	29 66,5				

Nr	Zeit 1878	Schrau- ben- Lage	Mittlere Schrauben- lesung aus 5 Einstell.		Normal- Stand	Δ	Δ^2	Bemerkungen
10	4. September	unten	13	36,0	14. 83,70	0,13	0,0169	
		oben	16	31,4				
11	5. September	unten	29	67,4				
		oben	12	67,0				
12	6. September	unten	17	00,0	14. 83,50	0,07	0,0049	
		oben	29	67,0				
13	6. September	unten	13	12,9	14. 83,55	0,02	0,0004	
		oben	16	54,2				
13	6. September	unten	29	67,1				
		oben	13	61,2				
			16	6,4	14. 83,80	0,23	0,0529	
			29	67,6				

Um auch den Normalpunkt der Libellenscala oder denjenigen Stand der Blasenmitte zu finden, bei welchem die Ringaxe des Fernrohrs horizontal ist, wurde das Fernrohr mit der Libelle wiederholt so umgelegt dass die Ringe ihre Auflage wechselten. Da die Libellenscala von einem Ende aus durchlaufend beziffert ist, so ergibt der Mittelwert aus je zwei solchen zusammengehörigen Blasenstellungen den gesuchten Normalpunkt der Scala, da die Ringdurchmesser als völlig gleich anzunehmen sind.

Die Versuche zur Bestimmung des Normalpunkts der Libelle sind gleichfalls während der ganzen Dauer der Refractions-Beobachtungen mehrfach wiederholt worden, da das Instrument beinahe täglich wenigstens einmal auf den Berg und wieder herunter getragen werden musste; wobei natürlich Aenderungen in der Lage der Libelle gegenüber dem Fernrohr zu befürchten standen.

Die hierher gehörenden Beobachtungen im Heft Nr XXII, S. 35 und in der Tafel Nr 7 ergeben als Normalpunkt den Stand der Blasenmitte = $14^p,65 \pm 0^p,008$ und eine Unsicherheit von $\pm 0'',14$ für eine einzelne Bestimmung des Normalpunkts; Ergebnisse, welche deutlich genug für die vorzügliche Güte und Unveränderlichkeit des untersuchten Instruments Nr 1252 sprechen. Gleich gut ist das zweite Instrument Nr 1253.

Tafel Nr 7.

**Libellenstände für die horizontale Lage der Visirlinie des Nivellirinstrumentes
Nr 1252**

Nr	Zeit 1878	Lage des Rohrs	Blasenstände			Mittel	Δ	Δ^2	Bemerkungen
			Ocular	Objectiv	Mitte				
1	21 August Vm	1	21,9	8,0	14,95	14,67	0,02	0,0004	
		2	21,2	7,6	14,40				
2	21 August Nm	1	21,2	8,2	14,70	14,60	0,05	0,0025	
		2	21,0	8,0	14,50				
3	23 August	1	21,1	9,2	15,15	14,67	0,02	0,0004	
		2	20,1	8,3	14,20				
4	27 August Nm	1	20,0	8,1	14,05	14,67	0,02	0,0004	
		2	21,2	9,4	15,30				
5	27 August Nm	1	21,2	9,6	15,40	14,65	0,00	0,0000	
		2	19,7	8,1	13,90				
6	27 August Nm	1	21,1	9,3	15,20	14,70	0,05	0,0025	
		2	20,1	8,3	14,20				
7	27 August Nm	1	21,2	9,5	15,35	14,65	0,00	0,0000	
		2	19,8	8,1	13,95				
8	28 August Nm	1	18,9	9,2	14,05	14,70	0,05	0,0025	
		2	20,2	10,5	15,35				
9	28 August Nm	1	21,1	11,1	16,10	14,63	0,02	0,0004	
		2	18,2	8,1	13,15				
10	30 August	1	20,5	10,5	15,50	14,65	0,00	0,0000	
		2	18,8	8,8	13,80				
11	3 September	1	20,7	10,7	15,70	14,65	0,00	0,0000	
		2	18,6	8,6	13,60				
12	5 September	1	21,0	11,0	16,00	14,65	0,00	0,0000	
		2	18,3	8,3	13,30				
13	6 September	1	20,5	10,5	15,50	14,60	0,05	0,0025	
		2	18,7	8,7	13,70				

Als Signalapparate dienten auf allen vier Stationen Bertram'sche Heliotrope, von welchen zwei von Herrn Regierungsrat Professor Nagel zur Verfügung gestellt waren. Als Signale für die Nachtbeobachtungen wurden gleichfalls auf sämtlichen Stationen Petroleumlampen verwendet,

die mit einfachen Rundbrennern von 22 mm Durchmesser und mit Metall-Reflectoren von 34 cm Durchmesser versehen waren.

Die Lampen wurden durch die Fabrik von Beleuchtungsapparaten für Eisenbahnbedarf von Kolb in Nürnberg nach besonderer Bestellung angefertigt und bewährten sich vorzüglich, da sie vollständige Sturmsicherheit besaßen und noch auf 60 Kilometer Entfernung nicht nur mittelst eines Fernrohrs von 30facher Vergrößerung scharf anvisirt werden konnten, sondern sogar bei einigermaßen durchsichtiger Luft mit freiem Auge gut sichtbar waren. Einmal aufgestellt und gut regulirt, bedurften dieselben viele Stunden lang, oftmals sogar während einer ganzen Nacht, keiner Bedienung. Für die dem Beobachter auf Döbra zunächst gelegene Station II musste die Intensität des Lampenlichtes (ebenso wie bei den Heliotropen auf Station II und III) durch Vorsetzen farbiger Gläser gemildert werden.

Die auf den vier Stationen aufgestellten und während der ganzen Dauer der Refractionsbeobachtungen in Zeitintervallen von 15 oder 30 Minuten abgelesenen Federbarometer waren dieselben welche zur barometrischen Aufnahme des Längenprofils Döbra - Kapellenberg Verwendung gefunden hatten. Vor und nach, sowie auch während ihres Gebrauchs wurden diese Aneroide mit den beiden Greiner'schen Quecksilberbarometern Nr 517 und 518 des geodätischen Instituts der technischen Hochschule in München wiederholt sorgfältig verglichen. Die hierbei erhaltenen Beobachtungen sind nebst den zur Reduction der Barometerstände benützten Zalenwerten in Heft Nr XXII, S. 1—20 zusammengestellt; eine Mitteilung derselben an diesem Orte scheint jedoch wegen ihrer untergeordneten Bedeutung für den vorliegenden Zweck nicht notwendig, wesshalb wir nur Folgendes über sie anführen: die Seiten 1 bis 6 des genannten Hefts enthalten zunächst die Vergleichung und Reduction der Quecksilberbarometer - Angaben, Barometer Nr 518 zeigte ursprünglich einen um 0,2 mm grösseren Stand als Barometer Nr 517, während des Transports in ungestürzter Stellung verlor jedoch Nr 517 etwas Quecksilber durch die im kurzen Schenkel angebrachte Luftzutrittsöffnung, wobei sich auch der Stand des Barometers um 0,8 mm gegen früher erhöhte, so dass in der Folge der Standunterschied beider Barometer 0.6 mm betrug. Bei der Reduction der Barometerstände ist

daher an allen mit Barometer Nr 517 erhaltenen Beobachtungen die Standcorrection — 0,8 mm angebracht, als wahrer Barometerstand das Mittel aus den Angaben beider Quecksilberbarometer angesehen worden, und die so erhaltenen Mittelwerte sind mit B_0 bezeichnet.

Dann folgen auf den Seiten 7—20 die Vergleichenngen der Aneroide mit dem Quecksilberbarometer, welche in der mit c bezeichneten Spalte die mittlere Standcorrection für jedes einzelne Instrument enthalten. Diese Standcorrectionen c gelten streng genommen nur für die Zeit der Vergleichung der Instrumente; für die zwischenliegenden Beobachtungen müsste eigentlich die Standcorrection durch Interpoliren noch berechnet werden. Da jedoch die dadurch erhaltenen Werte wegen der oft regellosen Aenderung der Standcorrection mit einer ziemlichen Unsicherheit behaftet sind, und da ausserdem die Stand- und die Teilungs-Correction entgegengesetzte Vorzeichen haben, und ihre Summe nur um wenige Zehntel-Millimeter von Null verschieden ist, so wurde bei der Berechnung der Refractionsgrössen von diesen beiden Correctionen für die Barometerstände ganz abgesehen und nur die Temperatur-Correctionen an den Aneroidlesungen angebracht. Die so erhaltenen Barometerstände reichten für die Berechnung der Refractionsgrösse noch vollkommen aus; bei ihrer Einführung jedoch in die Barometerformel um aus dieser den Höhenunterschied und die wahre Lufttemperatur zwischen zwei Beobachtungsstationen zu berechnen, haben wir die früher vernachlässigten Correctionen berücksichtigt.

Die auf den Beobachtungsstationen verwendeten August'schen Psychrometer sind dieselben, deren Untersuchung auf Seite 14 der Bauernfeind'schen „Beobachtungen und Untersuchungen über die Genauigkeit barometrischer Höhenmessungen“ mitgeteilt ist. Zur Messung der Lufttemperatur waren ausserdem noch vier weitere Thermometer in Gebrauch, die bei mehrfachen Vergleichenngen mit den Thermometern der Psychrometer keinen wesentlichen Standunterschied gegen diese zeigten. Aus den in der letztgenannten Schrift mitgetheilten Untersuchungs-Ergebnissen geht hervor dass die Angaben der Thermometer der Psychrometer für den in Rede stehenden Zweck keiner Berichtigung bedürfen.

4. Die Beobachtung der Lateralrefraction.

Die Lateralrefraction wird in neuerer Zeit vielfach als wesentliches Hinderniss für genaue Winkelbeobachtungen angesehen, ohne dass jedoch ein entscheidender Nachweis hiefür geliefert ist. Es war daher unsere Absicht durch zahlreiche Richtungsbeobachtungen zwischen verschieden entfernten Objecten bei verschiedenen Zuständen der Atmosphäre wo möglich die Grösse und etwaige periodische Aenderung der Lateralabweichung für eine bestimmte Gegend aufzufinden, falls dieselbe dort überhaupt besteht.

Die uns für diese Beobachtungen zur Verfügung stehenden Instrumente waren der schon oben beschriebene Ertel'sche Höhenkreis, ein noch unbenütztes kleines Universalinstrument von Ertel mit excentrischem Fernrohr und Mikroskopablesung und ein Steinheil'scher Tubus mit 55 mm Objectivöffnung, 65 cm Brennweite und Ocularmikrometer auf dreibeinigem zusammenlegbarem Gestelle.

Das Ertel'sche Universalinstrument zeigte sich schon bei den ersten Messversuchen mit demselben wegen mangelhafter Construction als unbrauchbar, und der Steinheil'sche Tubus war wegen seines etwas wackeligen Gestells und seiner zu starken (60 maligen) Vergrösserung für die Beobachtung von Heliotropenlichtern ungeeignet. Somit blieb für die Beobachtung der Lateralabweichung allein das Ocularmikrometer des Höhenkreises übrig, welches leider auch nicht zu den besten gehörte, da die Schraube keine Gegenfedern besitzt und der Ocularkopf am Ocularauszug nur mit vier seitlichen Schraubchen befestigt ist. Mit Hilfe dieses Mikrometers waren nun bei horizontaler Stellung der Schraube die Abweichungen der auf den Stationen II, III, IV aufgestellten Signale unter sich und gegen eine nahe gelegene feste Marke vom Pfeiler auf dem Döbraberger aus zu messen. Vor Allem musste eine brauchbare feste Marke geschaffen werden, was nicht geringe Schwierigkeiten machte. Da der Döbraberger ein vom Stationspfeiler aus nach Osten abfallendes Gipfelplateau besitzt, welches sich bis auf 200 m Entfernung zur Not noch übersehen lässt, so wurde zunächst in dieser Richtung und in grösstmöglicher Entfernung vom Pfeiler ein die Bodenfläche nur wenig über-

ragender Grundpfahl geschlagen und auf diesen eine kleine mit diagonalem Kreuz versehene Zieltafel aus Metall aufgestellt. Dieser Versuch auf dem Berge selbst eine feste Marke zu schaffen, wurde jedoch bald aufgegeben, und zwar wegen der zu geringen Entfernung der Marke vom Pfeiler, bei welcher kleine Bewegungen der Marke oder des Pfeilermauerwerks oder eine etwas excentrische Aufstellung des nicht mit einer Centrirvorrichtung versehenen Instruments merkbare Fehler verursachten; sodann auch deshalb, weil es bei den zur Verfügung stehenden Entfernungen zum scharfen Einstellen der Marke jedesmal erforderlich wurde den Ocularauszug des Fernrohrs zu verschieben, auf dessen genaue centrische Führung doch nicht zu rechnen war; und drittens wegen zu tiefer Lage der Marke unter dem Horizont des Instruments, welche den Missstand mit sich brachte dass das Fernrohr zum Zwecke des Visirens nach der Marke stark gekippt werden musste, wobei wegen des nicht besonders festen Baues der Fernrohrstützen unregelmässige Abweichungen der Visirlinie von einer vertikalen Visirebene unvermeidlich schienen. An diesen Schwierigkeiten scheiterten im Juni 1877 die Versuche eine Richtungsänderung der fernen Signale gegen eine nahe gelegene Marke in verlässiger Weise zu bestätigen. Die in jener Zeit angestellten Beobachtungen haben nur Wert für die Bestimmung der Richtungsänderung der Visirlinien von Döbra nach den Stationen II, III, IV unter sich, dürfen aber auch hiefür nur als Versuchsbeobachtungen angesehen werden. Dieselben sind im Hefte Nr XI, S. 32—36 mitgeteilt, worin die aus den Mittelwerten der Mikrometerstände für die angegebenen Zielpunkte berechneten Richtungsunterschiede mit roten Zahlen angegeben sind. Im Hefte Nr XVIII, S. 8 und 9 wurden sie nochmals aufgeführt, jedoch nicht in der Schlusszusammenstellung berücksichtigt; wir teilen sie daher auch hier nicht mit. Im September 1877 wurde die Beobachtung der Lateralabweichungen wiederholt aufgenommen und zwar gleichfalls wieder mit Hilfe des Ocularmikrometers am Höhenkreis, da andere instrumentale Hilfsmittel nicht zu beschaffen waren. Als feste Richtung diente dabei die Visirlinie nach dem Signal „Nullpunkt“ welches in einer Entfernung von 9921 m vom Döbrapfeiler in der Richtung nach dem Kapellenberg auf dem nächst gelegenen sichtbaren Höhenzug zu diesem Zweck errichtet worden war. Diese Marke bestand, wie schon oben er-

wähnt, aus einer weissen kreisförmigen Scheibe von 1 m Durchmesser, die an einer 3 m hohen Signalstange von 8—10 cm Durchmesser befestigt war. Um den Betrag der Biegung dieser Stange durch die wechselnde Einwirkung der Feuchtigkeit und der Sonnenwärme und damit die Grösse der Veränderlichkeit der durch diese Signaltafel markierten Richtung zu bestimmen, sind die in Heft Nr XI, S. 37 und 38 angegebenen Beobachtungen gemacht worden. Die Stange war beidemale durch Seitenstreben so befestigt, dass sie von unten auf bis zu einer Höhe von 1 m als fest eingespannt betrachtet werden konnte. (Die Signaltafel dem Boden näher zu bringen, schien wegen der unregelmässigen Bodenstrahlung nicht zweckmässig.) Aus den angestellten Versuchen berechnet sich eine mögliche grösste Veränderlichkeit der durch das Signal „Nullpunkt“ markierten Richtung von 0,62 Secunden.

Dieser Betrag wird jedoch für Beobachtungsreihen von halbtägiger Dauer nur im ungünstigsten Falle an den Vormittagen, nicht leicht aber während des Nachmittags oder der Nachtbeobachtungen erreicht werden. Die Zieltafel dieses Stangensignals lag zugleich mit den Lichtern der Stationen II, III, IV im Gesichtsfeld des Fernrohrs und konnte, da ihr Abstand vom äussersten Stationspunkt in vertikalem Sinne 40 Minuten und in horizontaler Richtung nur 4' 40" betrug, mit diesen zusammen bei unveränderter Fernrohrstellung mit dem beweglichen Mikrometerfaden leicht und bequem eingestellt werden. Dadurch gestaltete sich die Beobachtung der seitlichen Abweichung der Richtungen nach den übrigen Stationen von der Nullrichtung äusserst einfach, wenn nur dafür gesorgt wurde dass das Mikrometer seine Stellung unverändert beibehielt. Diese Forderung liess sich aber ohne grosse Schwierigkeiten erfüllen, wenigstens während halbtägiger Messungsperioden, während welcher das Instrument nicht berührt oder verschoben zu werden brauchte, da ja auch bei der jetzigen Entfernung des Nullpunkts eine Verstellung des Ocularzugs nicht mehr nötig war und der Einfluss der Drehung des Pfeilers um eine horizontale Axe wegen seiner Kleinheit vernachlässigt werden konnte. (Letzterer Einfluss beträgt bei der beobachteten Maximal-Pfeilerdrehung von 20" um die Ost-West-Axe nur 0,23") Dass die Mikrometerstellung nicht für alle Beobachtungen, also namentlich nicht für die verschiedenen halbtägigen Messungsperioden constant blieb, hat seinen

Grund darin dass das Instrument während der Nächte und während der zum Beobachten ungünstigen Witterung von seinem Standort entfernt werden musste; auch wurde das Mikrometer mehrmals vom Fernrohr abgenommen um seinen Gang zu reguliren und um bei vertikaler Schraubenstellung den Winkelwert der Schraubengänge mit Hilfe von Kreislesungen bestimmen zu können. Die vertikale Stellung des beweglichen Mikrometerfadens ist nach jeder Abnahme oder Drehung des Ocularkopfes dadurch wieder hergestellt worden, dass die Fernrohrdrehaxe mit Hilfe der Aufsatzlibelle horizontal gestellt und dann die Lage des Mikrometerfadens gegen die gut sichtbare Nullmarke während des Kippens des Fernrohrs so berichtigt wurde dass sich in allen Stellungen und namentlich an den Grenzen des Gesichtsfelds Faden und Marke gut deckten. Dieses Verfahren bot zwar keineswegs genügende Garantie für absolut unveränderte Stellung des Mikrometers, allein andere und bessere Hilfsmittel, wie etwa eine am Mikrometer selbst befestigte Röhrenlibelle oder ein Positionskreis nach Art derjenigen welche an den Ocularen grosser astronomischer Fernrohre angebracht werden, stand eben nicht zu Gebote. Um bei den Beobachtungen der Richtungsunterschiede zwischen den einzelnen Signalen, namentlich zwischen den zum Teil stark bewegten Heliotropenlichtern der Stationen II, III, IV Einstellungsfehler des Mikrometers unschädlich zu machen, sind für die Beobachtung jeder einzelnen Richtung 8 Mikrometereinstellungen gemacht worden; die hieraus erhaltenen Mittelwerte gelten als eine einzige Beobachtung und sind mit den einzelnen Mikrometerlesungen Heft Nr XI, S. 39—65 angegeben. Die dort angeführten roten Zahlen sind die Richtungsunterschiede in Umdrehungszahlen (p) zwischen dem Nullpunkt und den übrigen Stationen. Die kleinen schwarzen Zahlen geben die Richtungsunterschiede zwischen den Stationen II, III, IV. Uebersichtlich zusammengestellt und zu halbtägigen Mittelwerten vereinigt, finden sich dieselben Richtungsunterschiede in Heft Nr XVIII, S. 2—13 und in Tafel Nr 8. Diese Unterschiede sind in der mit p bezeichneten Spalte in Umdrehungszahlen und in der Spalte w in Minuten und Secunden angegeben, während in der Spalte Δ die Unterschiede der Einzelbeobachtungen mit den halbtägigen Mittelwerten und in Δ^2 die Quadratzahlen dieser Unterschiede stehen.

Tafel Nr 8.

Zusammenstellung der auf dem Döbraberge zwischen dem Signal N (Nullpunkt) und den Stationen II, III, IV beobachteten und zur Bestimmung der Lateralrefractionen dienenden Horizontalwinkel.

Nr	Zeit				Von Null nach II				Von Null nach III				Von Null nach IV			
	Monat	Tag	Stunde	Mittag	p	w	Δ	Δ^2	p	w	Δ	Δ^2	p	w	Δ	Δ^2
			1877													
	Sept	6	5.45	Vm												
1	"	"	6.	"	1.04,1	3.10,7	-2,3	(5,29)	1.31,9	3.61,8	-4,1	16,81	1.18,8	3.37,8	-3,5	(12,25)
2	"	"	6.25	"	1.02,6	3.8,0	+0,4	0,16	1.28,5	3.55,5	+2,2	4,84	1.15,7	3.32,1	+2,2	4,84
3	"	"	6.45	"	1.02,4	3.7,6	+0,8	0,64	1.29,7	3.57,7	$\pm 0,0$	0,00	1.16,1	3.32,8	+1,5	2,25
4	"	"	7.	"	1.02,9	3.8,5	-0,1	0,01	1.29,2	3.56,8	+0,9	0,81	1.17,1	3.34,6	-0,3	0,09
5	"	"	7.20	"	1.02,5	3.7,8	+0,6	0,36	1.29,3	3.57,0	+0,7	0,49	1.16,7	3.33,9	+0,4	0,16
6	"	"	7.40	"	1.02,6	3.8,0	+0,4	0,16	1.29,4	3.57,2	+0,5	0,25	1.16,9	3.34,3	$\pm 0,0$	0,00
						3.8,4	+1,15	6,62		3.57,7	$\pm 2,1$	23,20		3.34,3	+1,7	19,59
7	Sept	6	2.30	Nm	1.02,6	3.8,0	+1,1	1,21	1.30,4	3.59,0	+0,4	0,16	1.18,6	3.37,4	-0,1	0,01
8	"	"	2.45	"	1.03,7	3.10,0	-0,9	0,81	1.30,6	3.59,4	$\pm 0,0$	0,00	1.19,2	3.38,5	-1,2	1,44
9	"	"	3.—	"	1.03,8	3.10,2	-1,1	1,21	1.30,8	3.59,8	-0,4	0,16	1.18,6	3.37,4	-0,1	0,01
10	"	"	3.15	"	1.03,2	3.9,1	$\pm 0,0$	0,00	1.30,4	3.59,0	+0,4	0,16	1.19,0	3.38,1	-0,8	0,64
11	"	"	3.30	"	1.03,7	3.10,0	-0,9	0,81	1.30,9	3.59,9	-0,5	0,25	1.18,1	3.36,5	+0,8	0,64
12	"	"	3.40	"	1.03,2	3.9,1	$\pm 0,0$	0,00	1.31,1	3.60,3	-0,9	0,81	1.18,2	3.36,7	+0,6	0,36
13	"	"	3.50	"	1.03,4	3.9,4	-0,3	0,09	1.30,7	3.59,6	-0,2	0,04	1.18,4	3.37,0	+0,3	0,09
14	"	"	4.—	"	1.02,8	3.8,3	+0,8	0,64	1.30,2	3.58,7	+0,7	0,49	1.17,9	3.36,1	+1,2	1,44
15	"	"	4.15	"	1.02,3	3.7,4	+1,7	2,89	1.30,2	3.58,7	+0,7	0,49	1.18,2	3.36,7	+0,6	0,36
16	"	"	4.30	"	1.03,6	3.9,8	-0,7	0,49	1.30,8	3.59,8	-0,4	0,16	1.19,0	3.38,1	-0,8	0,64
						3.9,1	+1,0	8,15		3.59,4	$\pm 0,55$	2,72		3.37,3	$\pm 0,8$	5,63
17	Sept	6	4.40	Nm	1.03,0	3.8,7	+0,5	0,25	1.30,7	3.59,6	+0,4	0,16	1.18,1	3.36,5	+0,4	0,16
18	"	"	4.50	"	1.03,2	3.9,1	+0,1	0,01	1.31,0	3.60,1	-0,1	0,01	1.18,4	3.37,0	-0,1	0,01
19	"	"	5.—	"	1.03,6	3.9,8	-0,6	0,36	1.30,9	3.59,9	+0,1	0,01	1.18,3	3.36,8	+0,1	0,01
20	"	"	5.10	"	1.03,3	3.9,2	$\pm 0,0$	0,00	1.30,6	3.59,4	+0,6	0,36	1.18,3	3.36,8	+0,1	0,01
21	"	"	5.20	"	1.03,4	3.9,4	-0,2	0,04	1.31,1	3.60,3	-0,3	0,09	1.18,9	3.37,9	-1,0	1,00
22	"	"	5.30	"	1.03,1	3.8,9	+0,3	0,09	1.31,2	3.60,5	-0,5	0,25	1.18,3	3.36,8	+0,1	0,01
23	"	"	5.40	"	1.03,4	3.9,4	-0,2	0,04	1.30,9	3.59,9	+0,1	0,01				
24	"	"	5.50	"	1.03,2	3.9,1	+0,1	0,01	1.31,2	3.60,5	-0,5	0,25	1.18,3	3.36,8	+0,1	0,01
25	"	"	6.—	"									1.18,4	3.37,0	-0,1	0,01
						3.9,2	$\pm 0,3$	0,80		3.60,0	$\pm 0,4$	1,14		3.36,9	$\pm 0,4$	1,22

Nr	Zeit				Von Null nach II				Von Null nach III				Von Null nach IV			
	Monat	Tag	Stunde	Mittag	p	w	Δ	Δ^2	p	w	Δ	Δ^2	p	w	Δ	Δ^2
26	Sept	8	^h 4 ^m 10	Nm					1. 34,6	4. 6,7	-0,7	0,49	1. 23,3	3. 46,0	+0,6	0,36
27	"	"	4. 20	"					1. 34,5	4. 6,5	-0,5	0,25	1. 23,6	3. 46,6	$\pm 0,0$	0,00
28	"	"	4. 30	"					1. 34,3	4. 6,2	-0,2	0,04	1. 23,6	3. 46,6	$\pm 0,0$	0,00
29	"	"	4. 40	"					1. 34,2	4. 6,0	$\pm 0,0$	0,00	1. 23,7	3. 46,7	-0,1	0,01
30	"	"	4. 50	"					1. 34,1	4. 5,8	+0,2	0,04	1. 23,8	3. 46,9	-0,3	0,09
31	"	"	5. —	"					1. 34,1	4. 5,8	+0,2	0,04	1. 23,8	3. 46,9	-0,3	0,09
32	"	"	5. 10	"					1. 33,9	4. 5,4	+0,6	0,36	1. 23,7	3. 46,7	-0,1	0,01
33	"	"	5. 20	"					1. 34,2	4. 6,0	+0,0	0,00	1. 23,7	3. 46,7	-0,1	0,01
									4. 6,0	$\pm 0,4$	1,22		3. 46,6	+0,3	0,57	
34	Sept	10	5. 40	Vm	1. 05,7	3. 13,7	-1,5	2,25	1. 32,4	4. 2,7	+0,7	0,49				
35	"	"	6. —	"	1. 06,0	3. 14,2	-2,0	4,00					1. 24,4	3. 48,0	-3,5	12,25
36	"	"	6. 10	"	1. 04,3	3. 11,3	+0,9	0,81					1. 23,5	3. 46,4	-1,9	3,61
37	"	"	6. 20	"	1. 05,6	3. 13,5	-1,3	1,69	1. 33,8	4. 5,3	-1,9	3,61	1. 23,4	3. 46,2	-1,7	2,89
38	"	"	6. 30	"												
39	"	"	6. 40	"	1. 05,1	3. 12,5	-0,3	0,09					1. 23,1	3. 45,6	-1,1	1,21
40	"	"	6. 50	"	1. 04,9	3. 12,2	$\pm 0,0$	0,00								
41	"	"	7. —	"	1. 05,1	3. 12,5	-0,3	0,09	1. 33,0	4. 3,8	+0,4	0,16				
42	"	"	7. 10	"	1. 05,2	3. 12,7	-0,5	0,25					1. 23,9	3. 47,1	-2,6	6,76
43	"	"	7. 20	"	1. 03,8	3. 10,2	+2,0	4,00	1. 32,7	4. 3,2	+0,2	0,04	1. 21,1	3. 42,2	+2,3	4,69
44	"	"	7. 30	"	1. 05,0	3. 12,4	-0,2	0,04					1. 21,6	3. 42,9	+1,6	2,56
45	"	"	7. 40	"	1. 03,7	3. 10,0	+2,2	4,84	1. 32,5	4. 2,9	+0,5	0,25	1. 21,1	3. 42,0	+2,5	6,25
46	"	"	7. 50	"	1. 04,6	3. 11,6	+0,6	0,36	1. 32,2	4. 2,3	+1,1	1,21	1. 21,2	3. 42,2	+2,3	5,29
47	"	"	8. —	"	1. 04,7	3. 11,8	+0,4	0,16					1. 21,2	3. 42,2	+2,3	5,29
					3. 12,2	+1,2	18,58		4. 3,4	+1,1	5,76		3. 44,5	+2,4	50,80	
48	Sept	10	1. 30	Nm	1. 05,1	3. 12,5	-1,1	1,21	1. 32,3	3. 62,5	-0,6	0,36	1. 19,6	3. 39,2	-1,2	1,44
49	"	"	1. 40	"	1. 03,8	3. 10,2	+1,2	1,44	1. 30,4	3. 59,0	+2,9	8,41	1. 18,4	3. 37,0	+1,0	1,00
50	"	"	2. —	"	1. 05,1	3. 12,5	-1,1	1,21	1. 31,6	3. 61,2	+0,7	0,49	1. 19,6	3. 39,2	-1,2	1,44
51	"	"	2. 20	"	1. 04,4	3. 11,3	+0,1	0,01	1. 31,8	3. 61,6	+0,3	0,09	1. 18,9	3. 37,9	+0,1	0,01
52	"	"	2. 40	"	1. 04,4	3. 11,3	+0,1	0,01	1. 32,0	3. 62,0	+0,1	0,01	1. 19,0	3. 38,1	-0,1	0,01
53	"	"	2. 50	"	1. 04,8	3. 12,0	-0,6	0,36	1. 32,7	3. 63,2	-1,3	1,69	1. 18,6	3. 37,4	+0,6	0,36
54	"	"	3. —	"	1. 04,1	3. 10,7	+0,7	0,49	1. 31,9	3. 61,8	+0,1	0,01	1. 18,1	3. 36,5	+1,5	2,25
55	"	"	3. 20	"	1. 04,1	3. 10,7	+0,7	0,49	1. 32,2	3. 62,3	-0,4	0,16	1. 18,7	3. 37,6	+0,4	0,16
56	"	"	3. 40	"	1. 04,9	3. 12,2	-0,8	0,64	1. 32,2	3. 62,3	-0,4	0,16	1. 19,6	3. 39,2	-1,2	1,44
57	"	"	4. —	"	1. 04,5	3. 11,4	$\pm 0,0$	0,00	1. 32,3	3. 62,5	-0,6	0,36	1. 18,9	3. 37,9	+0,1	0,01

Nr	Zeit				Von Null nach II				Von Null nach III				Von Null nach IV			
	Monat	Tag	Stunde	Mittag	p	w	Δ	Δ^2	p	w	Δ	Δ^2	p	w	Δ	Δ^2
58	Sept	10	4. 20	Nm	1. 05,2	3. 12,7	-1,3	1,69	1. 32,4	3. 62,7	-0,8	0,64	1. 18,9	3. 37,9	+0,1	0,01
59	"	"	4. 40	"	1. 05,0	3. 12,4	-1,0	1,00	1. 32,8	3. 63,4	-1,5	2,25	1. 19,4	3. 38,9	-0,9	0,81
60	"	"	5. —	"	1. 03,8	3. 10,2	+1,2	1,44	1. 32,0	3. 62,0	-0,1	0,01	1. 18,7	3. 37,6	+0,4	0,16
61	"	"	5. 20	"	1. 03,7	3. 10,0	+1,4	1,96	1. 31,0	3. 60,1	+1,8	3,24	1. 18,5	3. 37,2	+0,8	0,64
62	"	"	5. 40	"	1. 03,0	3. (8,7)			1.(29,5)	3.(57,4)			1.(15,6)			
					3. 11,4	$\pm 0,9$	11,95		3. 61,9	$\pm 1,1$	17,88		3. 38,0	$\pm 0,9$	9,74	
63	Sept	11	6. —	Vm	1. 03,2	3. 9,1	+1,6	2,56	1. 32,1	3. 62,1	-0,5	0,25				
64	"	"	6. 20	"	1. 04,0	3. 10,5	+0,2	0,04	1. 31,9	3. 61,8	-0,2	0,04				
65	"	"	6. 30	"	1. 04,1	3. 10,7	$\pm 0,0$	0,00								
66	"	"	6. 40	"	1. 03,9	3. 10,3	+0,4	0,16								
67	"	"	6. 50	"	1. 04,0	3. 10,5	+0,2	0,04	1. 31,7	3. 61,4	+0,2	0,04				
68	"	"	7. —	"	1. 03,7	3. 10,9	-0,2	0,04	1. 31,9	3. 61,8	-0,2	0,04				
69	"	"	7. 10	"	1. 04,3	3. 11,1	-0,4	0,16								
70	"	"	7. 20	"	1. 04,0	3. 10,5	+0,2	0,04	1. 31,9	3. 61,8	-0,2	0,04				
71	"	"	7. 30	"	1. 05,0	3. 12,4	-1,7	2,89	1. 31,5	3. 61,0	+0,6	0,36				
					3. 10,7	$\pm 0,9$	5,93		3. 61,6	$\pm 0,4$	0,77					
72	Sept	11	2. 20	Nm	1. 07,2	3. 16,4	-1,5	2,25	1. 34,7	4. 6,9	+3,2	10,24	1. 24,8	3. 48,8	+0,7	0,49
73	"	"	2. 40	"	1. 08,4	3. 18,6	-3,7	13,69	1. 35,7	4. 8,7	+1,4	1,96	1. 25,9	3. 50,8	-1,3	1,69
74	"	"	3. —	"	1. 09,5	3. 10,6	+4,3	18,49	1. 37,1	4. 11,3	-1,2	1,44	1. 26,4	3. 51,7	-2,2	4,84
75	"	"	3. 20	"	1. 07,5	3. 16,9	-2,0	4,00	1. 37,0	4. 11,1	-1,0	1,00	1. 26,2	3. 51,0	-1,8	3,24
76	"	"	3. 40	"	1. 08,1	3. 18,0	-3,1	9,61	1. 37,6	4. 12,2	-2,1	4,41	1. 25,7	3. 50,4	-0,9	0,81
77	"	"	4. —	"	1. 05,7	3. 13,6	+1,3	1,69	1. 36,9	4. 10,9	-0,8	0,64	1. 24,7	3. 48,6	+0,9	0,81
78	"	"	4. 20	"	1. 05,7	3. 13,6	+1,3	1,69	1. 36,4	4. 10,0	+0,1	0,01	1. 25,1	3. 49,3	+0,2	0,04
79	"	"	4. 40	"	1. 05,8	3. 13,8	+1,1	1,21	1. 37,0	4. 11,1	-1,0	1,00	1. 24,8	3. 48,8	+0,7	0,49
80	"	"	5. —	"	1. 06,2	3. 14,6	+0,3	0,09	1. 36,0	4. 9,3	+0,8	0,64	1. 24,3	3. 47,8	+1,7	2,89
81	"	"	5. 20	"	1. 05,4	3. 13,1	+1,8	3,24	1. 36,6	4. 10,4	-0,3	0,09	1. 24,3	3. 47,8	+1,7	2,89
82	"	"	5. 30	"					1. 36,1	4. 9,5	+0,6	0,36	1. 24,8	3. 48,8	+0,7	0,49
					3. 14,9	$\pm 2,5$	55,96		4. 10,1	$\pm 1,1$	21,79		3. 49,5	$\pm 1,3$	18,68	

Nr	Zeit				Von Null nach II				Von Null nach III				Von Null nach IV				
	Monat	Tag	Stunde	Mittag	p	w	Δ	Δ^2	p	w	Δ	Δ^2	p	w	Δ	Δ^2	
Zusammenstellung.																	
	1877																
	Sept	6		Vm	3. 8,4	+1,8	3,24		3. 57,7	+3,7	13,69		3. 34,3	+5,3	28,09		
	"	"		Nm	3. 9,1	+1,1	1,21		3. 59,4	+2,0	4,00		3. 37,3	+2,3	5,29		
	"	"		"	3. 9,2	+1,0	1,00		3. 60,0	+1,4	1,96		3. 36,9	+2,7	7,29		
	"	8		"					3. 66,0	-4,6	21,16		3. 46,6	-7,0	49,00		
	"	10		Vm	3. 12,1	-1,9	3,61		3. 63,4	-2,0	4,00		3. 44,5	-4,9	24,01		
	"	"		Nm	3. 11,8	-1,6	2,56		3. 61,9	-0,5	0,25		3. 38,0	+1,6	2,56		
	"	11		Vm	3. 10,7	-0,5	0,25		3. 61,6	-0,2	0,04						
	"	"		Nm	3.(14,9)				3.(70,1)				3.(49,5)				
					3. 10,2	$\pm 1,5$	11,87		3. 61,4	$\pm 2,7$	45,10		3. 39,6	$\pm 4,8$	116,24		
	1878																
1	Aug	28	^h 3. ^m 3	Nm	1. 66,5	3. 39,9			2. 12,8	4. 41,1	+0,5	0,25					
2	"	"	3. 15	"	1. 63,6	3. 36,1	+0,8	0,64	2. 13,2	4. 41,6	$\pm 0,0$	0,00	2. 09,7	4. 37,0	+0,3	0,09	
3	"	"	3. 30	"	1. 63,1	3. 35,5	+1,4	1,96					2. 08,3	4. 35,2	+2,1	4,41	
4	"	"	3. 48	"	1. 64,8	3. 37,7	-0,8	0,64									
5	"	"	4. 15	"	1. 64,2	3. 36,9	$\pm 0,0$	0,00	2. 12,1	4. 40,2	+1,4	1,96	2. 09,9	4. 37,3	$\pm 0,0$	0,00	
6	"	"	4. 27	"	1. 64,9	3. 37,8	-0,9	0,81	2. 13,8	4. 42,4	-0,8	0,64	2. 10,8	4. 38,5	-1,2	1,44	
7	"	"	4. 51	"	1. 64,4	3. 37,2	-0,3	0,09	2. 13,5	4. 42,0	-0,4	0,16	2. 10,6	4. 38,2	-0,9	0,81	
8	"	"	5. 19	"					2. 13,6	4. 42,2	-0,6	0,36	2. 10,4	4. 37,9	-0,6	0,36	
					3. 36,9	$\pm 0,9$	4,14		4. 41,6	$\pm 0,8$	3,37		4. 37,3	$\pm 1,2$	7,11		
9	Aug	30	3. 32	Nm	1. 64,1	3. 36,8	+0,8	0,64									
10	"	"	4. 8	"	1. 65,3	3. 38,4	-0,8	0,64									
11	"	"	4. 40	"	1. 64,5	3. 37,3	+0,3	0,09					2. 09,3	4. 36,5	+0,4	0,16	
12	"	"	4. 48	"	1. 64,1	3. 36,8	+0,8	0,64	2. 13,8	4. 42,4	-0,4	0,16					
13	"	"	5. 10	"					2. 13,2	4. 41,6	+0,4	0,16	2. 10,0	4. 37,4	-0,5	0,25	
					3. 37,6	$\pm 0,8$	2,01		4. 42,0	$\pm 0,6$	0,32		4. 36,9	$\pm 0,6$	0,41		
14	Aug	31	3. 56	Nm	1. 62,2	3. 34,8	$\pm 0,0$	0,00	2. 11,2	4. 39,0	-0,3	0,09	2. 05,6	4. 31,6	+0,7	0,49	
15	"	"	4. 12	"	1. 62,9	3. 35,2	-0,4	0,16	2. 11,2	4. 39,0	-0,3	0,09	2. 06,2	4. 32,4	-0,1	0,01	
16	"	"	4. 33	"	1. 61,9	3. 33,9	+0,9	0,81	2. 9,7	4. 37,0	+1,7	2,89	2. 05,9	4. 32,0	+0,3	0,09	
17	"	"	4. 50	"	1. 61,7	3. 33,6	+1,2	1,44	2. 11,0	4. 38,7	+0,0	0,00	2. 06,5	4. 32,8	-0,5	0,25	
18	"	"	5. 12	"	1. 63,6	3. 36,1	-1,3	1,69	2. 12,6	4. 40,8	-2,1	4,41	2. 07,0	4. 33,4	-1,1	1,21	
19	"	"	5. 38	"	1. 62,8	3. 35,1	-0,3	0,09	2. 10,2	4. 37,7	+1,0	1,00	2. 05,8	4. 31,9	+0,4	0,16	
					3. 34,8	$\pm 0,9$	4,19		4. 38,7	$\pm 1,3$	8,40		4. 32,3	$\pm 0,7$	2,21		

Nr.	Monat	Zeit			Von Null nach II				Von Null nach III				Von Null nach IV			
		Tag	Stunde	Mittag	p	w	Δ	Δ^2	p	w	Δ	Δ^2	p	w	Δ	Δ^2
20	Sept	4	2.50 ^m	Nm	1. 63,0	3. 35,3	+0,4	0,16	2. 10,9	4. 38,6	+0,7	0,49	2. 05,0	4. 32,1		
21	"	"	3. 17	"	1. 63,1	3. 35,5	+0,2	0,04	2. 12,1	4. 40,2	-0,9	0,81				
22	"	"	3. 32	"	1. 62,4	3. 34,5	+1,2	1,44	2. 11,4	4. 39,3	$\pm 0,0$	0,00				
23	"	"	3. 51	"	1. 63,2	3. 35,6	+0,1	0,01	2. 12,2	4. 40,3	-1,0	1,00				
24	"	"	4. 10	"	1. 64,1	3. 36,8	-1,1	1,21	2. 10,7	4. 38,3	+1,0	1,00				
25	"	"	4. 28	"	1. 63,7	3. 36,2	-0,5	0,25	2. 12,4	4. 40,6	-1,3	1,69				
26	"	"	4. 42	"	1. 63,4	3. 35,9	-0,2	0,04	2. 11,3	4. 39,1	+0,2	0,04	2. 06,0	4. 32,1		
27	"	"	4. 55	"	1. 63,1	3. 35,5	+0,2	0,04	2. 11,7	4. 39,7	-0,4	0,16	2. 06,2	4. 32,4		
28	"	"	5. 8	"	1. 62,1	3. 35,1	+0,6	0,36	2. 10,5	4. 38,1	+1,2	1,44				
29	"	"	5. 38	"	1. 63,6	3. 36,1	-0,4	0,16	2. 10,3	4. 37,8	+1,5	2,25				
30	"	"	6. 2	"					2. 12,2	4. 40,3	-1,0	1,00				
					3. 35,7	$\pm 0,6$	3,71		4. 39,3	$\pm 1,0$	9,88					
31	Sept	6	2. 23	Nm	1. 65,6	3. 38,6	-0,1	0,01	2. 14,8	4. 43,8	-0,7	0,49	2. 11,0	4. 38,7	+1,8	3,24
32	"	"	2. 43	"	1. 66,0	3. 39,3	-0,8	0,64	2. 14,2	4. 43,0	+0,1	0,01	2. 11,9	4. 39,9	+0,6	0,36
33	"	"	3. 5	"	1. 66,1	3. 39,4	-0,9	0,81	2. 14,4	4. 43,2	-0,1	0,01	2. 13,3	4. 41,8	-1,3	1,69
34	"	"	3. 21	"	1. 65,8	3. 39,0	-0,5	0,25	2. 13,3	4. 41,8	+1,3	1,69	2. 14,2	4. 43,0	-2,5	6,25
35	"	"	3. 46	"	1. 65,6	3. 38,8	-0,3	0,09	2. 14,3	4. 43,1	$\pm 0,0$	0,00	2. 11,1	4. 38,9	+1,6	2,56
36	"	"	3. 58	"	1. 64,7	3. 37,6	+0,9	0,81	2. 15,6	4. 44,8	-1,7	2,89	2. 11,8	4. 39,8	+0,7	0,49
37	"	"	4. 17	"	1. 64,6	3. 37,4	+1,1	1,21	2. 13,5	4. 42,0	+1,1	1,21	2. 11,7	4. 39,7	+0,8	0,64
38	"	"	4. 40	"	1. 64,7	3. 37,6	+0,9	0,81	2. 14,1	4. 42,8	+0,3	0,09	2. 11,5	4. 39,4	+1,1	1,21
39	"	"	4. 56	"	1. 66,2	3. 39,6	-1,1	1,21	2. 13,7	4. 42,3	+0,8	0,64	2. 12,6	4. 40,8	-0,3	0,09
40	"	"	5. 20	"	1. 64,6	3. 37,4	+1,1	1,21					2. 13,3	4. 41,8	-1,3	1,69
41	"	"	5. 46	"	1. 65,5	3. 38,6	-0,1	0,01	2. 15,1	4. 44,1	-1,0	1,00	2. 13,0	4. 41,4	-0,9	0,81
					3. 38,5	$\pm 0,8$	7,06		4. 43,1	$\pm 0,9$	8,03		4. 40,5	$\pm 1,3$	18,03	
Zusammenstellung.																
Aug	28			Nm	3. 36,9	-0,2	0,04		4. 41,6	-0,7	0,49		4. 37,3	-1,5	2,25	
"	30			"	3. 37,6	-0,9	0,81		4. 42,0	-0,1	0,01		4. 36,9	-1,1	1,21	
"	31			"	3. 34,8	+1,9	3,61		4. 38,7	+2,2	4,84		4. 32,2	+3,6	12,96	
Sept	4			"	3. 35,7	+1,0	1,00		4. 39,3	+1,6	2,56		4. 32,2	+3,6	12,96	
"	6			"	3. 38,5	-1,8	3,24		4. 43,1	-2,2	4,84		4. 40,5	-4,7	22,09	
					3. 36,7	$\pm 1,6$	9,70		4. 40,9	$\pm 1,8$	12,74		4. 35,8	$\pm 3,6$	51,47	

Im Sommer 1878 sind diese Beobachtungen in ganz gleicher Weise weitergeführt worden, nur wurde statt des Höhenkreismikrometers der Positionsmikrometer des Lingke'schen Nivellirinstrumentes Nr 1253 verwendet. Dieses Instrument war bei den Beobachtungen nicht centrisch über dem Stationspunkt selbst sondern etwas zur Seite neben dem centrisch stehenden Höhenkreis aufgestellt. Ein völlig unveränderter Stand konnte auch diesem Mikrometer nicht für die ganze Beobachtungszeit gelassen werden, denn obwohl der Pfeiler mit einem allseitig geschlossenen Schutzhäuschen aus Brettern überbaut worden war, machten doch die eindringende Feuchtigkeit und die andauernden Nebel öfteres Reinigen des Instruments notwendig. Das Signal „Nullpunkt“ war gleichfalls gegen das Vorjahr etwas verändert, nämlich um 1 m nach Süden verrückt und an einem lebenden Fichtenstamm 2 m über der Bodenfläche befestigt worden. Die im Jahre 1878 auf der Station Döbra gemessenen Richtungsunterschiede zwischen den verschiedenen Signalen können daher nicht direkt mit den Messungen des Vorjahrs verglichen werden. Die Beobachtungen mit dem Lingke'schen Positionsmikrometer finden sich Heft Nr XI, S 2—31 im Original aufgezeichnet.

Die grössere Einstellungsgenauigkeit dieses Mikrometers erlaubte es die Zahl der Einstellungen auf 6 zu ermässigen. Die Zusammenstellung dieser zur Berechnung allenfallsiger Lateralrefractionen dienenden Beobachtungen ist in Heft Nr XVIII, S 15—23 und in der nachstehenden Tafel Nr 9 zu finden.

Die Schlusszusammenstellungen der halbtägigen Mittelwerte der beobachteten Richtungsunterschiede zeigen ein Anwachsen der Differenzen gegen die Hauptmittel mit den Entfernungen der die Richtung bestimmenden Signale und in der Ordnung, wie die Signale hinter einander liegen. Da jedoch die Zielpunkte auch in vertikalem Sinne in gleicher Ordnung über einander traten, so liegt die Vermutung nahe, dass diese Differenzen von einer Verdrehung des Mikrometers um eine dem Fernrohr parallele Axe herrühren, da für einen absolut unveränderten Stand des Mikrometers nicht genügend gesorgt werden konnte. Eine einfache Rechnung bestätigt in der That diese Annahme.

Tafel Nr 9.

**Zusammenstellung der zwischen den Stationen II—III, II—IV und IV—III
beobachteten und zur Berechnung von Lateralrefractionen dienenden
Horizontalwinkel.**

Nr	Zeit				Zwischen II und III				Zwischen II und IV				Zwischen IV und III			
	Monat	Tag	Stunde	Mittag	p	w	Δ	Δ^2	p	w	Δ	Δ^2	p	w	Δ	Δ^2
1	Juni	1877	14.20	Nm	33,4	0. 61,0	+1,1	1,21	27,7	0. 50,8	+0,3	0,09	5,6	10,3	+0,3	0,09
2	"	"	4.35	"	34,4	0. 63,1	-1,0	1,00	29,3	0. 53,7	-2,1	4,41	5,1	9,3	+1,3	1,69
3	"	"	5. —	"	32,4	0. 59,4	+2,7	7,29	26,2	0. 48,0	+3,1	9,61	6,2	11,5	-0,9	0,81
4	"	"	5.30	"	34,0	0. 62,3	-0,2	0,04	29,1	0. 53,3	-2,2	4,84	4,9	9,0	+1,6	2,56
5	"	"	5.45	"	33,7	0. 61,8	+0,3	0,09	27,9	0. 51,1	$\pm 0,0$	0,00	5,8	10,6	$\pm 0,0$	0,00
6	"	"	6.15	"	33,5	0. 61,4	+0,7	0,49	26,2	0. 48,0	+3,1	9,61	7,3	13,4	-2,3	7,34
7	"	"	6.30	"	34,8	0. 63,8	-1,7	2,89	28,0	0. 51,3	-0,2	0,04	6,8	12,5	-1,9	3,61
8	"	"	6.50	"	35,1	0. 64,3	-2,2	4,84	29,6	0. 54,3	-3,2	10,24	5,5	10,1	+0,5	0,25
9	"	"	7.20	"					27,1	0. 49,7	+1,4	1,96				
					0. 62,1	$\pm 1,6$	17,85		0. 51,1	$\pm 2,2$	40,80		10,6	$\pm 1,6$	16,85	
10	Juni	4	3.20	Nm	31,7	58,1	-4,7	22,09	18,5	33,9	+3,8	14,44	13,2	24,2	-8,6	73,96
11	"	"	3.40	"	29,9	54,8	-1,4	1,96	18,2	33,4	+4,3	18,49	11,7	21,4	-5,8	33,64
12	"	"	4. —	"	26,4	48,4	+5,0	25,00	20,5	37,6	+0,1	0,01	5,9	10,8	+4,8	23,04
13	"	"	4.20	"	25,4	46,9	+6,5	42,25	20,7	37,9	-0,2	0,04	4,9	9,0	+6,6	43,56
14	"	"	4.40	"	28,7	52,6	+0,8	0,64	21,9	40,1	-2,4	5,76	6,8	12,5	+3,1	9,61
15	"	"	5. —	"	29,9	54,8	-1,4	1,96	20,8	38,1	-0,4	0,16	9,1	16,7	-1,1	1,21
16	"	"	5.25	"	32,2	59,0	-5,6	31,36	21,1	38,7	-1,0	1,00	11,1	20,0	-4,7	22,09
17	"	"	5.50	"	30,0	55,0	-1,6	2,56	24,4	44,7	-7,0	49,00	5,6	10,3	+5,3	28,09
18	"	"	6.20	"	27,8	51,0	+2,4	5,76	21,1	38,7	-1,0	1,00	6,7	12,3	+3,3	10,89
19	"	"	6.40	"	29,1	53,3	+0,1	0,01	18,5	33,9	+3,8	14,44	10,6	19,4	-3,8	14,44
20	"	"	7. —	"									7,7	14,1	+1,5	2,25
					53,4	$\pm 3,8$	133,59		37,7	$\pm 3,4$	104,34		15,6	$\pm 5,4$	262,78	
21	Sept	6	5.45	Vm									14,0	25,7	-1,9	3,61
22	"	"	6. —	"	27,8	51,0	-1,9	3,61	14,7	26,9	-1,3	1,69	13,1	24,0	-0,2	0,04
23	"	"	6.25	"	25,9	47,5	+1,6	2,56	13,1	24,0	+1,6	2,56	12,8	23,5	+0,3	0,09
24	"	"	6.45	"	27,1	49,7	-0,6	0,36	13,5	24,7	+0,9	0,81	13,6	24,9	-1,1	1,21
25	"	"	7. —	"	26,3	48,2	+0,9	0,81	14,2	26,0	-0,4	0,16	12,1	22,2	+1,6	2,56
26	"	"	7.20	"	26,8	49,1	$\pm 0,0$	0,00	14,2	26,0	-0,4	0,16	12,6	23,1	+0,7	0,49
27	"	"	7.40	"	26,8	49,1	$\pm 0,0$	0,00	14,3	26,2	-0,6	0,36	12,5	22,9	+0,9	0,81
					49,1	$\pm 1,2$	7,34		25,6	$\pm 1,1$	5,74		23,8	$\pm 1,2$	8,81	

Nr	Zeit				Zwischen II und III				Zwischen II und IV				Zwischen I und III			
	Monat	Tag	Stunde	Mittag	p	w	Δ	Δ^2	p	w	Δ	Δ^2	p	w	Δ	Δ^2
28	Sept	6	^h 2.30	Nm	27,8	51,0	-0,9	0,81	16,0	29,3	-1,4	1,96	11,8	21,6	+0,6	0,36
29	"	"	2.45	"	26,9	49,3	+0,8	0,64	15,5	28,4	-0,5	0,25	11,4	20,9	+1,3	1,69
30	"	"	3. —	"	27,0	49,5	+0,6	0,36	14,8	27,1	+0,8	0,64	12,2	22,4	-0,2	0,04
31	"	"	3.15	"	27,2	49,9	+0,2	0,04	15,8	29,0	-1,1	1,21	11,4	20,9	+1,3	1,69
32	"	"	3.30	"	27,2	49,9	+0,2	0,04	14,4	26,4	+1,5	2,25	12,8	23,5	+1,3	1,69
33	"	"	3.40	"	27,9	51,1	-1,0	1,00	15,0	27,5	+0,4	0,16	12,9	23,6	-1,4	1,96
34	"	"	3.50	"	27,3	50,0	+0,1	0,01	15,0	27,5	+0,4	0,16	12,3	22,5	-0,3	0,09
						50,1	$\pm 0,7$	2,90		27,9	$\pm 1,0$	6,63		22,2	$\pm 1,1$	7,52
35	Sept	"	4. —	Nm	27,4	50,2	+0,4	0,16	15,1	27,7	+0,2	0,04	12,3	22,5	+0,2	0,04
36	"	"	4.15	"	27,9	51,1	-0,5	0,25	15,9	29,1	-1,2	1,44	12,0	22,0	+0,7	0,49
37	"	"	4.30	"	27,2	49,9	+0,7	0,49	15,4	28,2	-0,3	0,09	11,8	21,6	+1,1	1,21
38	"	"	4.40	"	27,7	50,8	-0,2	0,04	15,1	27,7	+0,2	0,04	12,6	23,1	-0,4	0,16
39	"	"	4.50	"	27,8	51,0	-0,4	0,16	15,2	27,9	$\pm 0,0$	0,00	12,6	23,1	-0,4	0,16
40	"	"	5. —	"	27,3	50,0	+0,6	0,36	14,7	26,9	+1,0	1,00	12,6	23,1	-0,4	0,16
41	"	"	5.10	"	27,3	50,0	+0,6	0,36	15,0	27,5	+0,4	0,16	12,3	22,5	+0,2	0,04
42	"	"	5.20	"	27,7	50,8	-0,2	0,04	15,5	28,4	-0,5	0,25	12,2	22,4	+0,3	0,09
43	"	"	5.30	"	28,1	51,5	-0,9	0,81	15,2	27,9	$\pm 0,0$	0,00	12,9	23,6	-0,9	0,81
44	"	"	5.40	"	27,5	50,4	+0,2	0,04								
45	"	"	5.50	"	28,0	51,3	-0,7	0,49	15,4	28,2	-0,3	0,09	12,6	23,1	-0,4	0,16
						50,6	$\pm 0,6$	3,20		27,9	$\pm 0,6$	3,11		22,7	$\pm 0,6$	3,32
46	Sept	10	5.40	Vm	(26,7)	(48,9)			(21,1)	(38,7)			(5,6)	(10,3)		
47	"	"	6.10	"					19,2	35,2	-3,0	9,00				
48	"	"	6.30	"	28,2	51,7	+0,1	0,01	17,8	32,6	-0,4	0,16	10,4	19,1		
49	"	"	6.40	"					18,0	33,0	-0,8	0,64				
50	"	"	7. —	"	27,9	51,1	+0,7	0,49								
51	"	"	7.10	"					18,7	34,3	-2,1	4,41				
52	"	"	7.20	"	28,9	53,0	-1,2	1,44	17,3	31,7	+0,5	0,25	11,6	21,3		
53	"	"	7.30	"					16,6	30,4	+1,8	3,24				
54	"	"	7.40	"	28,8	52,8	-1,0	1,00	17,4	31,9	+0,3	0,09				
55	"	"	7.50	"	27,6	50,6	+1,2	1,44	16,6	30,4	+1,8	3,24				
56	"	"	8. —	"					16,5	30,2	+2,0	4,00				
						51,8	$\pm 1,0$	4,38		32,2	$\pm 1,8$	25,03				

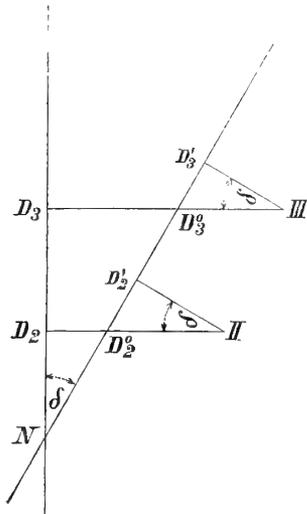
Nr	Zeit				Zwischen II und III				Zwischen II und IV				Zwischen IV und III			
	Monat	Tag	Stunde	Mittag	p	w	Δ	Δ^2	p	w	Δ	Δ^2	p	w	Δ	Δ^2
57	Sept	10	^{h m} 1. 30	Nm	27,2	49,9	+0,4	0,16	14,5	26,6	-0,3	0,09	12,7	23,3	+0,6	0,36
58	"	"	1. 40	"	26,6	48,8	+1,5	2,25	14,6	26,8	-0,5	0,25	12,0	22,0	+1,9	3,61
59	"	"	2. —	"	26,5	48,6	+1,7	2,89	14,5	26,6	-0,3	0,09	12,0	22,0	+1,9	3,61
60	"	"	2. 20	"	27,4	50,2	+0,1	0,01	14,5	26,6	-0,3	0,09	12,9	23,6	+0,3	0,09
61	"	"	2. 40	"	27,6	50,6	-0,3	0,09	14,6	26,8	-0,5	0,25	13,0	23,8	+0,1	0,01
62	"	"	2. 50	"	27,9	51,1	-0,8	0,64	13,8	25,3	+1,0	1,00	14,1	25,8	-1,9	3,61
63	"	"	3. —	"	27,8	51,0	-0,7	0,49	14,0	25,7	+0,6	0,36	13,8	25,3	-1,4	1,96
64	"	"	3. 20	"	28,1	51,5	-1,2	1,44	14,6	26,8	-0,4	0,16	13,5	24,7	-0,8	0,64
65	"	"	3. 40	"	27,3	50,0	+0,3	0,09	14,7	26,9	-0,5	0,25	12,6	23,1	+0,8	0,64
66	"	"	4. —	"	27,8	51,0	-0,7	0,49	14,4	26,4	$\pm 0,0$	0,00	13,4	24,6	-0,7	0,49
67	"	"	4. 20	"	27,2	49,9	+0,4	0,16	13,7	25,1	-1,3	1,69	13,5	24,7	-0,8	0,64
68	"	"	4. 40	"	27,8	51,0	-0,7	0,49	14,4	26,4	$\pm 0,0$	0,00	13,4	24,6	-0,7	0,49
69	"	"	5. —	"	28,2	51,7	-1,4	1,96	14,9	27,3	-0,9	0,81	13,3	24,4	-0,5	0,25
70	"	"	5. 20	"	27,3	50,0	+0,3	0,09	14,8	27,1	-0,7	0,49	12,5	22,9	+1,0	1,00
71	"	"	5. 40	"	26,5	48,6	+1,7	2,89	13,6	24,9	+1,5	2,25	12,9	23,6	+0,3	0,09
						50,3	$\pm 1,0$	14,14		26,3	$\pm 0,8$	7,78		23,9	$\pm 1,2$	17,49
72	Sept	11	6. —	Vm	28,9	53,0	-2,0	4,00								
73	"	"	6. 20	"	27,9	51,1	-0,1	0,01								
74	"	"	6. 50	"	27,7	50,8	+0,2	0,04								
75	"	"	7. —	"	28,2	51,7	-0,7	0,49								
76	"	"	7. 10	"	27,6	50,6	+0,4	0,16								
77	"	"	7. 20	"	27,9	51,1	-0,1	0,01								
78	"	"	7. 30	"	26,5	48,6	+2,4	5,76								
						51,0	$\pm 1,0$	13,43								
79	Sept	11	2. 20	Nm	27,5	50,4	+3,4	11,56	17,6	32,3	+1,2	1,44	9,9	18,1	+2,2	4,84
80	"	"	2. 40	"	27,3	50,0	+3,8	14,44	17,5	32,1	+1,4	1,96	9,8	18,0	+2,3	5,29
81	"	"	3. —	"	27,6	50,6	+3,2	10,24	16,9	31,0	+2,5	6,25	10,7	19,6	+0,7	0,49
82	"	"	3. 20	"	27,6	50,6	+3,2	10,24	18,7	34,3	-0,8	0,64	8,9	16,3	+4,0	16,00
83	"	"	3. 40	"	29,5	54,1	-0,3	0,09	17,6	32,3	+1,2	1,44	11,9	21,8	-1,5	2,25
84	"	"	4. —	"	31,2	57,2	-3,4	11,56	19,0	34,8	-1,3	1,69	12,2	22,4	-2,1	4,41
85	"	"	4. 20	"	30,7	56,3	-2,5	6,25	19,4	35,6	-2,1	4,41	11,3	20,7	-0,4	0,16
86	"	"	4. 40	"	31,2	57,2	-3,4	11,56	19,0	34,8	+1,3	1,69	12,2	22,4	-2,1	4,41
87	"	"	5. 0	"	29,8	54,6	-0,8	0,64	18,1	33,2	-0,3	0,09	11,7	21,4	-1,1	1,21
88	"	"	5. 20	"	31,2	57,2	-3,4	11,56	18,9	34,6	+1,1	1,21	12,3	22,5	-2,2	4,84
						53,8	$\pm 3,1$	88,14		33,5	$\pm 1,5$	20,82		20,3	$\pm 2,2$	43,90

Nr	Zeit				Zwischen II und III				Zwischen II und IV				Zwischen IV und III			
	Monat	Tag	Stunde	Mittag	p	w	Δ	Δ^2	p	w	Δ	Δ^2	p	w	Δ	Δ^2
Zusammenstellung.																
	Juni	1		Nm	(0,62,1)					(0,51,1)				(0,10,6)		
	"	4		"	0. 53,4	2,1	4,41			0. 37,7	- 7,6	57,76		0. 15,6	+5,8	33,64
	Sept	6		Vm	0. 49,1	+2,2	4,84			0. 25,6	+4,5	20,25		0. 23,8	-2,4	5,76
	"	6		Nm	0. 50,1	+1,2	1,44			0. 27,9	+2,2	4,84		0. 22,7	-1,3	1,69
	"	6		"	0. 50,6	+0,7	0,49			0. 27,9	+2,2	4,84		0. 22,2	-0,8	0,64
	"	10		Vm	0. 51,8	- 0,5	0,25			0. 32,2	-2,1	4,41				
	"	10		Nm	0. 50,3	+1,0	1,00			0. 26,3	+3,8	14,44		0. 23,9	-2,5	6,25
	"	11		Vm	0. 51,0	+0,3	0,09									
	"	11		Nm	0. 53,8	-2,5	6,25			0. 33,5	-3,4	11,56		0. 20,3	+1,1	1,21
					0. 51,3	$\pm 1,6$	18,77			0. 30,1	$\pm 4,4$	118,13		0. 21,4	$\pm 3,1$	49,19
1878																
1	Aug	28	^{h m} 3. 3	Nm	0. 46,3	1. 1,2										
2	"	"	3.15	"	0. 49,6	1. 5,5	-0,9	0,81	0. 46,1	0. 60,9	-0,4	0,16	0. 03,5	0. 4,6	-0,7	0,49
3	"	"	3.30	"					0. 45,2	0. 59,7	+0,8	0,64				
4	"	"	4.15	"	0. 47,9	1. 3,3	+1,3	1,69	0. 45,7	0. 60,4	+0,1	0,01	0. 02,2	0. 2,9	+1,0	1,00
5	"	"	4.27	"	0. 48,9	1. 4,6	$\pm 0,0$	0,00	0. 45,9	0. 60,6	-0,1	0,01	0. 03,0	0. 4,0	-0,1	0,01
6	"	"	4.51	"	0. 49,1	1. 4,9	-0,3	0,09	0. 46,2	0. 61,0	-0,5	0,25	0. 02,9	0. 3,8	+0,1	0,01
7	"	"	5.19	"									0. 03,2	0. 4,2	-0,3	0,09
					1. 4,6	$\pm 0,9$	2,59		0. 60,5	$\pm 0,5$	1,07		0. 3,9	$\pm 0,6$	1,60	
8	Aug	28	9.21	Nts	0. 45,4	1.(0,0)			0. 41,6	0.(55,0)			0. 03,8	0.(5,0)		
9	"	"	9.50	"	0. 48,9	1. 4,6	-1,8	3,24								
10	"	"	10.17	"	0. 46,5	1. 1,4	+1,4	1,96	0. 44,1	0. 58,3	+0,5	0,25	0. 02,4	0. 3,2	+0,6	0,36
11	"	"	10.55	"	0. 46,3	1. 1,2	+1,6	2,56	0. 43,9	0. 58,0	+0,8	0,64	0. 02,4	0. 3,2	+0,6	0,36
12	"	"	11.18	"	0. 48,1	1. 3,5	- 0,7	0,49	0. 43,9	0. 58,0	+0,8	0,64	0. 04,2	0. 5,5	-1,7	2,89
13	"	"	11.48	"	0. 47,8	1. 3,1	-0,3	0,09	0. 43,8	0. 57,9	+0,9	0,81	0. 04,0	0. 5,3	-1,5	2,25
14	"	"	1.15	"	0. 46,6	1. 1,6	+1,2	1,44	0. 44,2	0. 58,5	+0,3	0,09	0. 02,4	0. 3,2	+0,6	0,36
15	"	"	1.55	"	0. 47,3	1. 2,5	+0,3	0,09	0. 44,5	0. 58,8	$\pm 0,00$	0,00	0. 02,8	0. 3,7	+0,1	0,01
16	"	"	2.—	"	0. 48,1	1. 3,5	-0,7	0,49	0. 46,3	0. 61,2	-2,4	5,76	0. 01,8	0. 2,4	+1,4	1,96
17	"	"	2.27	"	0. 48,5	1. 4,1	-1,3	1,69	0. 45,5	0. 60,1	-1,3	1,69	0. 03,0	0. 4,0	-0,2	0,04
					1. 2,8	$\pm 1,2$	12,05		0. 58,8	$\pm 1,2$	9,88		0. 3,8	+1,1	8,23	

Nr	Zeit				Zwischen II und III				Zwischen II und IV				Zwischen IV und III			
	Monat	Tag	Stunde	Mittag	p	w	Δ	Δ^2	p	w	Δ	Δ^2	p	w	Δ	Δ^2
18	Aug	30	^h 8.57 ^m	Nts	0. 47,5	1. 2,7	+ (1,1)	1 21	0. 46,2	0. 61,0	+0,6	0,36	0. 01,3	0. 1,7	+0,3	0,09
19	"	"	9.12	"	0. 47,6	1. 2,9	+ 0,9	0,81	0. 46,2	0. 61,0	+0,6	0,36	0. 01,4	0. 1,8	+0,2	0,04
20	"	"	9.42	"	0. 47,2	1. 2,4	+ 1,4	1,96	0. 46,3	0. 61,2	+0,4	0,16	0. 00,9	0. 1,2	+0,8	0,64
21	"	"	10.20	"	0. 47,9	1. 3,3	+ 0,5	0,25	0. 47,0	0. 62,1	-0,5	0,25	0. 00,9	0. 1,2	+0,8	0,64
22	"	"	10.52	"	0. 49,2	1. 5,0	- 1,2	1,44	0. 47,9	0. 63,3	-1,7	2,89	0. 01,3	0. 1,7	+0,3	0,09
23	"	"	11.22	"	0. 48,4	1. 3,9	- 0,1	0,01	0. 47,2	0. 62,4	-0,8	0,64	0. 01,2	0. 1,6	+0,4	0,16
24	"	"	11.58	"	0. 49,4	1. 5,3	- 1,5	2,25	0. 47,8	0. 63,1	-1,5	2,25	0. 01,6	0. 2,1	-0,1	0,01
25	"	"	12.26	"	0. 46,7	1. 1,7	+ (2,1)	4,41	0. 44,7	0. 59,0	+1,6	2,56	0. 02,0	0. 2,6	-0,6	0,36
26	"	"	1. 5	"	0. 48,9	1. 4,6	- 0,8	0,64	0. 47,6	0. 62,9	-1,3	1,69	0. 01,3	0. 1,7	+0,3	0,09
27	"	"	2.—	"	0. 48,5	1. 4,1	- 0,3	0,09	0. 46,7	0. 61,7	-0,1	0,01	0. 01,8	0. 2,4	-0,4	0,16
28	"	"	2.28	"	0. 48,6	1. 4,2	- 0,4	0,16	0. 45,7	0. 60,4	+1,2	1,44	0. 02,9	0. 3,8	-1,8	3,24
					1. 3,8 ± 1,1 13,23				0. 61,6 ± 1,1 12,61				0. 2,0 ± 0,75 5,52			
29	Aug	31	3.56	Nm	0. 49,0	1. 4,7	-0,7	0,49	0. 43,4	0. 57,3	+0,4	0,16	0. 05,6	0. 7,4	-1,1	1,21
30	"	"	4.12	"	0. 48,3	1. 3,8	+0,2	0,04	0. 43,3	0. 57,2	+0,5	0,25	0. 05,0	0. 6,6	-0,3	0,09
31	"	"	4.33	"	0. 47,8	1. 3,1	+0,9	0,81	0. 44,0	0. 58,1	-0,4	0,16	0. 03,8	0. 5,0	+1,3	1,69
32	"	"	4.50	"	0. 49,3	1. 5,1	-1,1	1,21	0. 44,8	0. 59,2	-1,5	2,25	0. 04,5	0. 5,9	+0,4	0,16
33	"	"	5.12	"	0. 49,0	1. 4,7	-0,7	0,49	0. 43,4	0. 57,3	+0,4	0,16	0. 05,6	0. 7,4	-1,1	1,21
34	"	"	5.38	"	0. 47,4	1. 2,6	+1,4	1,96	0. 43,0	0. 56,8	+0,9	0,81	0. 04,4	0. 5,8	+0,5	0,25
					1. 4,0 ± 1,0 5,00				0. 57,7 ± 0,9 3,79				0. 6,3 ± 0,95 4,61			
35	Sept	4	2.50	Nm	0. 47,9	1. 3,3	+0,3	0,09	0. 43,0	0. 56,8	-0,1	0,01	0. 0,49	0. 6,5	+0,4	0,16
36	"	"	3.17	"	0. 49,0	1. 4,7	-1,1	1,21								
37	"	"	3.32	"	0. 49,0	1. 4,7	-1,1	1,21								
38	"	"	3.51	"	0. 49,0	1. 4,7	-1,1	1,21								
39	"	"	4.10	"	0. 43,6	1. 1,6	+2,0	4,00								
40	"	"	4.28	"	0. 48,7	1. 4,3	-0,7	0,49								
41	"	"	4.42	"	0. 47,9	1. 3,3	+0,3	0,09	0. 42,6	0. 56,3	+0,4	0,16	0. 05,3	0. 7,0	-0,1	0,01
42	"	"	4.55	"	0. 48,6	1. 4,2	-0,6	0,36	0. 43,1	0. 56,9	-0,2	0,04	0. 05,5	0. 7,3	-0,4	0,16
43	"	"	5. 8	"	0. 48,4	1. 3,9	-0,3	0,09								
44	"	"	5.38	"	0. 46,7	1. 1,7	+1,9	3,61								
					1. 3,6 ± 1,0 9,56				0. 56,7 ± 0,3 0,21				0. 6,9 ± 0,4 0,33			
45	Sept	6	2.23	Nm	0. 49,3	1. 5,1	-0,6	0,36	0. 45,4	1. 0,0	+2,0	4,00	0. 03,9	0. 5,2	-2,4	5,76
46	"	"	2.43	"	0. 48,2	1. 3,7	+0,8	0,64	0. 45,9	1. 0,6	+1,4	1,96	0. 02,3	0. 3,0	-0,2	0,04
47	"	"	3. 5	"	0. 48,3	1. 3,8	+0,7	0,49	0. 47,2	1. 2,4	-0,4	0,16	0. 01,1	0. 1,5	+1,3	1,69

Nr	Zeit				Zwischen II und III				Zwischen II und IV				Zwischen IV und III			
	Monat	Tag	Stunde	Mittag	p	w	Δ	Δ^2	p	w	Δ	Δ^2	p	w	Δ	Δ^2
48	Sept	6	3.21	Nm	0. 47,5	1. 2,7	+1,8	3,24	0. 48,4	1. 3,9	-1,9	3,61	0. 00,9	0. (-1,2)	+ (4,0)	
49	"	"	3.40	"	0. 48,7	1. 4,3	+0,2	0,04	0. 45,5	1. 0,1	+1,9	3,61	0. 03,2	0. 4,2	-1,4	1,96
50	"	"	3.58	"	0. 50,9	1. 7,2	-2,7	7,29	0. 47,1	1. 2,2	-0,2	0,04	0. 03,8	0. 5,0	-2,2	4,84
51	"	"	4.17	"	0. 48,9	1. 4,6	-0,1	0,01	0. 47,1	1. 2,2	-0,2	0,04	0. 01,8	0. 2,4	+0,4	0,16
52	"	"	4.40	"	0. 49,4	1. 5,3	-0,8	0,64	0. 46,8	1. 1,8	+0,2	0,04	0. 02,6	0. 3,4	-0,6	0,36
53	"	"	4.56	"	0. 47,5	1. 2,7	+1,8	3,24	0. 46,4	1. 1,3	+0,7	0,49	0. 01,1	0. 1,5	+1,3	1,69
54	"	"	5.20	"					0. 48,7	1. 4,3	-2,3	5,29				
55	"	"	5.46	"	0. 49,6	1. 5,5	-1,0	1,00	0. 47,5	1. 2,7	-0,7	0,49	0. 02,1	0. 2,8	$\pm 0,0$	0,00
					1. 4,5	$\pm 1,4$	16,95		1. 2,0	$\pm 1,4$	19,83		0. 2,8	$\pm 1,4$	16,50	
56	Sept	6	8.10	Nts	0. 46,6	1. 1,6	+1,1	1,21	0. 44,8	0. 59,2	+1,0	1,00	0. 01,8	0. 2,4	+0,1	0,01
57	"	"	8.37	"	0. 45,9	1. 0,6	+2,1	4,41	0. 46,3	1. 1,2	-1,0	1,00	0. 00,4	0. -0,5	+3,0	9,00
58	"	"	9. 2	"	0. 47,3	1. 2,5	+0,2	0,04	0. 45,8	1. 0,5	-0,3	0,09	0. 01,5	0. 2,0	+0,5	0,25
59	"	"	9.35	"	0. 48,4	1. 3,9	-1,2	1,44	0. 45,8	1. 0,5	-0,3	0,09	0. 02,6	0. 3,4	-0,9	0,81
60	"	"	9.55	"	0. 48,5	1. 4,1	-1,4	1,96	0. 46,1	1. 0,9	-0,7	0,49	0. 02,4	0. 3,2	-0,7	0,49
61	"	"	10.24	"	0. 47,1	1. 2,2	+0,5	0,25	0. 46,0	1. 0,8	-0,6	0,36	0. 01,1	0. 1,5	+1,0	1,00
62	"	"	11. -	"	0. 46,7	1. 1,7	+1,0	1,00	0. 45,7	1. 0,4	-0,2	0,04	0. 01,0	0. 1,3	+1,2	1,44
63	"	"	11.28	"	0. 48,9	1. 4,6	-1,9	3,61	0. 44,0	0. 58,1	+2,1	4,41	0. 04,9	0. 6,5	-4,0	16,00
					1. 2,7	$\pm 1,4$	13,92		1. 0,2	$\pm 1,0$	7,48		0. 2,5	$\pm 2,0$	29,00	
Zusammenstellung.																
	Aug	28		Nts	1. 2,8	+0,3	0,09		0. 58,8	+1,4	1,96		0. 3,8	-1,0	1,00	
	"	30		"	1. 3,8	-0,7	0,49		0. 61,6	-1,4	1,96		0. 2,0	+0,8	0,64	
	Sept	6		"	1. 2,7	+0,4	0,16		0. 60,2	$\pm 0,0$	0,00		0. 2,5	-0,3	0,09	
					1. 3,1	$\pm 0,6$	0,74		0. 60,2	$\pm 1,4$	3,92		0. 2,8	+0,9	1,73	
	Aug	28		Tag	1. 4,6	-0,7	0,49		0. 60,5	-1,2	1,44		0. 3,9	+1,0	1,00	
	"	30		"	1. 5,1	-0,7	0,49		0. 59,6	-0,3	0,09		0. 4,8	+0,1	0,01	
	"	31		"	1. 3,6	+0,8	0,64		0. 56,7	+2,6	6,76		0. 6,9	-2,0	4,00	
	Sept	4		"	1. 4,5	-0,1	0,01		0. 62,0	-2,7	7,29		0. 2,8	+2,1	4,41	
	"	6		"	1. 4,0	+0,4	0,16		0. 57,7	+1,6	2,56		0. 6,3	-1,4	1,96	
					1. 4,4	$\pm 0,6$	1,34		0. 59,3	+2,1	18,14		0. 4,9	+1,7	11,38	

Fig. 5.



Denkt man sich nämlich nach Fig 5 die scheinbaren Abstände der Stationen II, III, IV vom Nullpunkt nach horizontalem und vertikalem Sinne von diesem Punkte N aus aufgetragen und die normale Stellung des beweglichen vertikalen Mikrometerfadens durch denselben Punkt gehend, so werden die Stationspunkte von dieser vertikalen Linie die senkrechten Abstände $II D_2 = s_2$, $III D_3 = s_3$, $IV D_4 = s_4$ besitzen, während die Fusspunkte dieser Senkrechten um $ND_2 = d_2$, $ND_3 = d_3$, $ND_4 = d_4$ vom Punkte N abstehen. Die Abstände s ändern sich, wenn man den Mikrometerfaden um einen Winkel δ gegen seine erste Stellung gedreht annimmt, in $II D'_2 = s'_2$, $III D'_3 = s'_3$, $IV D'_4 = s'_4$ ab. Ist nun obige Annahme richtig,

so müssen die Differenzen $s_2 - s'_2$, $s_3 - s'_3$, $s_4 - s'_4$ mit den Differenzen der halbtägigen Beobachtungsmittel gegen die Hauptmittel zusammenfallen. Nach der Figur ist Dreieck $IID'_2D_2 \sim ND_2D_2'$ und wenn man $D_2D_2' = a_2$ setzt: $s'_2 = (s_2 - a_2) \cos \delta$ und $a_2 = d_2 \operatorname{tg} \delta$, woraus

$$s_2 - s'_2 = s_2 (1 - \cos \delta) + d_2 \sin \delta$$

folgt. Werden die Marken von s und d in 3 und 4 umgewandelt, so erhält man in gleicher Weise die Ausdrücke für $s_3 - s'_3$ und $s_4 - s'_4$. Ist in diesen der Winkel δ sehr klein, so kann in der Formel das erste Glied der rechten Seite, da es nahezu Null ist, vernachlässigt werden und man hat

$$s_2 - s'_2 = \sin \delta$$

Die Abstände d können nur für die Stationen II, III und IV beziehlich die Zahlenwerte $d_2 = 12'35'' = 755''$; $d_3 = 23'0'' = 1380''$; $d_4 = 39'30'' = 2370''$ annehmen, während gleichzeitig die Differenzen $s - s'$ mit den Zahlenwerten Δ der Schlusszusammenstellungen übereinstimmen sollen. Führt man diese Werte in die Gleichung ein, so lassen sich die numerischen Beträge von δ berechnen und man findet im Mittel

für 1877 und das Ertel'sche Mikrometer $\delta = 6'50''$

„ 1878 „ „ Lingke'sche „ $\delta = 4'44''$

Solche Verdrehungen des Mikrometers zwischen den einzelnen halbtägigen Beobachtungsreihen sind aber sehr wahrscheinlich vorgekommen. Führt man nun rückwärts diese Mittelwerte von δ wieder in obige Gleichung und zwar so ein dass δ für die verschiedenen Abstände s_2, s_3, s_4 constant bleibt, während d die gegebenen Zahlenwerte erhält, so ergeben sich die berechneten Werte von $s - s'$, welche in nachstehendem Tafelchen den beobachteten gegenübergestellt sind:

1877	$s_2 - s'_2 = 1,50''$ ber.	1,5'' beob.	0,0 Diff.
	$s_3 - s'_3 = 2,74''$	2,7''	0,0
	$s_4 - s'_4 = 4,71''$	4,8''	- 0,1
1878	$s_2 - s'_2 = 1,04''$	1,1''	- 0,1
	$s_3 - s'_3 = 1,90''$	1,8''	+ 0,1
	$s_4 - s'_4 = 3,26''$	3,2''	+ 0,1

In ganz gleicher Weise ergibt sich auch die Erklärung für die Differenzen der beobachteten Richtungsunterschiede der Stationen II, III, IV unter sich: ein messbarer Wert von Lateralrefraction lässt sich also in der Zusammenstellung der halbtägigen Mittelwerte der beobachteten Richtungsunterschiede nicht auffinden, und unsere Beobachtungen bestätigen somit in einem concreten Falle das was Herr Major Schreiber in seiner dem 8. Bande der Zeitschrift für Vermessungswesen einverleibten Abhandlung über Richtungsbeobachtungen am Schlusse der Anmerkung auf Seite 129 sagt, dass nämlich der Einfluss der Seitenrefraction bei Horizontalwinkelmessungen nur sehr selten von Belang ist. Nach meiner Ansicht sind Seitenrefractionen nur dann zu fürchten, wenn die Visirlinien nahe an Bergwänden oder anderen wärmestrahrenden Gegenständen von grosser horizontaler Erstreckung vorbeigehen.

5. Die Verticalrefractions-Beobachtungen.

Die Uebereinstimmung der nach der gewöhnlichen Formel berechneten Werte der terrestrischen Strahlenbrechung mit den Ergebnissen direkter Beobachtungen lässt viel zu wünschen übrig. Die zwischen der

älteren Theorie und der Beobachtung sich zeigenden Unterschiede rühren jedoch wesentlich nur davon her dass die auf der Hypothese eines kreisförmig gebogenen Lichtstrahls beruhende Refractionstheorie auf die atmosphärischen Zustände, unter welchen die Beobachtungen stattfinden, keine Rücksicht nimmt. In der Ueberzeugung dass eine solche Theorie unzulässig ist, habe ich bekanntlich aus der auch der astronomischen Refraction zu Grunde liegenden Differentialgleichung neue Formeln für die terrestrische Refraction entwickelt, in denen die Temperatur und der Luftdruck gebührend berücksichtigt sind. Diese Formeln wiederholt an der Erfahrung zu prüfen habe ich die hier mitzuteilenden Beobachtungen mit Geldmitteln der Königl. Bayerischen Staatsregierung ausgeführt, und wie ich nicht zweifle, dass meine Refractionstheorie diese neuere Prüfung eben so gut bestehen wird, wie sie diejenigen über die Abnahme des Strahlenbrechungscoefficienten mit der Höhe bei den trigonometrischen Messungen am Kaukasus bereits bestanden hat, so hoffe ich auch dass competente Forscher ihr von nun ab, d. h. wenn sie das nachstehend gebotene Material sorgfältig geprüft haben, die Anerkennung und den Gebrauch nicht mehr versagen werden.

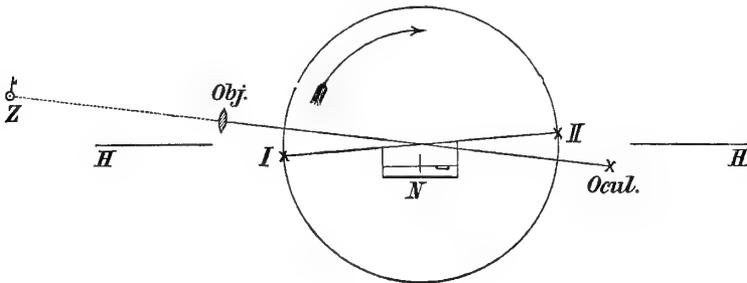
In den Jahren 1877 und 1878 wurde eine grosse Zahl von Zenithdistanzen nach den Signalen II, III, IV unter gleichzeitiger Beobachtung der hauptsächlichsten meteorologischen Elemente gemessen. Die Hauptstation für diese Messungen war der auf dem Döbraberg errichtete Stationspfeiler und das Hauptinstrument der in A. 3) beschriebene Ertel'sche Höhenkreis. Im Sommer 1878 wurde auch auf der Station IV, dem Kapellenberg-Pfeiler, eine grosse Zahl von Höhenwinkeln nach dem Döbraberge gemessen, wozu das Lingke'sche Nivellirinstrument Nr 1252 mit Positionsmikrometer, Verwendung fand. Zur Messung der meteorologischen Elemente war auf jeder Station ein Federbarometer und ein August'sches Psychrometer aufgestellt. Als Signale dienten Bertram'sche Heliotrope bei den Tagmessungen, und Kolb'sche Reflectoren bei den Nachtbeobachtungen. Ausser diesen Apparaten waren besondere Thermometer 4,5 m über dem Boden zur möglichst sorgfältigen Bestimmung der Lufttemperatur aufgestellt. Die zur Messung der Zenithdistanzen im Jahre 1877 am Höhenkreis genommenen Ablesungen sind im Heft Nr X, S 1—32 ausführlich und in Tafel Nr 10 reducirt aufgezeichnet. Es findet

sich dort für jede Beobachtung notirt: die bürgerliche Zeit nach Stunden und Minuten; die Stationsnummer, welche dem Zielpunkt des Fernrohrs entspricht; die vom Index des Höhenkreises angezeigte Gradzahl; die Ablesungen an den beiden Mikroskopen in Minuten und Secunden (= Trommelteilen), welche sich ergeben wenn der bewegliche Faden des Mikrometers auf den dem Rechenindex vorangehenden und nächstfolgenden Limbusstrich eingestellt wird; der Stand der Libellenblasenden; die Sicherheit der Visur, charakterisirt durch die Gewichte 3, 2, 1, je nachdem die Einstellung sehr scharf, mittelmässig sicher und unsicher erfolgt war; endlich die Form der Heliotropenlichter während der Einstellung des Fernrohrs, wobei mit (.) punktförmige Lichter, mit (*) sternförmige, strahlende Lichter und mit (§) flammenartige, bewegte Lichter bezeichnet wurden. Diese Beobachtungen wurden in der zweiten Lage des Fernrohrs (I = Kreis links vom Beobachter; II = Kreis rechts) wiederholt. Bei der Berechnung der Zenithdistanzen aus diesen Beobachtungen hätte zunächst der Run und die Gangcorrection der Mikroskop-Schrauben berücksichtigt werden müssen; davon wurde jedoch abgesehen, da sich diese Verbesserungen wegen der schon erwähnten mangelhaften Construction der Mikroskope und der Fernrohrstützen (Mikroskopträger) regellos gestalteten. Man musste sich damit begnügen, aus den Doppeleinstellungen für jedes Mikroskop den Mittelwert zu bilden und diesen als wahre Secunden-Ablesung anzusehen. Ferner waren diese mittleren Mikroskoplesungen auf eine feste Normalstellung der Mikroskope gegen den Horizont, die durch das Einspielen der Libelle an den Mikroskopträgern fixirt ist, zu reduciren.

Zum Zwecke der Ausführung dieser Reduction wird zunächst die Abweichung der Blasenmitte der Libelle gegen den Nullpunkt der Libellenscala in Secunden berechnet. Dieser Ausschlag betrug z. B. für die erste Beobachtung (S. 2) $\frac{1}{2}(12,6 - 6,6) = 3,0 = 3,0 \cdot 2,3'' = 6,9''$, wobei $2,3''$ der Teilwert der Libelle ist. Denkt man sich ferner durch Neigen des Mikroskopträgers mit Libelle und beiden Mikroskopen in der Vertikalebene der Visur die Libelle zum Einspielen gebracht und dadurch die Mikroskope auf die verlangte Normalstellung geführt, so wird hiebei, wenn der Libellenausschlag nach dem Ocularende des Fernrohrs zu stattfand und der rechtssinnig bezifferte Kreis links vom Beobachter steht, das auf der

Objektivseite des Fernrohrs stehende Mikroskop I gehoben, das am Ocularende des Fernrohrs stehende Mikroskop II gesenkt werden müssen. Denkt man sich dabei das Fernrohr mit dem Kreis fest auf ein bestimmtes Ziel gerichtet, so schreiten durch die Bewegung der Mikroskope diese beiden in der Richtung der Bezifferung des Kreises weiter, es ist also eine dem Ausschlag der Libelle entsprechende Correction zu den Mikroskoplesungen zu addiren.

Fig. 6.



Durch eine ähnliche Ueberlegung findet sich dass für einen Libellenausschlag nach dem Objectivende des Fernrohrs in dessen erster Lage diese Correction subtrahirt werden muss und dass die entgegengesetzten Vorzeichen der Correction Geltung haben, wenn das Fernrohr durch Durchschlagen in die Lage II mit „Kreis rechts“ gekommen ist.

Mit den so reducirten mittleren Mikroskopablesungen lässt sich jetzt für jedes der beiden Mikroskope die Zenithdistanz z der Fernrohrvisur berechnen, wenn $2z = I - II$ gesetzt wird; und es ist alsdann der Mittelwert $z = \frac{1}{4}(2z_I + 2z_{II})$ die gesuchte Zenithdistanz, welche als einmalige Beobachtung aufgefasst und in das Rechnungsheft eingetragen ist.

Die gleichzeitig mit der Messung der Zenithdistanzen beobachteten Barometerstände und Temperaturen sind mit ihren zwischen den verschiedenen Stationen geltenden Mittelwerten in Heft Nr XV eingetragen, während die auf den einzelnen Stationen notirten Originalbeobachtungen nebst einigen Notizen über die beobachteten Witterungsverhältnisse in den 4 Octavheften Nr I bis IV zu finden sind.

Im Sommer 1878 war die Anordnung der Beobachtungen für die Messung der Zenithdistanzen eine etwas andere, als im Vorjahr. Während

nämlich 1877 das Ocularmikrometer des Höhenkreises horizontale Schraubenstellung hatte und zur gleichzeitigen Bestimmung der Seitenabweichung der fernen Zielpunkte diente, konnte jetzt die Schraube des Mikrometers vertikal genommen und zur Messung der Zenithdistanzen mitbenützt werden. Bei dieser Mikrometerstellung war es möglich, durch sechsmal wiederholtes Einstellen des beweglichen Doppelfadens auf ein und dasselbe Ziel eine viel grössere Genauigkeit der Fernrohreinstellung zu erreichen als früher bei nur einmaliger Einstellung. Diese grössere Visursicherheit war von besonderer Wichtigkeit, da der durch die vorgenommenen Abänderungen wesentlich leistungsfähiger gewordene Höhenkreis eine viel genauere Beobachtung der Kreisstellung zuließ, die ausserdem mit der einmaligen Fernrohreinstellung auf die mehr oder minder bewegten Signallichter nicht harmonirt hätte. Diese 6 Mikrometereinstellungen wurden in beiden Fernrohrlagen gemacht und der Unterschied ihrer Mittelwerte bei der Berechnung der Zenithdistanz berücksichtigt. Wegen der inzwischen ausgeführten Neuteilung des Kreises und der Umänderung der Mikroskope gestalten sich die Kreisablesungen gleichfalls etwas anders, als früher. Als Lage I ist die Fernrohrlage mit „Kreis rechts“ angenommen worden, wodurch die Correctionen wegen des Libellenausschlags gegen früher das Vorzeichen wechseln.

Die Libellenablesungen wurden vermehrt und für jede Fernrohrstellung vor und nach erfolgter Kreisablesung genommen, damit Einstellungsfehler der etwas trägen Libellenblase möglichst unschädlich werden. Die Rubrik „Sicherheit der Visur“ ist in den Aufzeichnungen in Wegfall gekommen, da sich die mehr oder minder grosse Ruhe oder Unruhe der Lichter viel sicherer aus den Differenzen der sechsmal wiederholten Mikrometereinstellung abnehmen lässt. Bei der Ablesung des Kreisstandes konnte jetzt mittelst der Mikroskope unmittelbar die Stellung des Indexpunktes des Mikroskoprechens gegen die Teilung abgelesen werden, da immer ein ganzer Grad im Gesichtsfeld sichtbar und jeder Gradstrich mit einer Zahl versehen war. Der bewegliche Mikroskopfaden ist gleichfalls wieder auf den dem Rechenindex vorangehenden und unmittelbar nachfolgenden Limbusstrich, und zwar je zweimal eingestellt worden.

Diese Einstellungen auf benachbarte Teilstriche unterscheiden sich

aber hier um 2,5 Schraubenumdrehungen ($r = 2'$), während früher dieser Unterschied 5 ($r = 1'$) betrug.

Die Originalaufzeichnungen dieser Beobachtungen finden sich im Heft Nr XIII, S 1—83, zugleich mit den zugehörigen Reductionszahlen und berechneten Zenithdistanzen.

Letztere sind in der Weise erhalten worden, dass zunächst der Mittelwert aus den beiden Summenwerten der zwei Mikroskopablesungen für jeden Limbusstrich gebildet wurde, nachdem zuvor von den Trommelablesungen, die den Einstellungen auf dem zweiten Limbusstrich entsprechen, 30^p abgezogen worden waren. (Da nämlich wegen genau richtiger Justirung der Mikroskope deren Trommelangaben nicht verbessert zu werden brauchen, und da eine Gangcorrection der Schraube auch hier für überflüssig erachtet wurde, so gibt die Summe der Trommelablesungen für zwei Mikroskopeinstellungen ohne weiteres die Ableseung in Gradmass.) Die mittlere Mikroskopablesung wurde dann wie früher mit der nötigen Correction wegen des Ausschlags der Libelle versehen, ausser dieser aber an den Mikroskopablesungen für die zweite Fernrohrlage eine weitere Correction angebracht, welche ihrer Grösse nach durch die Differenz der mittleren Ocularmikrometerstände in beiden Fernrohrlagen bestimmt ist und ihrem Vorzeichen nach positiv oder negativ ausfällt, je nachdem die mittlere Mikrometerlesung in der zweiten Fernrohrlage kleiner oder grösser ist, als die der ersten Lage. (Der numerische Wert dieser Correction muss selbstverständlich in Secunden ausgedrückt werden, was leicht dadurch geschehen kann dass die erhaltene Differenz der Mikrometerstände in Trommelteilen mit dem Winkelwert eines solchen Teiles = $1,85''$ multiplicirt wird.) Nach Ausführung dieser Reductionen berechnet sich wieder die Zenithdistanz der treffenden Visur für jedes Mikroskop gesondert aus $2 z_I = II - I$ und $2 z_{II} = II - I$, wenn unter II und I die reducirten Mikroskopablesungen in der zweiten und ersten Fernrohrlage verstanden sind, und die mittlere Zenithdistanz wird $z = \frac{1}{4}(2 z_{II} + 2 z_I)$. Um nicht jedesmal für sämtliche Visuren nach den Stationen II, III, IV alle für eine Zenithdistanz-Messung nötigen Ableseungen ausführen zu müssen, sind die Kreisstellungen immer nur für die Visur nach Einem Zielpunkt an den Mikroskopen abgelesen worden, für die übrigen Stationen wurde dagegen nur der Abstand von jenem ersten

Zielpunkt mit dem Ocularmikrometer bei unveränderter Kreisstellung beobachtet und zwar meistens in der ersten Fernrohrlage, weil in dieser die Ocularmikrometerschraube am besten zur Hand lag. Diese mikrometrisch gemessenen Abstände sind dann mit dem mittleren Winkelwert einer Schraubendrehung = $183,33''$ multiplicirt und zu der beobachteten Zenithdistanz addirt worden, um die Zenithdistanzen der übrigen Zielpunkte zu erhalten. Dieses Verfahren hatte den Vorzug grosser Zeiterparniss und war auch dann sehr zweckmässig, wenn die Lichter einzelner Stationen nur für kurze Augenblicke sichtbar waren, sodass sie eine volle Messung in zwei Fernrohrlagen nicht gestatteten. In solchen Fällen wurde dann die Zenithdistanz des Signals „Nullpunkt“ durch Ablesen der Kreisstellungen in zwei Fernrohrlagen gemessen, und in einem günstigen Moment die nötigen 6 Mikrometereinstellungen auf das nur momentan sichtbare Heliotropenlicht rasch ausgeführt.

Die unter den Beobachtungen des Jahres 1878 vorkommende Zenithdistanz mit dem Zielpunkt M ist nach einer Mire (M) gemessen worden, welche auf dem Plateau des Döbraberges in 80 m Entfernung vom Pfeiler auf einem niedrigen Steinsockel aufgestellt war und aus einer Objectivlinse bestand in deren Brennpunkt ein Metallplättchen mit kleinen punktförmigen Durchbohrungen eingestellt war. Diese Punkte liessen das Licht einer rückwärts angebrachten Lampe durchfallen und erschienen im Beobachtungsfernrohr mit der für sehr ferne Objecte passenden Ocularstellung bei Tag sowohl wie bei Nacht als erleuchtete Scheibchen deren Ränder mit dem Mikrometer ziemlich scharf eingestellt werden konnten.

Gleichzeitig mit den Messungen der Zenithdistanzen vom Döbraberg aus wurden auf dem Kapellenberg-Pfeiler im Sommer 1878 mit dem Positionsmikrometer des Lingke'schen Nivellirinstrumentes Nr 1252 Tiefenwinkel nach einem auf der Station Döbra aufgestellten Lichtsignal beobachtet. Die hiebei ausgeführten Messungen sind in das Heft Nr XII, S. 1—23 eingetragen worden. Notirt wurde die Zeit der Beobachtung, der Libellenstand vor und nach den Mikrometereinstellungen, die Mikrometerablesungen bei 5 einzelnen Einstellungen des beweglichen Mikrometerfadens auf das Döbrasignal und die Lichtstärke des Signals während der Einstellung charakterisirt durch die Zahlen 1, 2, 3, 4 für

wachsende Intensitäten. Bei der Berechnung und Reduction dieser Beobachtungen ist zunächst der mittlere Libellenstand für jede Beobachtung gesucht und mit dem Libellenstand für horizontale Lage der Visirlinie verglichen worden. (Heft Nr XIII, S 35) Das Resultat dieser Vergleichung ist in der Rubrik „Differenz vom Horizont“ mit dem zugehörigen Vorzeichen eingetragen; es ergibt sich daraus die Correction des beobachteten Tiefenwinkels wegen fehlerhafter Neigung der Fernrohraxe gegen den Horizont, wenn man die in Libellenscalenteilen ausgedrückte Differenz multiplicirt mit der Grösse des Teilwerts der Libelle von $4,7''$. Ferner ist berechnet worden der Mittelwert aus den 5 Mikrometereinstellungen und in die Rubrik „Mittlere Mikrometerstände“ eingetragen. (Die ganzen Trommelumdrehungen sind hier nicht wiederholt.) Die Differenz der mittleren Mikrometerstände mit der Schraubenstellung für centrische Lage der Visirlinie = $14'' 83^p,8$ (Heft Nr XVII, S 34) gibt dann den beobachteten Tiefenwinkel in Schraubenumdrehungen des Mikrometers; dieser Wert ist noch mit dem mittleren Winkelwert einer Schraubenumdrehung = $131,35''$ multiplicirt und lässt so den Tiefenwinkel in Gradmass finden, an welchem wegen geneigter Lage der Fernrohraxe die oben berechnete Correction angebracht wird. Dieser verbesserte Tiefenwinkel, um 90° vermehrt, ergibt die (in die Beobachtungshefte roth eingeschriebene) beobachtete Zenithdistanz.

Die im Sommer 1878 in der Höhe von 4,5 m über der Bodenfläche vorgenommenen Beobachtungen der Lufttemperaturen und des Luftdrucks in 0,9 m Höhe nebst den Notizen über die Witterungsverhältnisse sind in den Heften Nr V—VIII auf den Stationen selbst aufgezeichnet und in dem Heft Nr XVI S 1—43, sowie in der nachfolgenden Tafel Nr 10 mit ihren Zwischenwerten übersichtlich so zusammengestellt, dass sie keiner weiteren Erläuterung bedürfen.

Als ich zu Ende des Winters 1878/79 den Entwurf gegenwärtiger Abhandlung bearbeitet und eine gewisse gesetzmässige Abhängigkeit der Unterschiede zwischen berechneten und beobachteten Refractionswerten von der Tageszeit (d. i. von der Lufttemperatur) erkannt hatte, hielt ich es für notwendig die für gewisse Stunden noch bestehenden Lücken in den Beobachtungen durch deren Fortsetzung sowohl auf dem Döbra als auf dem Kapellenberge ausfüllen zu lassen, was theils in den Tagen

vom 30. Mai bis 5. Juni des Jahrs 1879, teils in der zweiten Hälfte des Mai gegenwärtigen Jahres 1880 geschah. In beiden Jahren kamen lediglich die oben beschriebenen Lingke'schen Mikrometer Nr 1252 und Nr 1253 in Verbindung mit den ebenfalls bekannten Heliotropen, Thermo- und Barometern in derselben Art zur Verwendung wie 1878 auf dem Kapellenberge. Die Originalbeobachtungen sind in den Octavheften Nr V^a bis VIII^a und in den Quartheften Nr XIX^a und XX^a, welche den mit V bis VIII und mit XIX und XX bezeichneten Heften der Jahre 1877 und 1878 beigegeben sind, die geringen Unterschiede der Constanten in dem nachfolgenden Abschnitte, Absatz Nr 1, und die reducirten Beobachtungen mit anderen in den Tafeln Nr 10 bis Nr 12 enthalten.

II. Berechnung der Refractionswerte.

Es handelt sich hier um zwei Verrichtungen, nämlich um die Berechnung erstens der „beobachteten“ und zweitens der „theoretischen“ Refractionen. Jene sind stets gleich dem Unterschiede zwischen wahrer und scheinbarer Zenithdistanz, diese aber werden aus den in meiner Theorie der Strahlenbrechung entwickelten und in der Einleitung zu dieser Abhandlung zusammengestellten Formeln gefunden. Hiezu sind vor Allem die constanten Coefficienten jener Formeln nötig, nämlich die Krümmungshalbmesser des Erdsphäroids bis zur Meeresfläche in den Stationen, die Meereshöhen der Pfeileroberflächen, der Instrumenten- und Lampen-Mittelpunkte, die Horizontalabstände und Centriwinkel aller Stationen unter einander in dem Vertikalschnitte der Erde von Döbra nach Kapellenberg, sowie endlich die den Stationen entsprechenden Normalwerte von α , m , v .

1. Die Constanten der Formeln.

A) Die Krümmungshalbmesser ergeben sich aus der Näherungsformel

$$r_0 = \frac{1}{300} A (298 + 3 \sin^2 \psi)$$

worin A die grosse Halbaxe des Erdmeridians und ψ die geographische Breite des Punktes ist, für welchen r_0 gesucht wird. Da nun $\log A = 6,8046435$ und für Döbra $\psi' = 50^\circ 16' 43''$ ist, so wird für die Station I

$$r_0' = 6372\ 615 \text{ m und } \log r_0' = 6,8043177$$

während für den Punkt Kapellenberg $\psi'' = 50^\circ 11' 22''$ und folglich für die Station IV

$$r_0'' = 6372542 \text{ m und } \log r_0'' = 6,8043127$$

ist. Der Unterschied zwischen r_0' und r_0'' beträgt, dem geringen Breitenunterschied $\psi' - \psi'' = 5' 21''$ entsprechend, nur 73 Meter, wesshalb wir ihn in unseren Formeln vernachlässigt und für alle Stationen gesetzt haben

$$r_0 = 6372580 \text{ m und } \log r_0 = 6,8043153.$$

B) Die Meereshöhen der Pfeileroberflächen in Döbra und Kapellenberg, der Tische auf den Stationen bei Oberkotzau und Rehau, sowie der Instrumenten- und Signal-Mittelpunkte sind grösstenteils im ersten Abschnitte angegeben und brauchen hier nur zusammengestellt und vervollständigt zu werden.

a. Für die Station I (Döbraberg)

ist die Meereshöhe	der Pfeileroberfläche	= 794,704 m
„	„ der Axe des Ertel'schen Höhenkreises	= 795,164
„	„ des Lingke'schen Mikrometers Nr 1252	= 794,930
„	„ des Heliotropmittelpunkts	= 794,994
„	„ des Lampenmittelpunkts	= 795,664

b. Für die Station II (bei Oberkotzau)

ist die Meereshöhe	des Grundpfahls	= 618,020 m
„	„ der Tischoberfläche	= 619,320
„	„ des Heliotrops im Jahre 1877	= 619,455
„	„ des Heliotrops im Jahre 1878	= 619,575
„	„ des Lampen-Mittelpunkts	= 619,755

c. Für die Station III (bei Rehau)

ist die Meereshöhe	des Grundpfahls	= 602,690 m
„	„ der Tischoberfläche	= 603,990

ist die Meereshöhe des Heliotrops in 1877 und 1878	= 604,125 m
„ „ des Lampenmittelpunkts	= 604,305

d. Für die Station IV (Kapellenberg)

ist die Meereshöhe der Pfeileroberfläche	= 764,749 m
„ „ des Lingke'schen Mikrometers Nr 1253	= 764,974
„ „ des Heliotrops im Jahre 1877	= 764,944
„ „ des Heliotrops im Jahre 1878	= 765,204
„ „ des Heliotrops in 1879 und 1880	= 765,208
„ „ Lampen-Mittelpunkts	= 765,504

C) Die Horizontalabstände (D)* und hiemit die Centriwinkel (C) zwischen den Stationen werden folgende:

- Zwischen I und II ist $D_2 = 16766$ m, der Centriwinkel in Bogenmass $= \psi_2 = 0,0026306$; $\log \psi_2 = 7,4200547$ in Gradmass $= C_2 = 542,6''$; $\log C_2 = 2,7344798$.
- Zwischen I und III ist $D_3 = 28701$ m; der Centriwinkel in Bogenmass $= \varphi_3 = 0,0045034$; $\log \varphi_3 = 7,6535440$ in Gradmass $= C_3 = 928,9''$; $\log C_3 = 2,9679690$
- Zwischen I und IV ist $D = DF = 47958,4$ m, der Centriwinkel in Bogenmass $= \varphi = 0,0075248$; $\log \varphi = 7,8764962$ in Gradmass $= C = 1552,1''$; $\log C = 3,1909213$.

Der durch Kapellenberg (K) gezogene Kreisbogen KE ist, da sein Halbmesser nur um 30,2 m kleiner ist als der von DF, um 0,23 m kleiner als DF und daher

$$KE = 47958,2 \text{ m} \quad (\log KE = 4,6808628)$$

D) Die Refraktionsconstanten α , m , v berechnen sich wie folgt. Für die Breite von Königsberg $\psi_0 = 54^\circ 52' 50''$, die Temperatur $\tau_0 = 9^\circ,31$ C und den Luftdruck $\beta_0 = 751,71$ mm ist nach Bd 62, S 226 der Astr. Nachrichten und nach S 187 und 188 (9 und 10) dieser Abhandlung der Wert

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= 0,00027895; \quad \log \alpha_0 = 6,4455264 \\ m_0 &= 0,007464; \quad \log m_0 = 7,8729716 \\ v_0 &= 0,186865; \quad \log v_0 = 9,2715280 \end{aligned}$$

Für die Breite von Döbra $\psi' = 50^\circ 16' 43''$ und die obigen Werte von τ_0 und β_0 behält in der Höhe des Meeres α_0 den vorhergehenden Wert und es wird nach der auf S. 71 des 67. Bds der Astr Nachrichten mitgetheilten Tafel

$$m_0 = 0,007562; \log m_0 = 7,8786367$$

$$v_0 = 0,18444; \log v_0 = 9,2658599$$

Reducirt man den Wert von m_0 von der Meeresfläche in der Breite ψ' auf die Pfeileroberfläche in Döbra, behält aber τ_0 und β_0 bei, so wird hiefür

$$m'_0 = \frac{h_0 - 796}{r_0 + 796} = \frac{h_0}{r_0} \left(1 - \frac{796}{h_0} \right) = m_0 \left(1 - \frac{796}{m_0 r_0} \right) = m_0 - \frac{796}{r_0}$$

$$m'_0 = 0,007438; \log m'_0 = 7,8714773$$

$$v'_0 = 0,18751; \log v'_0 = 9,2730191$$

Bei der Temperatur τ oder $\theta = 272,8 + \tau$ und dem Barometerstand β , d. i. bei der Luftdichtigkeit ρ wird in Döbra

$$\log m = \log m'_0 - \log \rho = 8,29712 - \log \frac{\beta}{\theta}$$

$$\log v = \log v'_0 + 2 \log \rho = 8,42175 + 2 \log \frac{\beta}{\theta}$$

Für die Station Kapellenberg mit der geographischen Breite $\psi'' = 50^\circ 11' 22''$ und der Meereshöhe von 766 m für die Pfeileroberfläche darf man die Werte von α , m , v genau so wie für die Station Döbra berechnen, da der Breitenunterschied nur 5 Minuten und der Höhenunterschied nur 30 m gegen eine Atmosphärenhöhe von mehr als 48680 Meter beträgt, wonach die berechneten Refractionswerte für Döbra nur in dem Verhältnisse von 3:5000, also für 120'' etwa um 0,07'' grösser gefunden werden; ein bei allen Untersuchungen über terrestrische Refractionen zu vernachlässigender Unterschied.

2. Die Berechnung der beobachteten Refractionen.

Die „beobachtete Refraction“ ist der Unterschied zwischen der wahren Zenithdistanz (Z) und der scheinbaren (z). Man muss also die wahre Zenithdistanz aus der Triangulation und dem geometrischen Nivellement,

die scheinbare durch Vertikalwinkelmessung bestimmen. Nun ist nach Fig 1 in Döbra (D) die wahre Zenithdistanz $Z = 180^\circ - A$ und in Kapellenberg (K) die wahre Zenitdistanz $Z' = 180^\circ - B$; ferner ist $B + A = 180^\circ - C = 180^\circ - 0^\circ 25' 52,1''$, und nach Formel (4)

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2}(B-A) = \frac{x}{2r_0} \operatorname{cotg} \frac{C}{2}$$

A) Setzt man für die Linie zwischen Station I und Station IV oder von Döbra nach Kapellenberg, wie es 1877 für den Höhenkreis in D und das Heliotrop in K der Fall war,

$$x = 795,164 - 764,944 = 30,22 \text{ m}$$

so wird für jenes Jahr $B - A = 4' 19,8''$ und hiemit

$$A = 90^\circ - 15' 6''; B = 90^\circ - 10' 46,1''$$

$$Z = 90^\circ + 15' 6''; Z' = 90^\circ + 10' 46,1''$$

Für die Beobachtungen im Jahre 1878 ändern sich diese Werte um 1,1 Secunden, da für die Tagbeobachtungen das Heliotrop um 0,26 m höher stand als das Jahr vorher, so dass in diesem Falle

$$A = 90^\circ - 15' 4,9''; B = 90^\circ - 10' 47,2''$$

$$Z = 90^\circ + 15' 4,9''; Z' = 90^\circ + 10' 47,2''$$

wird; bei den Nachtbeobachtungen stand der Mittelpunkt der Reflectorlampe um 0,56 m höher, als der Heliotrop-Mittelpunkt im Vorjahre, es wird also hierfür

$$A = 90^\circ - 15' 3,6''; B = 90^\circ - 10' 48,5''$$

$$Z = 90^\circ + 15' 3,6''; Z' = 90^\circ + 10' 48,5''$$

Bei den Beobachtungen in den Jahren 1879 und 1880 fanden wieder einige kleine Verschiedenheiten der wahren Zenithdistanzen statt, welche aus der etwas veränderten Lage der Lingke'schen Mikrometer und der Heliotrope herrührten; es war nämlich in den Jahren 1879 und 1880:

$$A = 90^\circ - 15' 6,9'' \quad B = 90^\circ - 10' 46,9''$$

$$Z = 90^\circ + 15' 6,9'' \quad Z' = 90^\circ + 10' 46,9''$$

B) Für die Linie zwischen den Stationen I und III oder von Döbra nach Rebau war in den Jahren 1877 und 1878 für die Tagbeobachtungen unverändert das Gefälle

$$x_2 = 795,164 - 604,125 = 191,04 \text{ m}$$

deshalb $B - A = 0^\circ 45' 45,4''$ und hiemit

$$A = 90^\circ - 30' 37,0''; B = 90^\circ + 15' 8,1''$$

$$Z = 90^\circ + 30' 37,0''; Z' = 90^\circ - 15' 8,1''$$

Für die Nachtbeobachtungen im Jahre 1878 war der Wert von z um $1,3''$ kleiner, weil der Lampen-Mittelpunkt höher lag, als die Spiegelmitte des Heliotrop; es war also hiefür

$$A = 90^\circ - 30' 35,7'' \quad B = 90^\circ + 15' 9,4''$$

$$Z = 90^\circ + 30' 35,7'' \quad Z' = 90^\circ - 15' 9,4''$$

C) Für die Linie zwischen den Stationen I und II oder von Döbra nach Oberkotzau war im Jahre 1877 der Höhenunterschied der Endpunkte (Höhenkreis in I und Heliotrop in II)

$$x_3 = 795,164 - 619,455 = 175,71 \text{ m}$$

deshalb wird $B - A = 1^\circ 12' 3,4''$ und hienach

$$A = 90^\circ - 40' 33,0''; B = 90^\circ + 31' 30,4''$$

$$Z = 90^\circ + 40' 33,0''; Z' = 90^\circ - 31' 30,4''$$

Bei den Tagbeobachtungen des Jahres 1878 betrug die Höhe des Heliotrops um $0,12 \text{ m}$ mehr und daher die Zenithdistanz um $1,5''$ weniger, als im Vorjahre; es wird somit hiefür

$$A = 90^\circ - 40' 31,5''; B = 90^\circ + 31' 28,9''$$

$$Z = 90^\circ + 40' 31,5''; Z' = 90^\circ - 31' 28,9''$$

Bei den im Jahre 1878 ausgeführten Nachtbeobachtungen lag auch hier der Lampen-Mittelpunkt um $0,18 \text{ m}$ höher als der Spiegelmittelpunkt im Jahre 1877, wodurch die Zenithdistanz um $2,2''$ kleiner wurde, als zuvor und folgende Beziehungen stattfanden:

$$A = 90^\circ - 40' 30,8''; B = 90^\circ + 31' 28,2''$$

$$Z = 90^\circ + 40' 30,8''; Z' = 90^\circ - 31' 28,2''$$

D) Für die Beobachtungen zwischen den beiden Hauptstationen, und zwar von Kapellenberg nach Döbra, lässt sich die wahre Zenithdistanz wie folgt berechnen. Nach lit. A dieses Abschnitts (Seite 255) ist die wahre Zenithdistanz der Verbindungslinie Heliotrop auf Kapellenberg und Höhenkreis auf dem Döbra in Kapellenberg $Z' = 90^{\circ} 10' 46,1''$; für die Tagbeobachtungen auf Kapellenberg im Jahre 1878 war der Anfangspunkt der Visirlinie um 0,02 m höher als früher, der Spiegelmittelpunkt und das Ziel in Döbra (Spiegelmittelpunkt des dortigen Heliotropen) um 0,17 m niedriger als die Höhenkreisaxe; daher wurde die Zenithdistanz von KD in K um $0,8''$ grösser als früher z und folglich für die Tagbeobachtungen auf Kapellenberg im Jahre 1878:

$$A = 90^{\circ} - 15' 5,2''; B = 90^{\circ} - 10' 46,9''$$

$$Z = 90^{\circ} + 15' 5,2''; Z' = 90^{\circ} + 10' 46,9''$$

Für die Nachtbeobachtungen des Jahres 1878 war der Lampenmittelpunkt auf Döbra um 0,48 m höher als früher die Höhenkreisaxe; dadurch wurde die Neigung der Visur von Kapellenberg nach Döbra um $2,0''$ geringer, als in lit. A, somit

$$A = 90^{\circ} - 15' 8''; B = 90^{\circ} - 10' 44,1''$$

$$Z = 90^{\circ} + 15' 8''; Z' = 90^{\circ} + 10' 44,1''$$

Für die Beobachtungen auf dem Kapellenberge in den Jahren 1879 und 1880 fanden gegenüber dem Vorjahre keine wesentlichen Veränderungen statt, innerhalb dieser Jahre blieben daher die gleichnamigen Winkelwerte einander gleich, es war nämlich in 1879 und 1880:

$$A = 90^{\circ} - 15' 6,9'' \quad B = 90^{\circ} - 10' 46,9''$$

$$Z = 90^{\circ} + 15' 6,9'' \quad Z' = 90^{\circ} + 10' 46,9''$$

E) Mit den in den vorausgehenden vier Absätzen enthaltenen Zenithdistanzen sind die „beobachteten“ Refractionen berechnet worden, deren Unterschiede von den nach den Formeln der folgenden Abteilung 3 bestimmten „theoretischen“ Werten die Abweichung zwischen Theorie und Erfahrung ausdrücken.

3. Die Berechnung der theoretischen Refraktionswerte.

Es ist schon in der Einleitung (Seite 187, bezw. S. 9) bemerkt worden dass die nach meiner Theorie zu berechnenden Refraktionswerte nach der integrierten Gleichung (7) zu bestimmen sind. Die Integration dieser Gleichung liefert zwei in (16) und (17) dargestellte Ausdrücke für r . Es wird sich empfehlen an dem letzteren nachzuweisen dass er in dem vorliegenden Falle auf die einfachste Form

$$r = v \varphi$$

reducirt werden darf. Dieser Beweis ergibt sich aus der numerischen Berechnung eines besonderen Falls. Wählen wir hiezu die am 21. August 1878 Nachmittags 2^h 20^m auf dem Döbra nach Kapellenberg gemachte Beobachtung, so ist für dieselbe

$$v = 0,15511; \quad \log v = 9,19063;$$

$$\varphi = 0,0075248; \quad \log \varphi = 7,87650$$

$$y = \frac{x}{h} = -\frac{30,2}{mr_0} = -0,000579; \quad \log y = 6,76301_n$$

$$m = 0,008179; \quad \log m = 7,91268$$

$$z = 90^\circ 13' 11,6''; \quad \varepsilon = z - 90^\circ = 13' 11,6''$$

$$p = \frac{m(\cos^2 z + 1 - v)}{\cos^2 z} = \frac{m(\sin^2 \varepsilon + 1 - v)}{\sin^2 \varepsilon} = 469,2$$

$$p_0 = \frac{\cotg z}{m} = \frac{-\tg \varepsilon}{m} = -0,46925; \quad \log p_0 = 9,67140_n$$

$$p_1 = \frac{2mv}{3\cos^2 z} = \frac{2mv}{3\sin^2 \varepsilon} = 57,42; \quad \log p_1 = 1,75908$$

und nach der Formel (17) Seite 190, bezw. S. 12

$$\begin{aligned} 1 - 2y + \left(2 + \frac{p}{3}\right)y^2 - \left(1 + \frac{p}{2} - p_1 + \frac{p^2}{3}\right)y^3 + \dots = \\ = 1 + 0,00116 + 0,00005 + 0,00001 = 1,00122 \\ r = 1,00122 v \varphi = 241,03'' \end{aligned}$$

Einfacher hätte man r aus Gleichung (11) Seite 189 (bezw. S. 11) durch mechanische Quadratur gefunden. Es ist nämlich nach dieser Methode, wenn

man y in 3 Teile $y_1 = 0$, $y_2 = -0,000193$, $y_3 = -0,000386$ und $y^4 = -0,000579$ zerlegt und die damit berechneten Ordinaten-Werte Y_1 , Y_2 , Y_3 , Y_4 nennt, zunächst

$$Y_1 = 1; Y_2 = 1,0008; Y_3 = 1,0016; Y_4 = 1,0024$$

und damit das Integral

$$\int (1 - y)^4 d\varphi = \frac{\varphi}{8} (Y_1 + 3 Y_2 + 3 Y_3 + Y_4) = 1,00119 \varphi$$

und hiemit die gesuchte Refraction

$$r = 1,00119 v \cdot \varphi = 241,03''$$

Streng genommen dürfte den vorstehenden Berechnungen nicht der aus dem geometrischen Nivellement sich ergebende Wert von y sondern nur jener zu Grunde gelegt werden, welcher den Beobachtungen z und m entspricht, d. h. man müsste y aus der in den Astr. Nachr. Bd 67, S. 79 entwickelten Gleichung

$$x = r_0 \varphi \left(\cotg z + \frac{\cos^2 z + 1 - v}{2 \sin^2 z} \varphi + \frac{2 v \cotg z}{3 m \sin^2 z} \varphi^2 + \frac{v(p-3) \cotg^2 z}{6 m^2 \sin^2 z} \varphi^3 + \dots \right) \quad (15a)$$

suchen, indem man beide Seiten mit $h = m r_0$ dividirte. Für den hier in Rede stehenden besonderen Fall wäre dadurch erhalten worden

$$\begin{aligned} x &= -r_0 \varphi (0,0038378 - 0,0031809 + 0,0000026 - 0,0000011 + \dots) \\ &= -31,58 \text{ m} \end{aligned}$$

d. h. der Zenithwinkelmessung entspricht der absolute Wert 31,58 m, während das geometrische Nivellement 30,22 m ergab. Für $x = -31,58$ m wird $y = -0,000606$ und damit nach der mechanischen Quadratur

$$r = 1,00124 v \varphi = 241,04''.$$

Ohne Rücksicht auf die y Werte, d. i. für $y = 0$ erhielte man die Refraction $r = v \varphi = 240,74''$ und somit nur um $0,3''$ kleiner als vorhin. Gleichwohl habe ich zuerst die x nach Gl (15a), hieraus die y durch Division mit $m r_0$ und hiemit die Refraction r mittelst der mechanischen Quadratur berechnen und in den Tafeln Nr 10 und Nr 11 zusammenstellen lassen. Dass für die Berechnung von x die beiden ersten Glieder des Ausdrucks (15a) ausreichen, bedarf keines Beweises.

Was die in den Formeln (18) und (19) allgemein dargestellten Werte von Δz und $\Delta z'$ betrifft, so berechnen sich dieselben für das in Rede stehende Beispiel wie folgt:

$$\begin{aligned}\Delta z &= 120,52''(1 - 0,00261 + 0,00191 - 0,00013 + \dots) = 120,42'' \\ \Delta z' &= 120,52''(1 + 0,00261 - 0,00191 + 0,00013 - \dots) = 120,62''\end{aligned}$$

Zu demselben Ergebnisse kommt man bei der Voraussetzung dass sich die Werte Δz und $\Delta z'$ zu einander verhalten wie die Strahlenbrechungscoefficienten in D und K, d. h. dass

$$\frac{\Delta z}{\Delta z'} = \frac{k_v}{k_u} = \left(\frac{dr}{d\varphi}\right)_0 : \left(\frac{dr}{d\varphi}\right)_u = (1-y)^t$$

ist. Hiemit und mit der zweiten Gleichung $\Delta z + \Delta z' = 241,04''$ wird $\Delta z = 120,38''$ und $\Delta z' = 120,66''$.

Man entnimmt hieraus dass Δz und $\Delta z'$ nur sehr wenig von dem Mittelwerte $120,52''$ sich unterscheiden, und dass man daher überall, wo y so klein ist wie hier,

$$\Delta z = \Delta z' = \frac{1}{2} r$$

setzen darf, wie es auch in den Tafeln Nr 10 und 11 geschehen ist, von denen die erste die Höhenunterschiede und Refractionen zwischen Döbra und Kapellenberg nach den Bestimmungen in Döbra, und die zweite die Höhenunterschiede und Refractionen zwischen denselben zwei Punkten nach den Bestimmungen in Kapellenberg enthalten. Zur Einrichtung dieser Tafeln habe ich Folgendes zu bemerken.

Anfänglich war es meine Absicht alle für die Berechnung der Refractionen und Höhenunterschiede zwischen Döbra und Kapellenberg erforderlichen Beobachtungen an Zenithdistanzen, Baro- und Thermometerständen nebst den Differenzen zwischen Rechnung und Beobachtung, sowie deren Quadrate mitzuteilen. Nachdem sich aber zeigte dass die also angefertigten Tafeln einen zu grossen Umfang erhielten, habe ich mich entschlossen, in dieselben ausser der Beobachtungszeit, dem mittleren Barometerstand zwischen beiden Stationen und der auf jeder Station beobachteten Lufttemperatur, erstens bloss die beobachtete Refraction, d. h. den Unterschied zwischen der wahren und scheinbaren Zenithdistanz einzu-

setzen, weil aus der Angabe $\Delta z = Z - z$ sofort $z = Z - \Delta z$ gefunden werden kann, da Z im Abschnitte II, Abteilung Nr 2 für alle vier Beobachtungsjahre enthalten ist. Ebenso setzte ich zweitens nicht mehr die nach der Formel für x auf Seite 259, bezw. S 81 berechneten Höhenunterschiede zwischen Döbra und Kapellenberg in die neuen Tafeln ein, sondern nur deren Differenzen Δ gegen die durch geometrisches Nivellement ermittelten Höhenunterschiede, welche in den verschiedenen Beobachtungsjahren nach Massgabe der in II, (Seite 255 und bezw. S 77) enthaltenen Constanten verschieden waren und zwischen 29,7 und 30,7 m wechselten. Hiemit sind auch die trigonometrisch bestimmten Höhenunterschiede auf einen und denselben nivellitisch gefundenen Abstand der Beobachtungsorte reducirt worden, und es kommen in der Steindrucktafel Nr II auch nur die Δ zum Ausdruck. Für die Refractionen $\Delta z = Z - z$ und $\frac{1}{2} r = \frac{1}{2} v \varphi$ war diese Rücksicht nicht mehr geboten, da in Δz der betreffende Wert von Z und in r der von der Luftdichtigkeit abhängige und deshalb veränderliche Wert von v zur Geltung kam.

Streng genommen hätte dieser letztgenannte Wert für jede Station aus dem daselbst beobachteten Barometerstande β berechnet werden sollen, da aber die Barometerstände in Döbra und Kapellenberg nur höchstens 2 bis 3 Millimeter von einander verschieden waren, so hielt ich es für erlaubt für jede Station der Berechnung von v den jedesmaligen mittleren Barometerstand zu Grunde zu legen, wodurch die berechnete Refraction ($\frac{1}{2} r$) höchstens um 0,4 Secunden von dem wahren Werte verschieden gefunden werden konnte, ein Unterschied der in dem vorliegenden Falle von keinem Belang ist.

Die in den Abteilungen A der Tafeln Nr 10 und Nr 11 enthaltenen Refractionen und Höhendifferenzen sind nach der Reihenfolge der ihnen zu Grunde liegenden Beobachtungen vorgetragen, für die graphische Darstellung der Beobachtungsergebnisse war es jedoch nötig sie nach Stunden zu ordnen, und es ist dieses in den Zusammenstellungen geschehen welche die folgenden Abteilungen der genannten Tafeln bilden: in B sind nämlich die berechneten, in C die beobachteten Refractionen und in D die bereits erwähnten trigonometrisch bestimmten Höhendifferenzen Δ von Viertelstunde zu Viertelstunde eingetragen. Bei dieser Zeitbestimmung fanden einige kleine Abweichungen von der Wirklichkeit statt,

insoferne Beobachtungszeiten, welche von den vier Vierteln einer Stunde bis zu ± 5 Minuten ablagen, dem nächst gelegenen Viertel zugeschrieben wurden, ein Verfahren das hier, wo massgebende Veränderungen in den atmosphärischen Erscheinungen nicht plötzlich eintreten und wo die Beobachter nur mit gewöhnlichen und lediglich am Anfang einer Campaigne gleichgerichteten Taschenuhren versehen waren, wohl erlaubt war.

Was die graphische Darstellung der in den Tafeln Nr 10 und Nr 11 enthaltenen Zahlenwerte in der Steindrucktafel Nr II anbelangt, so habe ich hierüber der auf dieser Tafel befindlichen Legende nur noch wenig beizufügen.

Es war nicht wohl möglich die verschiedenen Bedeutungen der 9 Zickzacklinien durch Combinationen von Strichen und Punkten auszudrücken; deshalb wurden 5 dieser Linien farbig gedruckt: Die roth ausgezogene Linie bedeutet in Fig 1 das Mittel aus den beobachteten Refractionen, in Fig 2 das Mittel aus den trigonometrisch bestimmten Höhenunterschieden; die rothpunktirte Linie stellt in Fig 1 die aus den gemessenen Luftdichtigkeiten (Baro- und Thermometerständen) berechneten Refractionen dar. In Fig 1 hat die gerade dicke schwarze Linie eine doppelte Bedeutung: einmal nämlich ist sie das Mittel ($120,3''$) aller berechneten Refractionen und dann das Mittel ($287,1^{\circ}\text{C}$) aller beobachteten absoluten Temperaturen; in Fig 1 bedeutet ferner die schwach ausgezogene Zickzacklinie die auf dem Döbraberge, und die schwach punktirte Zickzacklinie die auf dem Kapellenberge beobachteten mittleren Refractionen. Die Einheiten der Zeiten, Refractionen, Temperaturen und Höhen sind auf der Steindrucktafel II selbst angegeben.

Die Anlage und graphische Darstellung der Tafel Nr 12 und ihrer Abteilungen A bis C ergab sich erst im Verlaufe der Abfassung dieser Abhandlung, nachdem sich nämlich gezeigt hatte, dass die Abweichungen zwischen beobachteter und berechneter Refraction ein ähnliches Gesetz befolgen, wie ich es vor mehr als 20 Jahren in meinen „Beobachtungen und Untersuchungen über die Genauigkeit barometrischer Höhenmessungen“ zwischen den hiedurch und den mittelst geometrischen Nivellements bestimmten Höhenunterschieden festgestellt und aus der Wärmestrahlung des Bodens erklärt habe. Mit der Tafel Nr 12 will ich zwei Zwecke erreichen: erstens den einer Erweiterung meiner eben ange-

führten Beobachtungen aus dem Jahre 1857, indem ich zeige, dass auch die auf dem Döbra und Kapellenberge in der Zeit von 1877 bis 1880 bei Tag und Nacht angestellten Barometermessungen meine Aufstellung aus dem Jahre 1862 völlig bestätigen, und zweitens den eines Nachweises darüber dass auch nach meiner Formel die terrestrische Refraction so lange nicht genau bestimmt werden kann als wir nicht im Stande sind mit unsern am Beobachtungsorte aufgehängten Thermometern sofort diejenige Lufttemperatur zu ermitteln welche der zwischen zwei oder mehr Beobachtungsorten enthaltenen Schichte der Atmosphäre entspricht, oder aber die in einer folgenden Abhandlung zu besprechenden Verbesserungen anzugeben welche zu jeder Stunde des Tags oder der Nacht an den abgelesenen Lufttemperaturen wegen der Bodenstrahlung anzubringen sind. In der Tafel Nr 12 sind nicht alle an den in dem Abschnitte I (S 22) beschriebenen Federbarometern gemachten Ablesungen zur Verwendung gekommen, namentlich jene nicht, welche erkennen liessen, entweder dass die Atmosphäre zur Zeit der Beobachtung sehr stark von dem idealen Zustande abwich welcher bei Aufstellung der Barometerformel vorausgesetzt wird, oder dass eine Aenderung der Standcorrection der Aneroide stattgefunden habe, worüber der nebenbei aufgestellte aber nur zeitweise abgelesene Quecksilberbarometer (Reisebarometer von Rath) Aufschluss gab.

In der Regel ergaben sich bei unregelmässigen Barometerständen auch abnorme Werte der beobachteten Refractionen, weshalb diese in solchen Fällen ebenfalls nicht in die Tafeln Nr 10 und Nr 11 aufgenommen worden sind.

Die Berechnung der barometrisch bestimmten Höhen geschah mit Rücksicht auf die Feuchtigkeit der Atmosphäre nach folgender Formel:

$$h = 29,39 \left(1 + \frac{3}{8} \varphi\right) \cdot \theta \cdot \frac{A}{\beta}$$

worin $A = B_0 - b_0$ die Differenz der Barometerstände B_0 auf dem Kapellenberg und b_0 auf dem Döbra, β den mittleren Luftdruck $\frac{1}{2}(B_0 + b_0)$, φ den mittleren Dunstdruck und θ die mittlere absolute Lufttemperatur beider Stationen vorstellt. Diese Formel folgt einfach aus der Babinet'schen (Gl 389 auf S 408 des II. Bands der VI. Auflage der Elemente

der Vermessungskunde von Bauernfeind), wenn man derselben noch (nach Seite 395 a. a. O.) den Feuchtigkeitsfactor $(1 + \frac{3}{8} \varphi)$ beifügt. Die am Schlusse dieser Abhandlung folgende Tafel Nr 12 enthält deshalb in Abteilung A die erforderlichen Beobachtungsdaten, nämlich die auf halbe Stunden abgerundete Zeit der Beobachtung, die Differenzen \mathcal{A} der Barometerstände, die mittleren absoluten Temperaturen θ und die mittleren Dunstdrücke φ mit den daraus berechneten Höhenunterschieden h zusammengestellt.

Es bedarf wohl nur einer einfachen Hinweisung, dass mit $\beta = \frac{1}{2}(B_0 + b_0)$ welches in den Tafeln Nr 10 und Nr 11 zu finden ist, und mit $\mathcal{A} = B_0 - b_0$ auch die auf Null reducirten Barometerstände

$$B_0 = \beta + \frac{1}{2} \mathcal{A} \text{ und } b_0 = \beta - \frac{1}{2} \mathcal{A}$$

gegeben sind. In Abteilung B der Tafel Nr 12 sind die barometrisch bestimmten Höhenunterschiede und in Abteilung C die absoluten mittleren Temperaturen nach Stunden geordnet, um auf der Steindrucktafel Nr II die barometrische Höhengcurve und die Temperaturcurve auftragen zu können welche einen schon bekannten und auch hier sich wiederholt bestätigenden Zusammenhang besitzen. Ueber die Zeichnung dieser Curven ist lediglich noch zu bemerken dass die blau ausgezogene Linie in Fig 2 den Gang der innerhalb 24 Stunden mit Hilfe von Barometermessungen gefundenen Höhen, die blau punktirte Linie dagegen in Fig 1 den Gang der absoluten Temperaturen innerhalb derselben Zeit darstellt. Alle Höhen sind auf die dicke schwarze Linie in Fig 2 bezogen, d. h. es sind die Differenzen gegen diese Mittellinie angegeben, die nur für die barometrisch bestimmten Höhenunterschiede den Wert 30^m besitzt, für die trigonometrisch gemessenen Höhenunterschiede dagegen in ihrem Werte von 29,7 bis 30,7 m schwankt, wie schon oben (S. 261 und bezw 83) bemerkt wurde.

Zum Schlusse dieser Abhandlung seien noch einige Bemerkungen über deren Hauptergebnisse gestattet.

In Bezug auf Lateralrefraction haben die Beobachtungen gelehrt dass es eine solche auf den Terrain zwischen Döbra und Kapellenberg nicht gibt, und dieses ist sehr begreiflich, da die Luftlinie zwischen beiden Stationen nach der Steindrucktafel Nr I durchschnittlich zwei-

hundert Meter über dem Boden liegt und an keiner Stelle in der Nähe einer hohen und weit ausgedehnten Bergfläche hinzieht.

Was die Vertikalrefraction anbelangt, so lassen sich aus unseren Beobachtungen und namentlich aus den graphischen Uebersichten der Steindrucktafel Nr II mehrere sehr wichtige Ergebnisse ableiten, welche jedoch hier nur summarisch angeführt und in der zweiten Mittheilung näher werden erörtert und mit anderen Arbeiten verglichen werden.

a) Zunächst ist aus den blau und rothpunktirten Linien der Fig 1, wovon die erste die absoluten Temperaturen und die zweite die dem Quadrate der Luftdichtigkeiten proportionalen berechneten Refractionen vorstellt, ersichtlich dass hier hauptsächlich die Temperatur in Betracht kommt, weil die blaue und rothe Linie fast in gleicher Grösse nach entgegengesetzten Seiten von der Mittellinie abweichen. In der That bewirkt bei unveränderlichem Barometerstande eine Temperaturdifferenz von nur $1,2^{\circ}\text{C}$ eine Aenderung in der scheinbaren Zenithdistanz und somit auch in der Refraction von 1 Secunde.

b) Weiter lassen die schwachen schwarzen Linien in Fig 1 der Steindrucktafel Nr II, wovon die ausgezogene die auf dem Döbraberge und die punktirte die auf dem Kapellenberge beobachteten Refractionen vorstellt, entnehmen dass diese Refractionen auf dem Döbraberge sowohl während des Tags als während der Nacht kleiner gefunden wurden als auf dem Kapellenberge, obwohl sie streng genommen (d. h. bei völlig normaler Beschaffenheit der Luft und ganz fehlerfreier Beobachtung) einander gleich sein sollten. Man wird sich hier an die auf den Seiten 193 (15) und 194 (16) beschriebene Beschaffenheit der beiden Beobachtungsstationen zu erinnern haben, auf denen die meteorologischen Verhältnisse (vom normalen Druck- und Temperaturunterschied ganz abgesehen) niemals ganz gleich sein können.

c) Die roth ausgezogene dicke Linie in Fig 1, welche aus den beiden in (b) besprochenen Zickzacklinien durch Halbierung ihrer Abstände hervorging, zeigt deutlich dass die beobachteten Refractionen die Mittellinie ($120''$) in denselben Morgen- und Abendstunden (6—7 Vm und 7—8 Ab) schneiden, in denen auch die nach barometrischen Höhenmessungen bestimmte und in Fig 2 blau ausgezogene Höhencurve die durch Nivelliren bestimmte Gerade (30 m) durchdringt. Es wird hiedurch zunächst be-

stätigt, was von mir (in meinen „Beobachtungen und Untersuchungen“ etc. 1862) und von Rühlmann (in dessen Schrift „die barometrischen Höhenmessungen etc.“ 1870) ausgesprochen wurde, dass nämlich die günstigsten Zeiten zur Anstellung von Barometermessungen mit der Breite und Höhe der Orte und mit der Jahreszeit wechseln, so dass z. B. für das Bayerische Hochgebirge und der Monat August diese Stunden bei 9—10 Uhr Vm und 4—5 Uhr Nm liegen, im Sächsischen Erzgebirge aber und im Fichtelgebirge in den Monaten Mai bis September die Morgenstunden von 6—7 und die Abendstunden von 7—8 die besten sind. Zweitens zeigt sich dass die Abweichungen zwischen berechneten und beobachteten Refractionen hauptsächlich in den an den Beobachtungsorten bestimmten Lufttemperaturen ihren Grund haben, und dass diese der wahren Lufttemperatur der zwischen ihnen gelegenen Luftschichte deshalb nicht entsprechen können, weil sie von der Wärmestrahlung des Bodens beeinflusst sind.

d) Dieser Grund gilt auch für die Abweichungen der in Fig 2 der Steindrucktafel Nr II durch die dicke rothe Linie dargestellten trigonometrisch bestimmten Höhenunterschiede zwischen Döbra und Kapellenberg, weil in der Berechnung dieser Unterschiede die von dem Quadrate der Luftdichtigkeit (und folglich insbesondere von der Temperatur) abhängige Refraction eine wesentliche Rolle spielt. Nach unserer Figur scheint es als ob durch zahlreiche gute Barometerbeobachtungen der Höhenunterschied zweier weitentfernten Punkte besser ermittelt werden kann als durch trigonometrische Höhenmessungen, so lange nicht ein Mittel gefunden ist den Einfluss der Wärmestrahlung des Bodens auf die Thermometer zu verhindern, oder aber die zu bestimmten Bodengestaltungen, Jahreszeiten und Tagesstunden gehörigen Temperatur-Correctionen zu berechnen. Die dazu dienenden Formeln können selbstverständlich nur aus lange fortgesetzten Refractionsbeobachtungen abgeleitet werden, zu denen die Europäische Gradmessung, in Folge des 1878 zu Hamburg gefassten Beschlusses, in der nächsten Zeit gewiss viele Beiträge liefern wird.

Tafel Nr 10.

Refractionen und Höhenunterschiede zwischen Döbra und Kapellenberg.

A. Beobachtet in Döbra.

Nr	Zeit der Beobachtung		Mittl Luftdr	Absol Temp	Refraction		Diffz	Nr	Zeit der Beobachtung		Mittl Luftdr	Absol Temp	Refraction		Diffz	
					beob	ber	Δ							beob	ber	Δ
	1877, Mai		mm	C	Sec	Sec	m		1877, Juni		mm	C	Sec	Sec	m	
1	28. Nm	2.50	688,1	292,2	89,3	113,3	+5,6	30	3. Nm	5.24	696,8	294,6	94,2	114,3	+4,7	
2	"	4.10	687,8	292,6	88,8	112,9	+5,6	31	"	5.40	696,7	294,1	95,4	114,6	+4,5	
3	"	4.40	687,4	292,8	88,4	112,6	+5,6	32	"	6.—	696,7	293,8	97,7	114,6	+3,9	
4	"	5.10	687,3	292,6	95,8	112,7	+3,9	33	"	6.15	696,7	294,0	101,0	114,7	+3,2	
5	"	5.15	687,2	292,5	96,3	112,7	+3,8	34	"	6.30	696,7	294,2	106,9	114,8	+1,8	
6	"	6.11	687,1	290,8	93,0	114,1	+4,9	35	"	6.50	696,7	293,0	106,8	115,5	+2,1	
7	29. Nm	3.25	690,2	286,2	93,5	118,8	+5,9	36	4. Nm	3. 7	695,6	300,1	85,1	109,7	+5,8	
8	"	4.20	690,1	286,1	98,8	118,8	+4,7	37	"	3.30	695,4	299,9	81,4	109,8	+6,6	
9	"	4.45	689,9	286,0	86,6	118,8	+7,5	38	"	3.52	695,4	299,9	90,4	109,8	+4,5	
10	"	5. 3	689,8	285,9	100,7	118,9	+4,2	39	"	4. 9	695,4	300,0	93,3	109,7	+3,8	
11	"	5.13	689,8	286,1	101,3	118,7	+4,1	40	"	4.30	695,4	299,7	87,1	109,9	+5,3	
12	"	6. 3	690,0	285,9	103,1	119,0	+3,7	41	"	4.47	695,4	299,5	86,6	110,1	+5,5	
13	"	6.35	689,7	285,8	107,5	118,9	+2,6	42	"	5.10	695,4	299,1	81,5	110,4	+6,7	
14	"	7. 1	689,3	285,4	102,4	119,1	+3,9	43	"	5.47	695,5	298,7	94,1	110,7	+3,9	
								44	"	6.30	695,4	297,5	99,0	111,6	+3,0	
	Juni							45	"	6.49	695,4	297,6	98,8	111,6	+2,9	
15	1. Vm	5.30	694,2	283,0	144,9	122,9	-5,1	46	7. Nm	2.50	701,9	290,0	100,3	119,7	+4,5	
16	"	5.54	694,1	283,4	148,6	122,5	-6,1	47	"	3.20	701,9	289,6	97,6	120,0	+5,2	
17	"	6.17	694,1	283,9	138,8	122,1	-3,9	48	"	3.31	702,0	289,4	101,9	120,2	+4,3	
18	"	6.58	694,1	285,0	130,0	121,1	-2,1	49	"	3.44	701,8	289,8	96,2	119,8	+5,5	
19	"	7.12	694,1	285,4	124,1	120,8	-0,8	50	"	3.57	701,7	290,3	98,5	119,3	+4,8	
20	"	7.42	694,1	286,4	111,8	120,0	+1,9	51	"	4. 2	701,7	290,4	96,2	119,2	+5,4	
21	2. Nm	4.17	698,8	288,6	99,7	119,7	+4,7	52	"	4.10	701,7	290,4	96,1	119,2	+5,4	
22	"	4.36	698,8	288,5	100,1	119,8	+4,6	53	"	4.22	701,8	290,4	96,3	119,2	+5,3	
23	"	4.58	699,0	288,5	98,3	119,9	+5,0	54	"	4.35	701,8	290,3	95,5	119,4	+5,6	
24	"	5.15	699,0	288,4	95,9	120,0	+5,7	55	"	4.46	701,8	290,0	97,0	119,6	+5,3	
25	"	5.45	699,0	288,2	97,4	120,1	+5,4	56	"	5. 7	701,8	289,7	102,2	119,9	+4,1	
26	"	6. 4	699,0	288,0	99,1	120,3	+4,9	57	"	5.20	701,8	289,3	101,3	120,2	+4,4	
27	"	6.29	698,9	286,9	106,1	121,2	+3,5	58	"	5.41	701,7	289,4	97,1	120,1	+5,3	
28	"	6.45	698,8	286,7	106,5	121,3	+3,5	59	"	5.52	701,7	289,4	104,9	120,1	+3,5	
29	3. Nm	5. 1	696,8	295,0	93,4	114,0	+4,8	60	"	5.55	701,7	289,4	100,4	120,1	+4,6	

Nr	Zeit der Beobachtung		Mittl Luftdr	Absol Temp	Refraction		Diffz Δ	Nr	Zeit der Beobachtung		Mittl Luftdr	Absol Temp	Refraction		Diffz Δ
	1877, Juni				beob	ber			1878, August				beob	ber	
			mm	C	Sec	Sec	m				mm	C	Sec	Sec	m
61	7. Nm	6.10	701,7	289,3	106,4	120,2	+3,2	94	27. Nm	6.10	693,0	288,8	106,5	117,6	+2,3
62	"	6.14	701,7	289,2	105,4	119,7	+3,3	95	28. Vm	9.25	693,4	288,8	103,8	117,7	+3,2
63	8. Nm	3.—	699,0	296,1	90,3	113,8	+5,5	96	"	9.40	693,4	289,1	98,2	117,8	+4,4
64	"	3. 7	699,0	296,2	85,1	113,7	+6,7	97	"	9.50	693,4	289,3	99,7	117,3	+4,0
65	"	3.37	698,9	295,3	90,7	114,4	+5,5	98	"	10.10	693,5	289,3	90,4	117,4	+6,2
66	"	4.11	698,8	295,3	91,0	114,4	+5,4	99	28. Nm	4.20	693,5	290,9	96,8	116,1	+4,4
67	"	4.25	698,5	295,4	94,2	114,2	+4,7	100	"	4.45	693,5	291,4	93,7	115,7	+5,1
68	"	4.40	698,5	295,5	91,1	114,2	+5,4	101	"	5.15	693,4	291,3	98,9	115,7	+3,9
69	"	4.46	698,5	295,6	95,8	114,2	+4,3	102	"	9.10	693,5	287,3	119,1	119,0	+0,0
70	"	5.—	698,6	295,7	93,4	114,0	+4,8	103	"	9.40	693,7	286,9	123,7	119,4	0,6
	1878, August							104	"	10.40	693,7	286,4	128,3	119,8	-2,0
								105	"	11.10	693,7	286,2	114,2	120,0	+1,3
71	21. Nm	2.20	695,3	286,9	113,3	120,0	+1,5	106	"	11.35	693,7	286,1	118,7	120,1	+0,3
72	"	3.45	695,0	286,5	101,4	120,2	+4,3	107	29. Vm	12. 5	693,7	285,8	122,7	120,3	-0,6
73	"	4.20	695,2	286,0	94,2	120,5	+6,1	108	"	12.45	693,7	285,6	135,8	120,5	-3,7
74	"	5.—	695,3	285,2	94,8	120,5	+5,9	109	"	1.50	693,6	285,5	123,6	120,5	-0,8
75	"	5.25	695,3	285,4	97,9	120,5	+5,2	110	"	2.20	693,6	285,5	124,8	120,5	-0,7
76	"	5.45	695,3	285,3	98,4	120,5	+5,1	111	"	2.40	693,6	285,4	127,7	120,6	-1,8
77	"	6.15	695,4	285,1	107,8	120,4	+2,9	112	29. Nm	4.30	692,4	293,7	95,6	113,5	+4,1
78	"	9.30	696,3	284,0	111,8	122,8	+2,5	113	"	4.45	692,3	293,7	93,5	113,5	+4,6
79	"	10.15	696,3	283,7	111,1	123,1	+2,7	114	"	5.20	692,1	293,3	98,4	113,7	+3,5
80	"	10.40	696,2	283,5	105,6	123,2	+4,1	115	"	5.35	692,1	292,9	95,0	114,0	+4,4
81	"	11.15	696,2	283,5	109,6	123,2	+3,1	116	"	5.55	692,1	292,3	104,7	114,5	+2,2
82	"	11.30	696,2	283,3	119,5	123,2	+0,8	117	30. Vm	9.10	690,9	291,7	98,3	114,6	+3,7
83	"	11.40	696,1	282,9	122,2	123,6	+0,3	118	"	9.30	690,9	292,1	98,9	114,3	+3,5
84	22. Vm	12. 5	696,1	282,7	121,7	123,8	+0,4	119	30. Nm	4.25	690,4	291,7	95,4	114,4	+4,4
85	"	12.40	696,1	283,0	121,5	123,6	+0,4	120	"	4.35	690,4	291,7	95,7	114,4	+4,2
86	"	1.20	696,0	283,1	123,4	123,4	+0,0	121	"	8.50	691,3	287,8	138,1	117,8	-4,8
87	"	1.50	696,0	282,9	124,6	123,6	-0,3	122	"	9.10	691,4	287,8	136,1	117,9	-4,3
88	"	3.15	696,0	282,4	125,3	124,6	-0,3	123	"	9.35	691,4	287,8	136,8	117,9	-5,5
89	22. Nm	3.45	695,8	290,5	97,0	117,2	+4,6	124	"	10.10	691,6	287,6	139,8	118,1	-5,1
90	"	4.10	695,7	290,5	92,8	117,1	+5,6	125	"	10.45	691,6	287,4	129,3	118,3	-2,6
91	"	4.35	695,6	290,3	87,3	117,3	+6,9	126	"	11.15	691,7	287,1	127,7	118,6	-1,9
92	"	5.40	695,6	288,9	98,7	118,4	+4,5	127	"	11.50	691,8	286,5	129,6	119,1	-2,5
93	27. Nm	4.50	692,7	289,4	100,2	117,0	+3,9	128	31. Vm	12.15	691,8	286,2	120,3	119,3	-0,3

Nr	Zeit der Beobachtung		Mittl Luftdr	Absol Temp	Refraction		Diffz Δ	Nr	Zeit der Beobachtung		Mittl Luftdr	Absol Temp	Refraction		Diffz Δ
					beob	ber							beob	ber	
	1878, August		mm	C	Sec	Sec	m		1879, Mai		mm	C	Sec	Sec	m
129	31. Vm	12.55	691,8	285,9	118,0	119,6	+0,3	161	30. Nm	4.—	693,3	292,0	90,5	115,5	+6,5
130	"	1.50	692,0	285,7	129,3	119,8	-2,3	162	"	4.10	693,3	292,0	90,5	115,5	+6,5
131	"	2.20	692,0	285,6	139,3	120,0	-4,6	163	"	4.20	693,1	292,0	90,0	115,5	+6,6
132	"	2.45	692,0	285,4	138,6	120,1	-4,4	164	"	4.30	693,1	292,0	91,4	115,5	+6,3
133	"	3.15	692,0	285,2	140,9	120,3	-4,9	165	"	4.40	693,1	292,0	93,3	115,5	+6,6
134	"	3.40	692,2	285,0	136,3	120,5	-3,7	166	"	4.50	692,8	290,8	93,5	116,3	+6,0
135	31. Nm	4. 5	692,7	290,7	97,4	116,0	+4,3	167	"	5.—	692,8	290,8	95,7	116,3	+5,5
136	"	4.25	692,6	290,4	95,7	116,2	+4,6	168	"	5.10	692,8	290,8	95,3	116,3	+5,6
137	"	4.40	692,6	290,3	96,3	116,3	+4,6	169	"	5.20	692,5	289,8	97,9	117,7	+5,3
138	"	5. 5	692,8	290,3	100,9	116,3	+3,5	170	"	5.30	692,5	289,8	97,0	117,7	+5,5
139	"	5.30	692,8	289,5	103,5	116,2	+1,8	171	"	6.—	692,5	290,0	99,6	116,9	+4,8
	September							172	"	6.10	692,5	290,0	99,6	116,9	+4,7
								173	"	7.—	692,3	289,3	104,5	117,4	+3,7
								174	"	7.20	692,3	289,1	105,8	117,4	+3,4
140	4. Nm	2.35	700,5	291,6	99,0	117,9	+4,3	175	"	7.50	692,1	287,4	110,9	118,9	+2,6
141	"	3.10	700,4	291,5	90,2	117,9	+6,4	176	"	8.—	692,1	287,4	109,8	118,9	+3,0
142	"	4.45	700,3	291,9	94,2	117,5	+5,4	177	31. Nm	5.30	689,9	286,8	97,3	118,6	+5,4
143	6. Nm	2.15	698,2	297,3	85,3	112,6	+6,3	178	"	5.45	689,9	286,8	98,1	118,6	+5,5
144	"	2.35	698,2	297,3	87,3	112,6	+5,4	179	"	6.—	689,8	287,6	98,6	117,9	+5,2
145	"	3.—	698,2	297,2	93,6	113,6	+4,4	180	"	6.15	689,8	287,6	102,1	117,9	+4,4
146	"	3.14	698,2	297,2	94,7	113,6	+4,1	181	"	6.30	689,8	287,3	101,5	118,2	+4,6
147	"	3.35	698,1	297,1	89,0	112,8	+4,5	182	"	6.45	689,8	287,3	103,0	118,2	+4,3
148	"	3.50	698,1	296,8	102,5	113,0	+2,4	183	"	7.—	689,9	286,5	106,9	118,8	+3,5
149	"	4.10	698,1	296,6	99,2	113,2	+3,2	184	"	7.15	689,9	286,5	109,1	118,8	+3,0
150	"	4.35	698,1	296,6	95,3	113,2	+4,1	185	"	7.30	690,0	285,2	112,0	120,0	+2,6
151	"	4.50	698,1	296,2	93,6	113,4	+4,6	186	"	7.40	690,0	284,8	113,3	120,3	+2,3
152	"	5.15	698,1	295,6	98,8	113,1	+3,3		Juni						
153	"	5.40	698,1	294,3	107,6	117,6	+2,3								
154	"	8. 5	698,4	292,1	122,9	116,8	-1,5								
155	"	8.30	698,4	292,1	118,6	116,8	-0,5	187	1. Vm	4.10	690,4	280,6	143,8	124,1	-3,9
156	"	8.50	698,4	292,4	120,4	116,5	-1,0	188	"	4.20	690,5	280,7	145,0	124,0	-4,2
157	"	9.30	698,4	292,2	130,4	116,7	-3,2	189	"	4.30	690,5	280,7	143,6	124,0	-3,8
158	"	9.45	698,4	292,0	134,8	116,8	-4,2	190	"	4.40	690,5	280,7	140,7	124,0	-3,2
159	"	10.15	698,4	291,8	131,6	117,0	-3,4	191	"	5.—	690,5	281,0	139,5	123,7	-2,9
160	"	10.54	698,4	291,8	112,3	117,0	+1,0	192	"	5.15	690,5	281,0	127,9	123,7	-0,2

Nr	Zeit der Beobachtung	Mittl Luftdr	Absol Temp	Refraction		Diffz Δ	Nr	Zeit der Beobachtung	Mittl Luftdr	Absol Temp	Refraction		Diffz Δ		
				beob	ber						beob	ber			
				1880, Mai	mm						C	Sec		Sec	m
262	16. Nm	4. —	691,9	292,0	90,0	115,1	+6,5	297	19. Nm	5.16	694,9	277,2	118,4	128,8	+3,1
263	"	4.15	691,8	292,1	87,2	115,0	+7,2	298	"	6.10	694,8	276,0	122,9	129,9	+3,2
264	"	4.22	691,8	292,1	92,7	115,0	+5,9	299	"	6.31	694,8	275,4	124,8	130,5	+2,5
265	"	4.30	691,7	292,5	93,2	114,6	+5,7	300	20. Vm	4.49	694,8	270,8	156,7	134,9	-4,3
266	"	4.40	691,7	292,9	95,2	114,3	+5,2	301	"	5.—	694,8	271,2	160,7	134,5	-4,5
267	"	4.55	691,6	292,2	97,6	114,8	+5,4	302	"	5. 7	694,8	271,8	158,7	133,9	-5,0
268	"	5.15	691,6	291,3	95,1	115,5	+5,5	303	"	5.38	694,8	271,8	156,3	133,9	-4,5
269	"	5.30	691,7	290,8	109,3	116,0	+2,3	304	"	6.18	694,9	273,3	138,9	132,5	-0,8
270	"	5.45	671,7	290,3	94,3	116,3	+5,8	305	20. Nm	3.55	694,5	283,2	114,1	123,3	+3,2
271	"	6. —	691,7	289,6	95,7	116,9	+5,6	306	"	4. 4	694,4	283,4	115,5	123,1	+2,5
272	"	6.15	691,7	289,0	102,8	117,4	+5,0	307	"	4.11	694,4	283,5	116,6	123,0	+2,2
273	"	6.30	691,8	287,6	104,1	118,6	+4,1	308	"	5. 8	694,3	282,3	100,4	124,0	+6,2
274	"	6.40	691,9	287,4	105,1	118,7	+3,9	309	"	5.14	694,3	282,7	100,5	123,6	+6,1
275	"	6.45	691,9	287,1	104,2	119,0	+4,2	310	"	5.22	694,3	282,6	102,3	123,7	+5,7
276	"	7.—	692,1	286,3	107,2	119,8	+3,6	311	"	5.35	694,3	282,4	103,3	123,9	+5,7
277	"	7.15	692,0	285,3	110,0	120,6	+3,2	312	25. Vm	4.15	697,9	281,2	134,7	126,2	-1,3
278	17. Nm	3.50	693,8	283,6	107,2	122,7	+4,3	313	"	4.25	698,0	281,6	142,9	125,9	-3,2
279	"	4.—	683,8	283,5	102,8	122,8	+5,4	314	"	4.34	698,0	281,6	148,7	125,9	-4,6
280	"	4.15	693,7	282,5	99,8	123,6	+6,2	315	"	4.45	698,1	281,4	146,2	126,1	-3,9
281	"	4.30	693,6	282,0	102,0	124,0	+5,8	316	"	4.51	698,2	281,5	144,8	126,1	-3,4
282	"	4.50	693,6	282,1	104,8	123,9	+5,2	317	"	5.11	698,5	282,4	137,8	125,4	-2,2
283	"	5.22	693,6	283,0	111,4	123,1	+3,4	318	"	5.20	698,5	283,2	129,4	124,7	-0,4
284	"	5.30	693,6	283,2	111,4	122,9	+2,9	319	"	5.25	698,5	283,3	134,4	124,6	-1,6
285	"	7.20	693,8	278,6	109,5	127,1	+4,8	320	"	5.34	698,5	283,3	128,8	124,6	-0,3
286	18. Vm	6.17	693,1	277,4	134,5	128,0	-0,8	321	"	5.42	698,5	282,5	125,6	125,3	+0,7
287	"	6.27	693,0	277,6	125,6	127,6	+1,2	322	"	6. 5	698,7	282,2	127,7	125,1	+0,1
288	"	6.45	692,9	278,0	119,7	127,3	+2,5	323	25. Nm	4. 3	698,6	292,3	91,9	117,1	+6,6
289	18. Nm	5.40	692,0	277,6	105,3	127,4	+5,8	324	"	4.13	698,6	293,3	92,8	116,3	+6,1
290	19. Nm	3.50	694,7	279,8	107,6	126,3	+5,1	325	"	4.19	698,5	293,4	94,3	116,2	+6,2
291	"	4. 3	694,8	279,6	107,7	126,5	+5,1	326	"	4.25	698,4	293,4	97,1	116,1	+5,1
292	"	4.17	694,8	278,1	114,5	127,9	+3,8	327	"	4.30	698,4	293,5	94,8	116,0	+5,2
293	"	4.30	694,4	278,2	117,8	127,7	+3,0	328	"	4.35	698,4	293,5	101,5	116,0	+4,1
294	"	4.38	694,8	278,6	117,9	127,5	+2,9	329	"	4.40	698,4	293,4	101,7	116,1	+4,1
295	"	4.55	694,8	278,6	122,9	127,5	+1,8	330	"	4.45	698,4	293,4	102,2	116,1	+4,0
296	"	5. 5	694,8	278,4	126,6	127,7	+1,0	331	"	4.50	698,4	293,4	103,7	116,1	+3,6

Nr	Zeit der Beobachtung	Mittl Luftdr	Absol Temp	Refraction		Diffz Δ	Nr	Zeit der Beobachtung	Mittl Luftdr	Absol Temp	Refraction		Diffz Δ		
				beob	ber						beob	ber			
	1880, Mai	mm	C	Sec	Sec	m		1880, Mai	mm	C	Sec	Sec	m		
332	25. Nm	4.55	698,4	293,3	103,7	116,2	+3,6	359	26. Vm	6. 5	699,8	288,3	112,7	120,8	+2,6
333	"	5.—	698,4	293,3	105,8	116,2	+3,1	360	"	6.11	699,8	288,2	116,3	120,8	+1,8
334	"	5. 5	698,3	293,3	108,7	116,2	+2,5	361	"	6.18	699,8	288,2	113,8	120,8	+2,4
335	"	5.10	698,3	293,2	108,9	116,3	+2,4	362	"	6.25	699,8	289,1	116,0	120,1	+1,7
336	"	5.15	698,2	293,1	92,9	116,3	+6,2	363	"	6.32	699,9	289,3	112,9	120,0	+2,4
337	"	5.22	698,2	293,0	92,4	116,4	+6,3	364	"	6.57	699,9	290,1	109,7	119,3	+3,0
338	"	5.30	698,3	293,0	92,7	116,4	+6,2	365	"	7.13	699,8	290,6	107,3	118,9	+2,7
339	"	5.35	698,2	292,9	95,8	116,5	+5,5	366	26. Nm	4. —	699,0	296,8	82,8	113,7	+7,9
340	"	5.40	698,2	292,7	99,2	116,6	+4,8	367	"	4. 8	699,1	296,8	82,9	113,7	+7,9
341	"	5.45	698,2	292,6	97,1	116,7	+5,3	368	"	4.15	699,1	296,8	86,4	113,7	+7,1
342	"	5.50	698,2	292,6	101,3	116,7	+4,3	369	"	4.29	698,9	297,9	87,5	112,8	+6,2
343	"	5.55	698,3	292,5	100,9	116,8	+4,4	370	"	4.34	698,9	297,2	88,4	113,3	+6,5
344	"	6.—	698,3	292,4	101,5	116,9	+4,3	371	"	4.40	698,9	296,5	90,2	113,9	+6,2
345	"	6. 5	698,3	292,3	103,8	117,0	+3,8	372	"	4.52	698,9	296,2	92,7	114,1	+5,7
346	"	6.10	698,3	292,2	102,8	117,0	+4,0	373	"	5. 6	698,9	297,0	96,3	113,5	+4,7
347	"	6.20	698,3	291,8	105,1	117,4	+3,6	374	"	5.14	698,9	297,4	99,8	113,2	+3,8
348	"	6.30	698,4	291,5	106,6	117,9	+3,3	375	"	5.22	698,9	297,4	100,2	113,2	+3,7
349	"	6.35	698,4	291,4	106,4	118,0	+3,4	376	"	5.27	698,9	297,4	100,5	113,2	+3,7
350	"	6.40	698,3	291,3	107,8	117,8	+3,0	377	"	5.35	698,8	297,4	103,3	113,1	+3,0
351	"	6.46	698,3	291,2	109,1	117,9	+2,8	378	"	5.47	698,7	297,4	107,2	113,1	+2,1
352	"	6.52	698,3	290,8	110,0	118,2	+2,6	379	"	5.55	698,8	297,0	110,2	113,4	+1,5
353	"	7. 6	698,3	290,2	110,4	118,7	+2,6	380	"	6. 6	698,8	296,4	83,7	113,9	+7,7
354	26. Vm	4.36	699,4	287,1	118,5	121,6	+1,5	381	"	6.15	698,8	295,7	85,5	114,5	+7,5
355	"	5.40	699,7	288,3	117,0	120,7	+1,6	382	"	6.25	698,9	295,3	85,3	114,8	+7,6
356	"	5.48	699,7	288,4	111,7	120,6	+2,8	383	"	6.37	698,9	295,0	87,4	115,0	+7,1
357	"	5.54	699,8	288,4	114,2	120,7	+2,2	384	"	6.44	698,9	294,8	88,1	115,2	+7,0
358	"	6.—	699,8	288,4	112,9	120,7	+2,5	385	"	6.52	698,9	294,4	87,8	115,5	+7,2

B. Nach Stunden geordnete Zusammenstellung der auf dem Döbra beobachteten Refractionen.

V o r m i t t a g																									
Nr	6 ^{1/4}	6 ^{1/2}	6 ^{3/4}	7	7 ^{1/4}	7 ^{1/2}	7 ^{3/4}	8	8 ^{1/4}	8 ^{1/2}	8 ^{3/4}	9	9 ^{1/4}	9 ^{1/2}	9 ^{3/4}	10	10 ^{1/4}	10 ^{1/2}	10 ^{3/4}	11	11 ^{1/4}	11 ^{1/2}	11 ^{3/4}		
1	126,2	138,8	109,7	102,3	130,0	124,1	96,1	111,8	96,8	97,8	97,1	98,5	102,1	98,3	103,8	98,2	97,8	90,4	98,4	99,3	96,3	95,9	91,7		
2	109,0	119,5	105,5	101,2	102,0	99,3	95,2	95,4	96,2		92,0	96,7	96,1	98,9	99,7	96,5	97,2		93,7	93,9					
3	127,7	101,4	125,6	119,7	97,5	107,3	96,2				92,1		92,8	94,3	97,4	95,7									
4	114,2	134,5	116,0	109,7			94,5						91,6	94,2											
5	112,9	138,9	112,9																						
6	112,7	116,3																							
7	148,6	113,8																							
Mittel	121,6	123,3	113,9	107,7	109,8	110,2	96,1	97,0	97,1	94,2	99,4	95,7	97,1	97,4	97,2	94,4			96,0	96,6	96,3	95,9	91,7		
Gew	7	7	5	3	4	3	1	4	2	2	1	3	2	3	4	4	2	3	2	2	2	1	1	1	

N a c h m i t t a g																										
Nr	12	12 ^{1/4}	12 ^{1/2}	12 ^{3/4}	1	1 ^{1/4}	1 ^{1/2}	1 ^{3/4}	2	2 ^{1/4}	2 ^{1/2}	2 ^{3/4}	3	3 ^{1/4}	3 ^{1/2}	3 ^{3/4}	4	4 ^{1/4}	4 ^{1/2}	4 ^{3/4}	5	5 ^{1/4}	5 ^{1/2}	5 ^{3/4}		
1		96,3	94,7	92,9	95,9	93,8	96,1	92,4	113,3	99,0	89,3	85,1	97,6	93,5	90,4	98,5	88,8	100,1	88,4	100,7	95,8	94,2	97,4			
2		92,4	95,5	96,8	94,6			85,3	87,3	100,3	90,3	90,2	81,4	96,2	96,2	98,8	87,1	86,6	98,3	96,3	97,9	93,4				
3												85,1	94,7	101,9	101,4	97,4	99,7	95,5	86,6	93,4	101,3	95,0	94,1			
4												93,6	90,7	97,0	90,5	93,3	94,2	97,0	102,2	95,9	108,5	97,1				
5													89,0	102,5	90,0	96,1	87,3	91,1	93,4	81,5	97,0	104,9				
6														107,2	102,8	96,3	95,4	95,8	94,8	101,3	97,3	98,4				
7														107,6	107,7	91,0	95,7	100,2	100,9	98,9	101,6	98,7				
8														114,1	94,2	95,7	93,7	95,7	98,4	109,3	107,6					
9														115,5	92,8	95,3	93,5	97,6	98,8	111,4	98,1					
10														91,9	96,8	91,4	96,3	122,9	95,3	103,3	94,3					

N a c h m i t t a g

Nr	12 ^{1/4}	12 ^{1/8}	12 ^{3/4}	1	1 ^{1/4}	1 ^{1/2}	1 ^{3/4}	2	2 ^{1/4}	2 ^{1/2}	2 ^{3/4}	3	3 ^{1/4}	3 ^{1/2}	3 ^{3/4}	4	4 ^{1/4}	4 ^{1/2}	4 ^{3/4}	5	5 ^{1/4}	5 ^{1/2}	5 ^{3/4}
11																82,8	99,2	93,2	94,2	126,6	97,9	92,7	105,3
12																	90,5	102,0	93,6	103,7	97,9	95,8	99,2
13																	90,0	117,8	93,3	105,8	101,6	100,5	97,1
14																	87,2	97,1	93,5	108,7	90,0	103,3	101,3
15																	92,7	94,8	95,2	96,3	95,1	107,2	
16																	99,8	101,5	104,8				
17																	114,5	87,5	117,9				
18																	116,6	88,4	101,7				
19																	92,8	95,6	102,2				
20																	94,3	103,7					
21																	82,9	90,2					
22																	86,4	92,7					
23																							
24																							
25																							
Mittel	94,3	95,1	94,8	95,2	93,8	96,1	92,4	99,3	93,1	94,8	88,5	94,2	91,3	100,3	98,8	98,8	95,2	95,6	96,0	102,7	98,9	100,2	99,7
Gew	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	4	3	5	7	11	22	19	22	15	25	14	15

N a c h t s

Nr	6	6 ^{1/4}	6 ^{1/2}	6 ^{3/4}	7	7 ^{1/4}	7 ^{1/2}	7 ^{3/4}	8	8 ^{1/4}	8 ^{1/2}	8 ^{3/4}	9	9 ^{1/4}	9 ^{1/2}	9 ^{3/4}	10	10 ^{1/4}	10 ^{1/2}	10 ^{3/4}	11	11 ^{1/4}	11 ^{1/2}	11 ^{3/4}
1	83,7	101,0	107,5	106,5	102,4	105,8	112,0	110,9	122,9		118,6	138,1		119,1	111,8	123,7		111,1	105,6	112,3	109,6	118,7	122,2	
2	103,1	106,4	106,1	106,8	104,5	109,1		113,3	109,8			120,4		136,1	136,8	134,8		139,8	128,3		114,3	119,5	129,6	
3	99,1	105,4	106,9	98,8	106,9	109,4								130,4				131,6	129,3		127,7			

C. Nach Stunden geordnete Zusammenstellung der berechneten Refractionen für den Döbraberg.

V o r m i t t a g																									
Nr	6	6 ^{1/4}	6 ^{1/2}	6 ^{3/4}	7	7 ^{1/4}	7 ^{1/2}	7 ^{3/4}	8	8 ^{1/4}	8 ^{1/2}	8 ^{3/4}	9	9 ^{1/4}	9 ^{1/2}	9 ^{3/4}	10	10 ^{1/4}	10 ^{1/2}	10 ^{3/4}	11	11 ^{1/4}	11 ^{1/2}	11 ^{3/4}	
1	122,5	122,1	120,5	120,5	121,1	120,8	120,5	120,0	118,9	118,9	118,8	118,8	118,6	114,6	117,7	117,8	118,8	117,4			118,8	118,3	118,8	117,7	117,1
2	120,6	120,6	122,6	122,6	120,0	121,4		118,8	120,5	120,5		120,2	119,8	118,6	114,3	117,3	119,8	118,8			119,9	120,8			
3	123,0	123,0	127,6	127,3	121,4	118,9		118,9				120,2		119,8	119,0	119,0	119,8								
4	125,1	128,0	120,1		119,3			120,5							119,8	119,8									
5	120,7	132,5	120,0																						
6	120,7	120,8																							
7	120,8	120,8																							
Mittel	121,9	124,0	122,2	123,5	120,5	120,4	120,5	119,5	119,7	119,7	118,8	119,7	119,2	117,7	117,7	118,5	119,3	118,7			119,3	119,5	118,8	117,7	117,1
Gew	7	7	5	3	4	3	1	4	2	2	1	3	2	3	4	4	2	3			2	2	1	1	1

N a c h m i t t a g																									
Nr	12	12 ^{1/4}	12 ^{1/2}	12 ^{3/4}	1	1 ^{1/4}	1 ^{1/2}	1 ^{3/4}	2	2 ^{1/4}	2 ^{1/2}	2 ^{3/4}	3	3 ^{1/4}	3 ^{1/2}	3 ^{3/4}	4	4 ^{1/4}	4 ^{1/2}	4 ^{3/4}	5	5 ^{1/4}	5 ^{1/2}	5 ^{3/4}	
1			117,5	118,4	116,8	116,7	116,1	116,1	116,4	120,0	117,9	113,3	109,7	120,0	118,8	109,8	119,3	112,9	119,8	112,6	118,9	112,7	114,3	120,1	
2			118,4	120,1	120,1	119,6				112,6	112,6	119,7	113,8	117,9	109,8	119,8	119,2	118,8	109,9	118,8	119,9	112,7	120,5	114,6	
3													113,7	113,6	120,2	120,2	116,0	119,7	119,4	110,1	114,0	118,7	114,0	110,7	
4													113,6		114,4	117,2	115,5	109,7	114,2	119,6	119,9	120,0	116,2	120,1	
5													113,6		112,8	113,0	115,1	119,2	117,3	114,2	114,0	110,4	117,7	120,1	
6															122,7	122,8	119,2	113,5	114,2	120,5	120,2	118,6	120,5		
7															126,3	126,5	114,4	114,4	117,0	116,3	115,7	115,7	118,4		
8															123,3	120,5	114,4	115,7	113,5	113,7	113,5	118,7	116,0	117,6	
9															123,1	117,1	116,2	113,5	116,3	113,1	122,9	118,6			
10															117,1	116,1	113,2	116,3	114,8	116,3	114,8	116,3	123,9	116,3	

N a c h t s

Nr	6	6 ^{1/4}	6 ^{1/2}	6 ^{3/4}	7	7 ^{1/4}	7 ^{1/2}	7 ^{3/4}	8	8 ^{1/4}	8 ^{1/2}	8 ^{3/4}	9	9 ^{1/4}	9 ^{1/2}	9 ^{3/4}	10	10 ^{1/4}	10 ^{1/2}	10 ^{3/4}	11	11 ^{1/4}	11 ^{1/2}	11 ^{3/4}	
7	116,7	116,9	130,5	119,0																					
8	116,9	117,9	117,9	117,8																					
9	116,8	117,3	118,0	117,9																					
10	116,9	117,4	114,8	118,2																					
11	117,0	129,9	115,0	115,2																					
12	113,4	117,0	115,5																						
13	113,9	117,4																							
14	120,3	114,5																							
Mittel	116,8	118,2	118,1	117,2	118,6	120,4	120,0	119,6	117,8	116,8	117,1	118,4	119,1	118,1	119,4	120,4	117,0	120,6	121,6	121,3					
Gew	14	14	11	12	6	5	1	2	2	1	2	2		2	3	3	1	3	2	2					

M o r g e n s

Nr	12	12 ^{1/4}	12 ^{1/2}	12 ^{3/4}	1	1 ^{1/4}	1 ^{1/2}	1 ^{3/4}	2	2 ^{1/4}	2 ^{1/2}	2 ^{3/4}	3	3 ^{1/4}	3 ^{1/2}	3 ^{3/4}	4	4 ^{1/4}	4 ^{1/2}	4 ^{3/4}	5	5 ^{1/4}	5 ^{1/2}	5 ^{3/4}	
1	123,8	119,3		123,6	119,6	123,4		123,6		120,5		120,6		124,6		120,5		124,1	124,0	124,0	123,7	123,7	123,7	122,9	120,6
2	120,3		120,5	120,5			120,5	120,5	120,0	120,0		120,1		120,3				124,0	125,9	123,2	123,5	125,4	123,4	123,4	123,4
3							119,8											126,2	125,9	126,1	134,5	124,7	123,4	125,3	
4																		121,6	126,1	133,9	123,5	124,6	120,7		
5																					134,9		124,6	120,6	
6																								133,9	
Mittel	122,0	119,3		122,0	119,6	123,4	121,3	121,3	120,2	122,4	120,3	120,3	122,4	120,5	124,8	124,4	126,9	124,3	123,8	124,1					
Gew	2	1		2	1	1	3	3	2	2	2	2		1	1	1		3	4	5	4	4	4	5	6

D. Nach Stunden geordnete Zusammenstellung der in Abteilung A bestimmten Differenzen 4.

V o r m i t t a g

Nr	6	6 ^{1/4}	6 ^{1/2}	6 ^{3/4}	7	7 ^{1/4}	7 ^{1/2}	7 ^{3/4}	8	8 ^{1/4}	8 ^{1/2}	8 ^{3/4}	9	9 ^{1/4}	9 ^{1/2}	9 ^{3/4}	10	10 ^{1/4}	10 ^{1/2}	10 ^{3/4}	11	11 ^{1/4}	11 ^{1/2}	11 ^{3/4}
1	-6,1	-3,9	+3,2	+4,9	-2,1	-0,8	+6,4	+1,9	+5,9	+5,6	+5,8	+5,4	+4,6	+3,7	+3,2	+4,4	+5,6	+6,2		+5,5	+5,1	+6,0	+5,8	+6,6
2	-0,1	+1,0	+4,7	+5,7	+4,9	+5,9	+6,2	+6,6	+6,4		+7,0	+6,1	+6,0	+3,5	+4,0	+6,1	+5,8		+6,3		+6,8	+7,0		
3	+4,0	+5,7	+1,2	+2,5	+6,3	+2,7	+6,0				+7,2		-7,0	+6,5	+5,7									
4	+0,1	-0,8	+1,7		+3,0		+6,8							+7,3	+6,7									
5	+2,2	-0,8	+2,4																					
6	+2,5	+1,8																						
7	+2,6	+2,4																						
Mittel	+0,7	+0,8	+2,6	+4,4	+3,0	+2,6	+6,4	+5,2	+6,2	+6,0	+5,8	+6,5	+5,3	+5,6	+5,1	+5,2	+5,8	+6,1		+6,1	+6,0	+6,0	+5,8	+6,6
Gew	7	7	5	3	4	3	1	4	2	2	1	3	2	3	4	4	2	3		2	2	1	1	1

N a c h m i t t a g

Nr	12	12 ^{1/4}	12 ^{1/2}	12 ^{3/4}	1	1 ^{1/4}	1 ^{1/2}	1 ^{3/4}	2	2 ^{1/4}	2 ^{1/2}	2 ^{3/4}	3	3 ^{1/4}	3 ^{1/2}	3 ^{3/4}	4	4 ^{1/4}	4 ^{1/2}	4 ^{3/4}	5	5 ^{1/4}	5 ^{1/2}	5 ^{3/4}
1			+5,6	+6,2	+6,3	+5,4	+5,9	+5,4	+6,3	+1,5	+4,3	+5,6	+5,8	+5,2	+5,9	+4,5	+4,8	+5,6	+4,6	+5,6	+4,2	+3,9	+4,7	+5,4
2			+6,8	+6,4	+6,1	+6,5				+6,3	+5,4	+4,5	+5,5	+6,4	+6,6	+5,5	+5,4	+4,7	+5,3	+7,5	+5,0	+3,8	+5,2	+4,5
3													+6,7	+4,1	+4,3	+4,3	+4,3	+4,7	+5,6	+5,5	+4,8	+4,1	+4,4	+3,9
4													+4,4		+5,5	+4,6	+6,5	+3,8	+4,7	+5,3	+4,1	+5,7	+1,8	+5,3
5														+4,5	+2,4	+6,5	+5,4	+6,9	+5,4	+4,8	+6,7	+5,5	+3,5	
6														+4,3	+5,4			+5,3	+4,1	+4,3	+5,9	+4,4	+5,4	+5,1
7														+5,1	+5,1			+5,4	+4,4	+3,9	+3,5	+3,9	+4,0	+4,5
8																		+3,2	+6,1	+4,2	+5,1	+5,5	+3,5	+2,3
9																		+2,5	+5,6	+4,6	+4,6	+5,4	+3,3	+2,9
10																		+6,6	+4,4	+4,1		+1,8	+5,6	+5,7

N a c h m i t t a g

Nr	12	12 ^{1/4}	12 ^{1/2}	12 ^{3/4}	1	1 ^{1/4}	1 ^{1/2}	1 ^{3/4}	2	2 ^{1/4}	2 ^{1/2}	2 ^{3/4}	3	3 ^{1/4}	3 ^{1/2}	3 ^{3/4}	4	4 ^{1/4}	4 ^{1/2}	4 ^{3/4}	5	5 ^{1/4}	5 ^{1/2}	5 ^{3/4}
11																	+7,9	+3,2	+6,3	+4,6	+1,0	+5,3	+6,2	+5,8
12																		+6,5	+5,7	+5,4	+3,6	+5,1	+5,5	+4,8
13																		+6,6	+5,8	+6,6	+3,1	+4,0	+3,7	+5,3
14																		+7,2	+3,0	+6,0	+2,5	+4,4	+3,0	+4,3
15																		+5,9	+5,1	+5,2	+4,7	+5,5		+2,1
16																		+6,2	+5,2	+5,2		+3,4		
17																		+3,8	+4,1	+2,9		+3,1		
18																		+2,2	+6,2	+4,1		+6,2		
19																		+6,1	+6,5	+4,0		+6,1		
20																		+6,2		+3,6		+5,7		
21																		+7,9		+4,6		+2,4		
22																		+7,1		+6,2		+6,2		
23																				+5,7		+6,3		
24																						+3,8		
25																						+3,7		
Mittel		+6,2	+6,3	+6,2	+6,2	+5,9	+5,9	+5,4	+6,2	+4,3	+4,8	+5,0	+5,6	+5,2	+5,4	+4,4	+5,3	+5,4	+5,1	+4,9	+4,0	+4,6	+4,3	+4,5
Gew		2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	4	3	5	7	11	22	19	22	15	25	14	15

N a c h t s

Nr	6	6 ^{1/4}	6 ^{1/2}	6 ^{3/4}	7	7 ^{1/4}	7 ^{1/2}	7 ^{3/4}	8	8 ^{1/4}	8 ^{1/2}	8 ^{3/4}	9	9 ^{1/4}	9 ^{1/2}	9 ^{3/4}	10	10 ^{1/4}	10 ^{1/2}	10 ^{3/4}	11	11 ^{1/4}	11 ^{1/2}	11 ^{3/4}
1	+4,9	+4,9	+2,6	+3,5	+3,9	+3,4	+2,6	+2,6	-1,5		-0,5	-4,8		+0,0	+2,5	-0,6		-2,7		+4,1	+1,0	+3,1	+0,8	+0,3
2	+3,9	+7,5	+3,5	+2,1	+3,7	+3,0		+2,3	+3,0			-1,0		-4,3	-5,5	-4,2		-5,1		-2,0	+1,3	+0,3	-2,5	
3	+4,6	+3,2	+1,8	+2,9	+3,5	+2,7									-3,2			-3,4		-2,6		-1,9		

Tafel Nr 11.

Refractionen und Höhenunterschiede zwischen Kapellenberg und Döbra.

A. Beobachtet in Kapellenberg.

Nr	Zeit der Beobachtung	Mittl Luftdr	Absol Temp	Refraction		Diffz Δ	Nr	Zeit der Beobachtung	Mittl Luftdr	Absol Temp	Refraction		Diffz Δ		
				beob	ber						beob	ber			
				1878, August	mm	C					Sec	Sec	m	1878, August	mm	C	Sec	Sec	m
1	21. Vm	8.40	696,2	284,0	136,3	122,7	- 3,1	32	22. Nm	5.55	695,6	288,1	127,8	119,0	-2,1
2	"	8.50	696,3	283,9	135,8	122,9	- 3,0	33	27. Nm	5.30	693,0	289,2	127,9	117,3	-2,5
3	"	8.55	696,3	283,8	139,2	122,0	- 3,8	34	"	5.35	693,0	289,2	127,7	117,3	-2,5
4	"	9.—	696,3	283,8	144,9	123,0	- 5,3	35	"	6.—	693,0	289,0	121,5	117,4	-1,0
5	"	9.10	696,3	283,6	142,2	123,1	- 4,4	36	28. Nm	3.55	693,5	290,8	110,6	116,2	+1,3
6	"	9.15	696,3	283,6	142,4	123,1	- 4,5	37	"	4.—	693,5	290,8	112,9	116,2	+0,7
7	"	9.20	696,3	283,7	140,7	123,0	- 4,1	38	"	4. 5	693,5	290,8	117,6	116,2	-0,4
8	"	9.30	696,3	283,7	140,9	123,0	- 4,1	39	"	4. 7	693,5	290,8	117,8	116,2	-0,4
9	"	9.40	696,3	283,7	140,3	123,0	- 4,0	40	"	4. 8	693,5	290,8	118,3	116,2	-0,5
10	"	10.—	696,2	283,5	135,0	123,2	- 2,7	41	"	4.45	693,5	291,4	113,9	115,7	+0,4
11	"	10.10	696,2	283,5	137,5	123,2	- 3,8	42	"	5.—	693,5	291,7	115,3	115,4	\pm 0,0
12	"	10.20	696,2	283,5	137,7	123,2	- 3,4	43	"	5.10	693,4	291,0	117,1	115,8	-0,3
13	"	10.30	696,2	283,5	137,6	123,2	- 3,3	44	"	8.45	693,3	287,5	146,4	118,8	-6,4
14	"	10.45	696,2	283,5	138,3	123,2	- 3,5	45	"	9.—	693,4	287,4	144,5	118,9	-5,9
15	"	11.—	696,2	283,5	138,0	123,2	- 3,4	46	"	9.15	693,5	287,3	140,8	119,5	-4,9
16	"	11.15	696,2	283,3	139,9	123,2	- 3,9	47	"	9.30	693,6	287,2	139,3	119,1	-4,7
17	"	11.30	696,2	283,0	144,5	123,6	- 4,8	48	"	9.45	693,7	286,9	140,1	119,4	-4,8
18	"	11.45	696,1	282,9	144,7	123,6	- 4,9	49	"	10.—	693,7	286,7	143,1	119,6	-5,5
19	"	12.—	696,1	282,7	149,7	123,8	- 6,0	50	"	10.15	693,7	286,6	143,2	119,9	- 5,5
20	22. Vm	12.15	696,1	282,8	147,7	123,8	- 5,6	51	"	10.30	693,7	286,5	147,0	119,7	-6,3
21	"	1.30	696,1	283,1	142,5	123,5	- 4,3	52	"	10.45	693,7	286,4	150,0	119,8	-7,0
22	"	1.45	696,0	283,0	149,7	123,5	- 6,0	53	"	11.—	693,7	286,3	150,4	119,9	-7,1
23	"	2.—	696,0	282,9	149,4	123,6	- 5,8	54	"	11.15	693,7	286,2	148,3	120,0	-6,6
24	"	2.15	696,0	282,8	150,4	123,7	- 6,2	55	"	11.30	693,7	286,2	144,7	120,0	-5,7
25	"	2.45	696,0	282,7	167,9	123,5	-10,3	56	"	11.45	693,7	286,0	145,2	120,2	-5,8
26	22. Nm	5.15	695,6	289,8	124,3	117,7	- 1,6	57	"	12.—	693,7	285,9	148,3	120,3	-6,5
27	"	5.30	695,6	289,4	122,0	118,0	- 1,0	58	29. Vm	12.15	693,8	285,7	148,0	120,4	-6,4
28	"	5.35	695,6	289,1	124,5	118,2	- 1,5	59	"	12.30	693,8	285,6	150,7	120,5	-7,0
29	"	5.40	695,6	288,9	123,9	118,4	- 1,3	60	"	12.45	693,7	285,6	153,1	120,5	-7,6
30	"	5.45	695,6	288,7	123,8	118,6	- 1,2	61	"	1.—	693,7	285,5	148,4	120,6	-6,4
31	"	5.50	695,6	288,4	125,2	118,8	- 1,5	62	"	1.15	693,7	285,5	150,4	120,6	-6,9

Nr	Zeit der Beobachtung		Mittl Luftdr	Absol Temp	Refraction		Diffz δ	Nr	Zeit der Beobachtung		Mittl Luftdr	Absol Temp	Refraction		Diffz δ
	1878, August				beob	ber			1878, August				beob	ber	
			mm	C	Sec	Sec	m				mm	C	Sec	Sec	m
63	29. Vm	1.30	693,7	285,5	153,0	120,6	-7,5	98	31. Vm	4.15	692,3	284,8	155,2	120,7	-8,0
64	"	1.45	693,7	285,5	153,0	120,6	-7,5		September						
65	"	2.—	693,6	285,5	152,0	120,5	-7,2								
66	"	2.15	693,6	285,5	150,2	120,5	-6,9	99	3. Nm	4. 5	702,0	285,4	110,4	123,6	+3,0
67	"	2.30	693,6	285,5	146,9	120,5	-6,1	100	"	4.15	702,0	285,4	114,5	123,6	+2,1
68	"	2.45	693,6	285,4	147,2	120,6	-6,1	101	"	4.20	701,9	285,3	112,6	123,6	+2,5
69	"	3.15	693,6	285,4	148,9	120,6	-6,5	102	"	4.30	701,9	285,3	113,4	123,6	+2,3
70	29. Nm	5.20	692,1	293,3	117,8	119,1	+0,4	103	"	4.40	701,9	285,1	113,6	123,8	+2,3
71	30. Nm	9.30	691,4	287,8	145,9	118,2	-6,4	104	"	4.45	701,9	285,0	113,8	123,9	+2,3
72	"	9.45	691,5	287,7	152,2	118,0	-7,9	105	"	4.50	701,9	284,9	114,8	124,0	+2,1
73	"	10.—	691,6	287,6	151,8	118,1	-7,8	106	"	5.—	701,9	284,7	115,2	124,1	+2,0
74	"	10.15	691,6	287,6	152,8	118,1	-8,0	107	"	5.10	701,8	284,6	115,9	124,2	+1,9
75	"	10.30	691,6	287,6	152,7	118,1	-8,0	108	"	5.15	701,8	284,5	116,8	124,3	+1,7
76	"	10.45	691,6	287,5	144,3	118,2	-6,0	109	"	5.30	701,8	284,5	118,2	124,3	+1,4
77	"	11.—	691,6	287,4	144,1	118,3	-6,0	110	"	5.40	701,9	284,4	120,8	124,4	+0,8
78	"	11.15	691,7	287,1	140,3	118,5	-5,0	111	5. Nm	4.15	698,8	294,6	121,3	115,0	-1,5
79	"	11.30	691,7	286,9	142,5	118,8	-5,5	112	"	4.30	698,8	294,6	123,2	115,0	-1,9
80	"	11.45	691,8	286,6	142,1	119,0	-5,4	113	"	4.50	698,8	294,0	125,2	115,4	-2,3
81	"	12.—	691,8	286,4	143,2	119,2	-5,6	114	"	5.—	698,8	293,7	125,1	115,6	-2,2
82	31. Vm	12.15	691,8	286,2	149,1	119,3	-6,9	115	"	5.15	698,8	293,4	135,5	115,9	-4,6
83	"	12.30	691,8	286,0	153,6	119,5	-7,9	116	6. Nm	2.15	698,2	297,3	106,8	112,6	+1,3
84	"	12.45	691,8	286,0	149,9	119,5	-7,1	117	"	2.55	698,2	297,2	102,5	112,7	+2,3
85	"	1.—	691,8	286,0	140,3	119,5	-4,8	118	"	3.20	698,2	297,2	106,9	112,7	+1,3
86	"	1.15	691,9	285,8	142,7	119,7	-5,3	119	"	3.35	698,1	297,1	108,0	112,8	+1,1
87	"	1.30	691,9	285,8	140,8	119,7	-4,9	120	"	3.50	698,1	296,8	108,8	113,0	+0,9
88	"	1.45	692,0	285,8	142,2	119,7	-5,2	121	"	4. 5	698,1	296,6	111,3	113,1	+0,4
89	"	2.—	692,0	285,8	152,9	119,7	-7,7	122	"	4.20	698,1	296,6	111,3	113,1	+0,4
90	"	2.15	692,0	285,6	148,5	119,9	-6,6	123	"	4.35	698,1	296,5	111,5	113,2	+0,4
91	"	2.30	692,0	285,5	151,8	120,0	-7,2	124	"	4.50	698,1	296,2	111,5	113,4	+0,4
92	"	2.45	692,0	285,4	153,7	120,1	-7,9	125	"	4.55	698,1	296,1	113,0	113,5	+0,1
93	"	3.—	692,0	285,2	150,5	120,3	-7,0	126	"	5.—	698,1	296,0	115,0	113,6	-0,4
94	"	3.15	692,0	285,2	150,2	120,3	6,9	127	"	5.15	698,1	295,7	115,5	113,8	-0,4
95	"	3.30	692,1	285,1	153,4	120,3	-7,6	128	"	5.25	698,1	295,3	116,5	114,1	-0,6
96	"	3.45	692,2	285,0	149,5	120,5	-6,7	129	"	5.35	698,1	295,0	119,1	114,4	-1,1
97	"	4.—	692,3	285,0	153,8	120,5	-7,7								

Nr	Zeit der Beobachtung		Mittl Luftdr	Absol Temp	Refraction		Diffz δ	Nr	Zeit der Beobachtung		Mittl Luftdr	Absol Temp	Refraction		Diffz δ
	1879, Mai	mm			C	Sec			Sec	m			1879, Juni	mm	
			beob	ber			beob				ber				
130	30. Nm	5.45	695,2	290,5	117,1	117,4	$\pm 0,0$	163	1. Nm	12.45	693,5	288,4	101,4	118,5	+3,9
131	"	6.—	695,4	290,5	121,5	117,4	-0,5	164	"	1.15	693,3	289,5	99,8	117,5	+4,1
132	"	6.15	695,1	290,3	117,5	117,5	$\pm 0,0$	165	"	1.30	693,3	290,0	99,1	117,1	+4,2
133	"	6.30	695,2	290,1	128,2	117,7	-2,6	166	"	1.45	693,4	290,0	102,6	117,2	+3,3
134	"	6.45	695,0	290,0	129,4	117,7	-2,8	167	"	2.—	693,3	289,6	105,2	117,5	+2,8
135	31. Nm	6.—	692,7	287,6	106,2	120,0	+3,2	168	"	5.30	692,8	290,4	102,4	118,5	+1,1
136	"	6.15	692,7	287,7	110,8	119,9	+2,1	169	"	5.45	692,8	290,3	101,4	118,5	+1,9
137	"	6.30	692,8	287,3	116,7	119,2	+0,5	170	"	6.—	692,7	289,2	99,8	117,5	+0,9
138	"	6.45	692,8	287,2	119,6	119,3	-0,1	171	"	6.15	692,7	289,5	99,1	117,1	+0,3
139	"	7.—	693,1	286,5	120,1	119,9	-0,1	172	"	6.30	692,7	288,5	118,7	118,2	-0,2
140	"	7.15	694,1	287,1	122,6	119,8	-0,5	173	"	6.45	692,7	288,2	119,1	118,4	-0,2
	Juni							174	"	7.—	692,6	287,7	120,6	118,8	-0,5
								175	"	7.15	692,5	288,7	113,6	117,9	+1,0
141	1. Vm	6.30	693,9	284,8	128,3	121,7	-1,8	176	"	7.30	692,6	287,4	114,1	119,0	+1,1
142	"	6.45	693,9	284,9	118,2	121,6	+0,8	177	"	7.45	692,5	287,2	118,6	119,2	+0,1
143	"	7.—	694,0	285,5	117,2	121,1	+0,9	178	2. Vm	5.—	694,0	281,7	155,8	124,4	-7,3
144	"	7.15	694,1	285,6	114,2	121,0	+1,6	179	"	5.15	694,2	281,6	151,0	124,5	-6,2
145	"	7.30	694,1	287,0	112,1	119,9	+1,8	180	"	5.30	693,5	281,9	146,9	124,0	-5,4
146	"	7.45	694,1	286,8	114,5	120,0	+1,3	181	"	5.45	693,6	282,1	132,9	123,9	-2,1
147	"	8.—	694,1	286,9	112,8	120,0	+1,7	182	"	6.—	693,6	282,4	129,4	123,6	-1,3
148	"	8.15	694,0	286,3	112,2	120,4	+1,9	183	"	6.15	694,0	282,5	123,5	123,7	$\pm 0,0$
149	"	8.30	694,0	287,0	106,9	119,8	+3,0	184	"	6.30	694,2	282,9	125,1	123,4	-0,4
150	"	8.45	694,0	287,4	106,1	119,5	+3,1	185	"	6.45	694,4	283,4	118,8	123,0	+0,9
151	"	9.—	694,0	287,2	110,3	119,7	+2,1	186	"	7.—	694,3	284,2	112,4	122,3	+2,3
152	"	9.15	693,9	287,7	104,8	119,2	+3,3	187	"	7.30	694,5	285,2	123,5	121,5	-0,5
153	"	9.30	693,8	286,7	103,1	120,0	+3,9	188	"	8.—	694,6	285,4	114,6	121,4	+1,6
154	"	9.45	693,8	287,1	103,2	119,7	+3,8	189	"	8.15	694,7	285,4	110,7	121,5	+2,5
155	"	10.—	693,8	287,0	105,4	119,8	+3,3	190	"	8.30	694,7	285,8	109,0	121,1	+2,8
156	"	10.15	693,8	287,0	100,5	119,8	+4,5	191	"	8.45	694,8	286,0	103,8	121,0	+3,9
157	"	10.30	693,8	286,6	104,9	120,1	+3,5	192	"	9.—	694,9	286,3	101,1	120,7	+4,5
158	"	11.30	693,8	288,1	103,0	118,9	+3,7	193	"	9.30	694,8	286,3	100,4	120,7	+4,7
159	"	11.45	693,7	288,1	96,9	118,8	+5,1	194	"	11.—	695,0	285,2	92,1	121,7	+6,8
160	1. Nm	12.—	693,7	288,8	103,1	118,2	+3,5	195	"	11.45	694,7	287,5	97,8	119,7	+5,1
161	"	12.15	693,6	288,8	102,8	118,2	+3,5	196	5. Vm	9.—	695,7	287,8	110,6	119,8	+2,1
162	"	12.30	693,5	288,4	102,4	118,5	+3,8	197	"	9.15	695,6	287,2	110,2	120,2	+2,3

Nr	Zeit der Beobachtung		Mittl Luftdr	Absol Temp	Refraction		Diffz Δ	Nr	Zeit der Beobachtung		Mittl Luftdr	Absol Temp	Refraction		Diffz Δ
	1879, Juni				Sec	Sec			1880, Mai				Sec	Sec	
	mm	C	Sec	Sec	mm	C	Sec		Sec	m					
198	5. Vm	9.30	695,5	287,2	107,9	120,2	+3,0	231	16. Nm	7.—	694,4	286,0	112,6	120,8	+1,9
199	"	9.45	695,3	287,6	106,9	119,8	+3,0	232	"	7.10	694,4	285,5	115,1	121,9	+1,6
200	"	10.—	695,2	287,8	105,1	119,6	+3,1	233	"	7.15	694,4	285,2	119,1	122,4	+0,7
201	"	10.15	695,2	287,8	107,1	119,6	+2,9	234	"	7.20	694,4	285,1	122,6	122,3	-0,1
202	"	10.30	695,2	287,8	93,6	119,6	+6,0	235	"	7.25	694,4	285,0	129,2	121,2	-1,9
203	"	11.—	695,2	288,6	100,4	118,9	+4,3	236	"	7.30	694,4	284,8	132,3	122,5	-2,3
204	"	11.15	695,2	287,8	109,6	119,6	+2,3	237	17. Nm	4.—	696,4	286,1	118,3	121,4	+0,7
205	"	11.45	695,1	290,0	108,2	117,7	+2,2	238	"	4.15	696,4	285,3	113,7	122,1	+1,9
206	"	12.—	695,0	289,2	105,3	118,4	+3,0	239	"	4.30	696,4	283,2	113,7	123,9	+2,4
207	5. Nm	12.45	694,9	289,3	104,9	118,2	+3,1	240	"	4.35	696,3	283,2	107,5	123,9	+3,8
208	"	1.30	694,6	294,8	106,9	113,8	+1,6	241	"	4.40	696,3	283,3	110,4	123,8	+3,1
209	"	1.45	694,4	289,0	91,1	118,3	+6,3	242	"	4.45	696,3	283,4	109,1	123,7	+3,4
210	"	6.—	693,7	291,3	115,3	116,2	+0,2	243	"	4.50	696,3	283,9	109,4	123,3	+3,2
211	"	6.15	693,6	289,5	113,8	117,6	+0,9	244	"	5. 5	696,1	284,7	103,7	122,5	+4,4
212	"	6.45	693,6	288,9	112,0	118,1	+1,4	245	"	5.10	696,1	284,5	100,9	123,0	+5,1
213	"	7.—	693,5	289,0	120,0	118,0	-0,5	246	"	5.20	696,0	283,6	102,0	123,4	+5,0
214	"	7.15	693,3	289,0	116,6	117,9	+0,3	247	"	5.25	696,0	283,0	107,2	126,8	+4,0
215	"	7.30	693,3	288,8	117,8	118,1	+0,1	248	"	5.30	696,0	282,3	113,8	124,6	+2,5
	1880, Mai							249	"	5.35	696,0	282,4	115,7	124,5	+2,0
								250	"	5.40	695,9	282,5	114,0	124,4	+2,4
216	16. Nm	4.10	694,4	291,6	110,5	116,2	+1,3	251	"	5.50	695,9	282,8	109,6	124,1	+3,4
217	"	4.15	694,4	291,6	109,7	116,2	+1,5	252	"	6.—	696,0	283,1	108,9	123,9	+3,5
218	"	4.20	694,4	291,4	108,6	116,4	+1,8	253	"	6. 5	696,1	282,5	113,5	124,4	+2,5
219	"	4.30	694,3	290,8	105,6	116,8	+2,6	254	"	6.10	696,1	282,0	115,9	124,9	+2,1
220	"	4.40	694,2	291,2	103,0	116,5	+3,1	255	"	6.30	696,2	281,5	117,3	125,4	+1,1
221	"	4.50	694,2	291,2	97,4	116,5	+4,4	256	"	7.20	696,2	280,1	137,4	126,6	-2,5
222	"	5. -	694,1	291,0	95,5	116,6	+4,9	257	"	7.25	696,2	280,2	140,8	126,5	-3,3
223	"	5.10	694,1	290,5	95,5	117,0	+5,0	258	"	7.30	696,2	280,2	140,4	126,5	-3,2
224	"	5.20	694,1	290,5	95,8	117,0	+4,9	259	"	7.35	696,2	280,2	140,7	126,5	-3,3
225	"	5.30	694,1	290,8	94,9	116,8	+5,1	260	"	7.40	696,3	280,3	143,2	126,5	-3,9
226	"	5.40	694,2	290,3	95,7	117,2	+5,0	261	"	7.45	696,3	280,3	146,7	126,5	-4,7
227	"	6.—	694,2	289,4	96,3	117,9	+5,0	262	"	7.47	696,3	280,3	146,4	127,7	-4,4
228	"	6.10	694,2	289,3	94,5	118,0	+5,6	263	"	7.49	696,3	279,8	147,3	126,9	-4,8
229	"	6.20	694,2	288,9	95,5	118,3	+5,3	264	"	7.52	696,3	279,7	150,3	127,0	-5,4
230	"	6.40	694,3	287,2	107,1	119,8	+2,9	265	"	7.55	696,3	279,3	152,3	127,4	-5,8

Nr	Zeit der Beobachtung	Mittl Luftdr	Absol Temp	Refraction		Diffz Δ	Nr	Zeit der Beobachtung	Mittl Luftdr	Absol Temp	Refraction		Diffz Δ		
				beob	ber						beob	ber			
				Sec	Sec						Sec	Sec		m	
	1880, Mai	mm	C	Sec	Sec	m		1880, Mai	mm	C	Sec	Sec	m		
266	17. Nm	8.—	696,4	278,8	157,1	127,9	-6,8	301	19. Nm	5.40	697,2	276,7	90,8	130,1	+9,1
267	"	8. 5	696,4	278,8	161,4	127,9	-7,8	302	"	7.—	697,3	274,0	95,8	132,7	+8,6
268	18. Vm	5.40	695,6	275,6	145,0	130,6	-3,3	303	"	7. 5	697,3	273,7	98,3	133,0	+8,1
269	"	5.45	695,7	275,6	143,5	130,6	-3,0	304	"	7.10	697,3	273,4	103,6	133,3	+6,9
270	"	5.53	695,7	275,9	146,6	130,3	-3,8	305	"	7.15	697,3	273,2	106,9	133,5	+6,2
271	"	5.55	695,7	275,9	146,2	130,3	-3,7	306	"	7.20	697,3	273,2	108,0	133,5	+5,9
272	"	6.—	695,7	276,1	141,3	130,1	-2,6	307	"	7.25	697,3	273,2	106,9	133,5	+6,2
273	"	6.10	695,7	276,6	139,4	129,6	-1,8	308	"	7.30	697,4	273,2	106,6	133,5	+6,2
274	"	6.25	695,5	277,4	132,6	128,9	-0,9	309	"	7.40	697,3	273,1	111,7	133,6	+5,1
275	"	6.30	695,5	277,6	124,1	128,7	+1,1	310	"	7.45	697,3	273,0	115,5	133,7	+4,2
276	"	6.40	695,5	278,2	119,6	128,1	+2,0	311	"	8.—	697,3	272,5	118,7	134,2	+3,6
277	"	6.50	695,5	278,8	115,3	127,6	+2,8	312	20. Vm	4.45	697,3	271,0	151,7	135,7	-3,8
278	"	7.—	695,6	279,5	116,6	127,0	+2,4	313	"	4.50	697,3	271,1	158,0	135,6	-5,2
279	"	7.10	695,5	278,9	116,2	127,4	+2,3	314	"	4.55	697,4	271,2	163,3	135,5	-6,7
280	"	7.20	695,5	279,2	115,4	127,2	+2,7	315	"	5.—	697,4	271,3	163,8	135,4	-6,6
281	"	7.30	695,5	280,2	112,3	126,3	+3,2	316	"	5. 5	697,4	271,5	168,6	135,2	-7,8
282	"	7.40	695,4	280,2	113,3	126,2	+3,0	317	"	5.10	697,4	271,7	168,3	135,0	-7,7
283	"	7.50	695,4	280,7	111,7	125,8	+3,6	318	"	5.15	697,4	271,9	170,1	134,8	-8,2
284	"	8.—	695,4	281,4	112,0	125,2	+3,0	319	"	5.20	697,4	272,1	171,4	134,6	-8,6
285	"	8.10	695,4	282,4	115,0	124,3	+2,1	320	"	5.25	697,4	272,2	167,1	134,5	-7,6
286	"	8.20	695,4	282,6	119,4	123,5	+1,0	321	"	5.30	697,3	272,4	166,9	134,3	-5,2
287	"	8.30	695,6	282,1	127,2	124,6	-0,7	322	"	5.35	697,4	272,8	170,5	134,0	-8,5
288	"	8.40	695,5	282,6	125,4	124,1	-0,3	323	"	5.40	697,4	273,0	168,6	133,7	-8,1
289	"	8.45	695,5	283,1	124,3	123,7	-0,2	324	"	5.45	697,4	273,0	171,0	133,7	-8,7
290	"	8.53	695,5	282,6	127,4	124,2	-0,8	325	20. Nm	4.15	697,0	283,0	109,8	124,3	+3,4
291	"	9. 5	695,6	282,1	122,0	124,6	+0,6	326	"	4.35	696,8	281,0	111,7	126,0	+3,3
292	"	9.10	695,6	282,1	117,7	124,6	+1,6	327	"	4.45	696,9	281,2	114,4	125,9	+2,7
293	19. Nm	4.25	696,2	277,7	99,6	128,8	+6,8	328	"	5.20	696,8	282,2	108,8	124,9	+3,7
294	"	4.30	696,2	277,6	98,6	128,9	+7,0	329	"	5.30	696,8	281,7	107,5	125,4	+4,1
295	"	4.45	697,2	277,8	100,3	129,1	+6,7	330	"	5.45	696,8	282,0	103,5	125,1	+5,0
296	"	4.50	697,2	277,1	99,0	129,8	+7,1	331	"	7.15	696,9	279,7	131,9	127,2	-2,0
297	"	4.55	697,2	276,4	95,6	130,4	+8,1	332	"	7.25	696,9	279,6	140,1	127,3	-3,9
298	"	5. 5	697,3	276,4	106,3	130,4	+6,0	333	"	7.30	696,9	279,0	147,9	127,9	-4,7
299	"	5.15	697,3	277,8	96,3	129,2	+7,6	334	"	7.45	697,1	278,3	153,2	128,6	-5,7
300	"	5.20	697,2	277,5	97,8	129,3	+7,3	335	"	7.55	697,2	278,2	154,3	128,7	-6,4

M o r g e n s

Nr	12	12 ^{1/4}	12 ^{1/2}	12 ^{3/4}	1	1 ^{1/4}	1 ^{1/2}	1 ^{3/4}	2	2 ^{1/4}	2 ^{1/2}	2 ^{3/4}	3	3 ^{1/4}	3 ^{1/2}	3 ^{3/4}	4	4 ^{1/4}	4 ^{1/2}	4 ^{3/4}	5	5 ^{1/4}	5 ^{1/2}	5 ^{3/4}
1	149,7	148,0	150,7	153,1	148,4	150,4	142,5	149,7	149,4	150,4	146,9	167,9	150,5	148,9	153,4	149,5	153,8	155,2		151,7	155,8	151,0	146,9	132,9
2	148,3	149,1	153,6	149,9	140,3	142,7	153,0	153,0	152,0	150,2	151,8	147,2		150,2						158,0	163,3	168,3	167,1	145,0
3	143,2	147,7					140,8	142,2	152,9	148,5		153,7									163,8	170,1	166,9	143,5
4																					168,6	171,4	170,5	168,6
5																								171,0
6																								161,0
Mittel	147,1	148,3	152,2	151,5	144,3	146,6	145,4	148,3	151,5	149,7	149,3	156,3	150,5	149,6	153,4	149,5	153,8	155,2		154,9	162,9	165,8	162,9	153,7
Gew	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	2	3	1	2	1	1	1	1		2	4	4	4	6

C. Nach Stunden geordnete Zusammenstellung der berechneten Refractionen für den Kapellenberg.

V o r m i t t a g

Nr	6	6 ^{1/4}	6 ^{1/2}	6 ^{3/4}	7	7 ^{1/4}	7 ^{1/2}	7 ^{3/4}	8	8 ^{1/4}	8 ^{1/2}	8 ^{3/4}	9	9 ^{1/4}	9 ^{1/2}	9 ^{3/4}	10	10 ^{1/4}	10 ^{1/2}	10 ^{3/4}	11	11 ^{1/4}	11 ^{1/2}	11 ^{3/4}	
1	123,6	123,7	121,7	121,6	121,1	121,0	119,9	120,0	120,0	120,4	119,8	119,5	119,7	119,2	120,0	119,7	119,8	119,8	120,1			121,7	119,6	118,9	118,8
2	130,3	129,6	123,4	123,0	122,3	127,4	121,5	126,2	121,4	121,5	121,1	121,0	120,7	120,2	120,7	119,8	119,6	119,6	119,6			118,9			119,7
3	130,3		128,9	128,1	127,0	127,2	126,3	125,8	125,2	124,3	124,6	124,1	11 ^{1/8}	124,6	120,2										117,7
4	130,1		128,7	127,6						123,5		123,7	124,2												
5												124,6													
Mittel	128,6	126,7	125,7	125,1	123,5	125,2	122,6	124,0	122,2	122,4	121,8	122,1	121,8	121,3	120,3	119,8	119,7	119,7	119,9			120,3	119,6	118,9	118,7
Gew	4	2	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4	5	3	3	2	2	2	2			2	1	1	3

N a c h m i t t a g s

Nr	12	12 ^{1/3}	12 ^{1/2}	12 ^{2/3}	1	1 ^{1/4}	1 ^{1/2}	1 ^{3/4}	2	2 ^{1/4}	2 ^{1/2}	2 ^{3/4}	3	3 ^{1/4}	3 ^{1/2}	3 ^{3/4}	4	4 ^{1/4}	4 ^{1/2}	4 ^{3/4}	5	5 ^{1/4}	5 ^{1/2}	5 ^{3/4}
1	118,2	118,2	118,5	118,5		117,5	117,1	117,2	117,5	112,6			112,7	112,7	112,8	113,0	116,2	116,2	123,6	115,7	115,4	117,7	118,0	118,4
2	118,4					118,8	118,3																	
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								
12																								
13																								
14																								
15																								
16																								
Mittel	118,3	118,2	118,5	118,4		117,5	115,5	117,8	117,5	112,6			112,7	112,7	112,8	113,0	117,2	117,7	120,5	120,8	119,8	120,7	119,6	120,8
Gew	2	1	1	2		1	2	2	1	1			1	1	1	1	8	12	11	16	10	15	14	13

N a c h t s

Nr	6	6 ^{1/4}	6 ^{1/2}	6 ^{3/4}	7	7 ^{1/4}	7 ^{1/2}	7 ^{3/4}	8	8 ^{1/4}	8 ^{1/2}	8 ^{3/4}	9	9 ^{1/4}	9 ^{1/2}	9 ^{3/4}	10	10 ^{1/4}	10 ^{1/2}	10 ^{3/4}	11	11 ^{1/4}	11 ^{1/2}	11 ^{3/4}	
1	119,0	117,5	117,7	117,7	119,9	119,8	119,0	119,2	127,4				122,7	122,0	123,1	123,0	123,2	123,2	123,2	123,2	123,2	123,2	123,2	123,6	123,6
2	117,4	119,9	119,2	119,3	118,8	117,9	118,1	126,5	127,9				122,9	123,0	123,1	119,4	119,6	123,2	119,7	119,8	119,9	120,0	120,0	120,2	120,2
3	120,0	117,1	118,2	118,4	118,0	117,9	121,2	126,5	127,9				118,8	118,9	123,0	118,2	118,0	118,1	119,9	118,1	118,2	118,3	118,5	118,8	119,0

N a c h t s

Nr	6	6 ^{1/4}	6 ^{1/2}	6 ^{3/4}	7	7 ^{1/4}	7 ^{1/2}	7 ^{3/4}	8	8 ^{1/4}	8 ^{1/2}	8 ^{3/4}	9	9 ^{1/4}	9 ^{1/2}	9 ^{3/4}	10	10 ^{1/4}	10 ^{1/2}	10 ^{3/4}	11	11 ^{1/4}	11 ^{1/2}	11 ^{3/4}	
4	117,5	117,6	125,4	118,1	120,8	121,9	122,5	127,7	134,2					119,5				118,1							
5	116,2	118,0	117,8	119,8	132,7	122,4	126,5	126,9	128,7																
6	117,9	118,3	115,0	118,3	133,0	122,3	126,5	127,0	128,9																
7	123,9	124,9	112,4	115,7	118,7	126,6	126,5	133,6	115,1																
8	124,4	117,5		112,6	119,0	133,3	133,5	133,7	115,1																
9	117,2	117,5			115,8	133,5	133,5	128,6																	
10	115,0	114,8			113,4	133,5	127,3	114,7																	
11	117,4	112,1			127,2	127,9	114,8																		
12					119,2	119,5																			
13					119,4	119,5																			
14					113,7	114,6																			
15					113,9																				
Mittel	118,8	117,7	118,0	117,5	121,0	122,8	124,0	125,4	125,7				121,5	121,3	122,2	120,1	120,1	120,3	121,1	120,3	120,4	120,5	120,6	120,8	120,9
Gew	11	11	7	8	10	15	14	11	8				3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3

M o r g e n s

Nr	12	12 ^{1/4}	12 ^{1/2}	12 ^{3/4}	1	1 ^{1/4}	1 ^{1/2}	1 ^{3/4}	2	2 ^{1/4}	2 ^{1/2}	2 ^{3/4}	3	3 ^{1/4}	3 ^{1/2}	3 ^{3/4}	4	4 ^{1/4}	4 ^{1/2}	4 ^{3/4}	5	5 ^{1/4}	5 ^{1/2}	5 ^{3/4}	
1	123,8	120,4	120,5	120,5	120,6	120,6	123,5	123,5	123,6	123,7	120,5	123,5	120,3	120,6	120,3	120,5	120,5	120,7			135,7	124,4	124,5	124,0	123,9
2	120,3	119,3	119,5	119,5	119,7	120,6	120,6	120,5	120,5	120,5	120,0	120,6	120,3		120,3						135,6	135,5	135,0	134,5	130,6
3	119,2	123,8					119,7	119,7	119,9	120,1											135,4	134,8	134,3	130,6	

Tafel Nr 12.

Barometrische Höhenmessungen auf dem Döbra und Kapellenberg.

A. Beobachtungsdata und berechnete Höhenunterschiede.

Nr	Zeit der Beobachtung		Barom Diffz Δ	Mittl Temp θ	Mittl Dunst- druck φ	Ber Höhe h	Nr	Zeit der Beobachtung		Barom Diffz Δ	Mittl Temp θ	Mittl Dunst- druck φ	Ber Höhe h
	1877, Mai							1877, September					
		mm	C	mm	m			mm	C	mm	m		
1	28. Nm	3.—	2,7	292,2	5,4	33,4	27	3. Nm	3.30	2,5	285,9	9,7	30,7
2	"	3.30	2,8	292,6	5,3	35,0	28	6. Vm	5.30	2,8	279,7	6,5	33,1
3	"	4.—	2,5	292,6	5,8	31,3	29	"	6.—	2,6	278,2	6,6	30,7
4	"	4.30	2,5	292,8	5,3	31,3	30	"	7.—	2,9	279,5	7,0	34,4
5	"	5.—	2,6	292,6	4,8	32,6	31	"	7.30	2,7	279,9	7,2	31,9
6	"	5.30	2,4	292,4	4,7	29,6	32	"	8.—	2,7	280,3	7,4	31,9
7	"	6.—	2,3	291,1	4,3	28,7	33	"	8.30	2,7	281,2	7,4	31,9
8	"	6.30	2,5	290,1	4,5	31,1	34	"	9.—	2,6	282,3	7,5	30,8
9	29. Nm	4.—	2,8	286,2	8,1	33,5	35	6. Nm	2.30	2,7	287,3	6,9	32,8
10	"	4.30	2,9	286,1	7,9	35,5	36	"	3.—	2,8	287,5	7,1	34,1
11	"	5.—	2,9	285,9	7,9	35,5	37	"	3.30	2,8	287,4	7,2	34,1
	Juni						38	"	4.—	3,0	286,5	6,9	36,5
							39	"	4.30	2,7	286,9	6,9	32,8
12	1. Vm	5.30	2,7	283,0	8,0	32,5	40	"	5.—	2,9	286,4	7,0	35,3
13	"	6.30	2,7	284,3	8,6	32,6	41	"	5.30	2,5	285,8	7,1	30,4
14	"	7.—	2,8	284,9	8,8	33,8	42	"	6.—	2,4	285,1	7,0	29,2
15	"	7.30	2,6	286,1	8,4	31,5	43	8. Nm	5.30	2,4	280,8	6,1	28,7
16	"	8.—	2,6	286,9	8,6	31,6	44	"	6.—	2,4	280,2	6,1	28,7
17	"	8.30	2,4	288,0	8,8	29,2	45	10. Vm	6.—	2,4	279,9	6,4	28,6
18	2. Nm	6.—	2,6	288,0	7,5	31,6	46	"	6.30	2,4	279,9	6,4	28,6
19	"	6.30	2,8	286,9	7,2	33,9	47	"	7.—	2,6	280,6	6,6	31,0
20	"	7.—	2,5	286,5	7,1	30,2	48	"	7.30	2,5	281,2	6,8	29,8
21	4. Vm	5.—	2,4	286,3	8,1	29,1	49	10. Nm	6.—	2,5	285,9	6,8	30,4
22	"	5.30	2,2	286,9	8,2	26,8	50	11. Vm	6.—	2,8	281,3	7,8	33,3
23	"	6.—	2,4	287,3	8,3	29,3	51	"	6.30	2,6	281,2	7,6	31,0
24	"	6.30	2,6	288,0	8,6	31,8	52	"	7.—	2,5	282,1	7,9	29,8
							53	"	7.30	2,6	282,9	8,2	31,0
	September						54	11. Nm	2.30	2,4	290,7	8,1	29,5
							55	"	3.—	2,4	290,4	7,9	29,5
25	3. Nm	2.30	2,8	288,4	8,3	34,4	56	"	3.30	2,0	290,4	7,9	29,5
26	"	3.—	2,6	287,7	9,0	33,7	57	"	4.—	2,5	290,0	7,8	30,7

Nr	Zeit der Beobachtung		Barom	Mittl	Mittl	Ber	Nr	Zeit der Beobachtung		Barom	Mittl	Mittl	Ber
	1878, August		Diffz Δ	Temp Θ	Dunst- druck φ	Höhe h		1878, August		Diffz Δ	Temp Θ	Dunst- druck φ	Höhe h
			mm	C	mm	m				mm	C	mm	m
58	21. Vm	6.—	2,2	282,6	7,6	26,2	93	28. Nm	5.—	2,5	291,7	11,6	31,0
59	"	6.30	2,1	283,0	7,7	25,1	94	"	5.30	2,4	290,9	11,6	29,8
60	"	9.—	2,4	284,4	8,1	29,0	95	"	8.30	2,3	287,4	10,7	27,6
61	21. Nm	8.30	2,4	284,0	5,8	28,5	96	"	9.—	2,3	287,3	10,6	27,6
62	"	8.45	2,4	284,1	5,7	29,0	97	"	9.30	2,3	287,2	10,6	28,1
63	"	9.10	2,2	283,6	5,9	26,4	98	"	10.—	2,2	286,7	10,5	26,9
64	"	9.30	2,5	283,7	5,7	30,0	99	"	10.30	2,3	286,5	10,5	28,1
65	"	10.—	2,3	283,5	5,7	27,6	100	"	11.—	2,3	286,3	10,2	28,0
66	"	10.30	2,2	283,5	5,6	27,6	101	"	11.30	2,3	286,2	10,3	28,0
67	"	11.—	2,3	283,6	5,6	27,6	102	29. Vm	12.—	2,3	285,9	10,5	28,0
68	"	11.30	2,3	283,0	5,6	27,6	103	"	12.30	2,3	285,6	10,2	28,0
69	22. Vm	12.—	2,4	282,7	5,5	28,7	104	"	1.—	2,2	285,5	10,1	26,7
70	"	12.30	2,3	283,0	5,6	27,5	105	"	1.30	2,2	285,5	10,0	26,7
71	"	1.—	2,4	283,0	5,6	28,1	106	"	2.—	2,2	285,5	10,1	26,7
72	"	1.30	2,1	283,1	5,7	25,2	107	"	2.30	2,3	285,5	10,2	28,0
73	"	2.—	2,1	282,9	5,6	25,1	108	"	3.—	2,3	285,3	10,2	27,9
74	"	2.30	2,2	282,8	5,5	26,3	109	"	3.30	2,2	285,4	10,2	26,7
75	"	3.—	2,2	282,6	5,4	26,3	110	29. Nm	4.30	2,6	293,8	14,0	32,6
76	"	3.30	2,0	282,3	5,7	23,9	111	"	5.—	2,6	293,7	14,0	32,6
77	"	4.—	2,0	282,2	5,7	23,9	112	"	5.30	2,3	293,1	13,6	28,8
78	22. Nm	3.30	2,5	290,5	8,0	30,8	113	30. Vm	8.—	2,3	290,4	13,9	28,7
79	"	4.—	2,6	290,6	8,0	32,0	114	"	8.30	2,4	290,9	13,9	30,0
80	"	4.30	2,7	290,3	8,0	33,3	115	"	9.—	2,4	291,5	14,4	30,0
81	"	5.30	2,5	289,4	7,3	30,6	116	"	9.30	2,4	292,1	14,5	30,0
82	"	6.—	2,4	287,9	7,2	29,4	117	"	10.—	2,5	292,2	14,4	31,3
83	"	6.30	2,5	287,1	6,5	30,7	118	"	10.30	2,5	292,4	14,9	31,3
84	27. Nm	4.—	2,5	289,0	11,7	30,8	119	"	11.—	2,5	292,3	14,5	31,3
85	28. Vm	9.30	2,5	288,9	11,4	30,8	120	"	11.30	2,5	292,4	14,0	31,2
86	28. Nm	1.—	2,6	291,9	11,8	32,2	121	30. Nm	2.30	2,7	292,3	13,3	33,7
87	"	1.30	2,6	291,8	11,8	32,2	122	"	3.30	2,8	291,0	13,2	35,0
88	"	2.—	2,5	291,7	11,8	31,0	123	"	4.—	2,8	291,7	13,1	35,0
89	"	3.—	2,5	290,7	11,8	31,0	124	"	4.30	2,5	291,8	13,6	31,2
90	"	3.30	2,6	291,3	11,9	32,2	125	"	5.—	2,6	291,3	13,3	32,5
91	"	4.—	2,5	290,8	10,3	31,0	126	"	5.30	2,3	290,7	12,1	28,7
92	"	4.30	2,7	291,1	11,6	33,5	127	"	6.—	2,3	289,9	11,8	28,7

Nr	Zeit der Beobachtung		Barom Diffz Δ	Mittl Temp Θ	Mittl Dunst- druck φ	Ber Höhe h	Nr	Zeit der Beobachtung		Barom Diffz Δ	Mittl Temp Θ	Mittl Dunst- druck φ	Ber Höhe h
	1878, August							1878, September					
			mm	C	mm	m				mm	C	mm	m
128	30. Nm	9.30	2,8	287,9	10,4	34,4	161	4. Vm	10.30	2,6	287,9	8,6	31,1
129	"	10.—	2,7	287,6	10,3	33,4	162	4. Nm	2.—	2,6	291,4	8,1	31,9
130	"	10.30	2,8	287,6	10,2	34,4	163	"	2.30	2,8	291,7	8,2	34,4
131	"	11.—	2,4	287,4	10,5	29,4	164	"	3.—	3,0	291,6	8,0	36,8
132	"	11.30	2,7	286,9	10,5	33,1	165	"	3.30	2,8	291,4	7,7	34,4
133	31. Vm	12.—	2,6	286,4	10,4	32,1	166	"	4.—	2,8	292,3	7,9	34,4
134	"	12.30	2,5	286,0	9,9	30,7	167	"	4.30	2,7	292,3	8,4	33,1
135	"	1.—	2,4	286,0	10,0	29,3	168	"	5.—	2,7	291,6	8,7	33,1
136	"	1.30	2,5	285,8	9,9	30,5	169	"	5.30	2,6	290,6	8,3	31,9
137	"	2.—	2,5	285,8	9,9	30,5	170	"	6.—	2,8	289,4	8,5	34,4
138	"	2.30	2,7	285,5	9,8	32,9	171	5. Nm	4.—	2,7	294,6	10,9	33,5
139	"	3.—	2,7	285,2	9,9	32,9	172	"	4.30	3,0	294,6	10,6	37,2
140	"	3.30	2,6	285,1	9,6	31,6	173	"	5.—	2,9	293,7	10,6	35,9
141	"	4.—	2,7	285,0	9,7	32,8	174	"	5.30	2,9	293,1	10,5	35,9
142	"	4.30	2,9	284,6	9,7	35,2	175	"	6.—	2,8	292,4	10,5	34,8
143	31. Nm	4.—	2,6	290,7	10,3	32,2	176	6. Vm	8.—	2,5	289,4	11,6	30,8
144	"	4.30	2,4	290,5	9,7	29,7	177	"	8.30	2,5	290,4	11,6	30,8
145	"	5.—	2,6	290,2	9,4	32,2	178	"	9.—	2,5	290,6	12,1	30,8
146	"	5.30	2,6	289,5	9,2	32,1	179	"	9.30	2,7	291,8	12,3	33,3
147	"	6.—	2,7	289,5	8,8	33,3	180	"	10.—	2,6	292,5	12,3	32,1
	September						181	6. Nm	2.—	2,4	297,3	11,7	30,2
							182	"	2.30	2,5	297,4	11,3	31,5
148	3. Nm	4.—	2,6	285,5	7,6	31,1	183	"	3.—	2,7	297,2	11,5	34,0
149	"	5.—	2,3	284,7	7,8	27,5	184	"	3.30	2,7	297,2	11,9	34,0
150	"	5.30	2,4	284,9	7,8	28,7	185	"	4.—	2,5	296,6	11,7	31,4
151	"	6.—	3,1	284,3	7,5	37,0	186	"	4.30	2,5	296,7	11,7	31,4
152	4. Vm	6.—	2,5	281,0	6,9	29,8	187	"	5.—	2,7	296,0	12,1	33,9
153	"	6.30	2,6	281,4	7,2	31,1	188	"	5.30	2,5	295,2	11,7	30,6
154	"	7.—	2,6	282,5	7,6	31,1	189	"	6.—	2,6	293,9	11,7	32,6
155	"	7.30	2,5	283,2	7,8	29,9	190	"	8.30	2,3	292,1	11,9	28,2
156	"	8.—	2,8	283,8	7,8	33,5	191	"	9.—	2,3	292,5	12,6	28,5
157	"	8.30	2,4	284,8	8,0	28,7	192	"	9.30	2,3	292,2	12,0	28,4
158	"	9.—	2,5	285,8	8,7	29,9	193	"	10.—	2,3	291,9	12,1	28,4
159	"	9.30	2,6	286,5	8,5	31,1	194	"	10.30	2,2	291,7	12,2	27,2
160	"	10.—	2,5	287,1	8,6	29,9	195	"	11.—	2,2	291,9	12,5	27,2

Nr	Zeit der Beobachtung		Barom Diffz Δ mm	Mittl Temp Θ C	Mittl Dunst- druck φ mm	Ber Höhe h m	Nr	Zeit der Beobachtung		Barom Diffz Δ mm	Mittl Temp Θ C	Mittl Dunst- druck φ mm	Ber Höhe h m					
	1878, September							1879, Juni										
196	6. Nm	11.30	2,3	292,1	12,6	28,4	227	2. Vm	11.—	2,7	286,2	6,9	32,8					
	1879, Mai							228	"					11.30	2,6	288,4	6,9	31,1
								229	2. Nm					12.—	2,4	288,3	7,4	29,4
197	30. Nm	6.—	2,9	290,5	7,1	35,8	230	"	12.30	2,5	288,0	7,1	30,9					
198	"	6.30	2,9	290,1	7,3	35,8	231	"	1.—	2,8	288,6	7,4	34,5					
199	"	7.—	2,6	289,3	6,9	32,0		1880, Mai										
200	"	7.15	2,5	289,1	6,8	30,8												
201	"	7.30	2,6	288,8	6,8	31,9	232	15. Vm	5.—	2,6	284,0	8,9	31,4					
	Juni							233	"					5.30	2,7	283,5	8,7	32,4
								234	"					6.—	2,6	284,6	8,8	31,3
202	1. Vm	11.—	2,9	287,5	7,2	35,7	235	"	6.15	2,4	284,9	8,4	29,0					
203	"	11.30	3,0	287,5	7,2	36,8	236	"	6.30	2,5	285,6	8,8	30,3					
204	1. Nm	12.—	3,0	287,5	7,2	36,8	237	"	6.45	2,4	285,7	8,9	29,1					
205	"	12.30	2,8	288,4	7,3	34,7	238	"	7.—	2,3	286,3	8,7	27,9					
206	"	1.—	2,8	288,6	7,2	34,7	239	"	7.15	2,3	286,7	9,1	27,9					
207	"	1.30	2,9	290,0	7,4	35,9	240	"	7.45	2,3	287,4	9,2	28,0					
208	"	2.—	2,9	289,6	7,1	35,9	241	"	8.45	2,3	288,6	9,8	28,1					
209	"	5.30	2,8	290,4	6,8	34,7	242	15. Nm	5.—	2,4	290,9	7,9	29,6					
210	"	6.—	2,6	289,2	6,8	32,1	243	"	5.45	2,4	289,9	7,9	29,5					
211	"	6.30	2,6	288,5	7,1	32,1	244	"	6.30	2,4	288,9	8,1	29,4					
212	"	7.—	2,7	287,7	7,1	33,2	245	"	6.45	2,3	289,5	8,5	28,3					
213	"	7.30	2,5	287,4	6,9	30,7	246	"	7.—	2,4	288,2	8,6	29,4					
214	"	7.45	2,4	287,2	6,8	29,5	247	16. Nm	4.—	2,5	292,1	8,4	31,0					
215	2. Vm	5.—	2,4	281,7	7,8	28,8	248	"	4.15	2,6	291,7	8,9	32,2					
216	"	5.30	2,4	281,9	6,9	28,2	249	"	4.45	2,5	292,0	8,5	31,1					
217	"	6.—	2,4	282,4	6,8	28,3	250	"	5.—	2,5	292,2	7,8	31,1					
218	"	6.30	2,4	282,9	6,8	28,9	251	"	5.15	2,4	291,1	8,1	29,8					
219	"	7.—	2,6	284,2	7,1	31,5	252	"	5.45	2,5	291,8	8,2	31,0					
220	"	7.30	2,7	285,2	6,9	32,8	253	"	6.—	2,5	291,3	8,6	31,0					
221	"	8.—	2,6	285,4	6,9	31,6	254	"	6.15	2,5	291,0	8,2	31,0					
222	"	8.30	2,6	285,8	7,1	31,6	255	"	6.45	2,4	290,0	7,5	29,6					
223	"	9.—	2,8	287,8	6,5	34,1	256	"	7.—	2,3	288,8	6,8	28,3					
224	"	9.30	2,5	287,6	7,1	30,5	257	"	7.15	2,4	287,7	6,8	29,3					
225	"	10.—	2,4	288,2	7,4	29,3	258	17. Vm	5.30	2,8	280,6	5,8	32,2					
226	"	10.30	2,9	287,2	7,4	35,3	259	"	5.45	2,8	279,6	5,8	33,2					

Nr	Zeit der Beobachtung		Barom	Mittl	Mittl	Ber	Nr	Zeit der Beobachtung		Barom	Mittl	Mittl	Ber
	1880, Mai		Diffz d	Temp Θ	Dunst- druck φ	Höhe h		1880, Mai		Diffz d	Temp Θ	Dunst- druck φ	Höhe h
			mm	C	mm	m				mm	C	mm	m
260	17. Vm	6.—	2,7	279,0	5,7	32,0	295	19. Nm	8.—	2,3	274,0	2,7	26,6
261	"	6.30	2,8	279,0	5,7	33,1	296	20. Vm	4.30	2,6	271,2	4,0	29,8
262	"	7.—	2,8	279,1	5,7	33,1	297	"	4.45	2,5	271,2	4,1	28,7
263	"	7.30	2,8	279,9	5,6	33,2	298	"	5.—	2,6	271,3	3,7	29,8
264	"	8.—	2,7	280,6	5,7	32,1	299	"	5.15	2,6	271,6	3,7	29,8
265	"	8.30	2,7	280,7	5,8	32,1	300	"	5.30	2,5	271,9	3,6	28,7
266	"	9.—	2,8	281,3	5,6	33,4	301	"	5.45	2,5	272,4	3,8	28,8
267	"	9.30	2,7	281,5	5,5	32,2	302	"	6.—	2,4	273,0	3,8	27,7
268	17. Nm	4.—	2,6	287,1	4,7	31,6	303	"	6.15	2,6	273,5	3,7	30,1
269	"	4.15	2,6	286,4	4,9	31,6	304	"	6.30	2,6	274,0	3,9	30,1
270	"	4.45	2,7	285,6	4,5	32,7	305	"	6.45	2,5	274,4	3,6	28,9
271	"	5.—	2,5	285,1	4,3	30,2	306	"	7.—	2,4	275,1	3,5	27,9
272	"	5.30	2,4	284,5	4,0	28,9	307	"	7.30	2,5	275,9	3,4	29,1
273	"	6.30	2,6	282,5	4,3	31,1	308	"	8.—	2,6	277,1	2,6	30,4
274	"	7.—	2,4	281,4	4,9	28,6	309	"	8.30	2,7	277,9	3,3	31,6
275	"	7.30	2,4	280,4	4,9	28,5	310	"	9.—	2,7	279,4	2,2	31,7
276	18. Vm	4.45	2,6	276,5	4,6	30,5	311	20. Nm	4.—	2,5	285,1	4,2	30,1
277	"	5.—	2,7	275,9	4,5	31,6	312	"	4.15	2,6	285,2	3,7	31,3
278	"	5.30	2,4	276,1	4,6	28,1	313	"	4.45	2,6	284,1	4,2	31,2
279	"	6.—	2,5	276,6	4,5	29,3	314	"	5.—	2,5	284,1	3,6	30,0
280	"	6.30	2,5	277,5	4,7	29,4	315	"	5.15	2,5	284,1	3,8	30,0
281	"	7.—	2,7	278,3	5,2	31,9	316	"	5.30	2,5	284,1	4,1	30,1
282	"	7.30	2,4	278,9	4,4	28,4	317	"	6.—	2,4	284,0	3,5	28,8
283	"	8.—	2,4	280,2	3,7	28,5	318	"	6.30	2,4	283,0	3,9	28,7
284	"	8.30	2,7	281,4	3,6	32,2	319	"	7.—	2,3	283,2	4,0	27,5
285	"	9.—	2,9	281,9	3,1	34,7	320	"	7.30	2,3	281,3	4,0	27,4
286	"	9.30	2,7	282,0	3,3	32,2	321	"	8.—	2,6	280,7	3,8	30,8
287	19. Nm	5.—	2,5	278,5	3,3	29,4	322	21. Vm	4.15	2,1	278,5	4,6	24,8
288	"	6.—	2,5	277,5	2,9	29,3	323	"	4.30	2,1	278,4	4,5	24,7
289	"	6.15	2,6	277,1	3,0	30,4	324	"	4.45	2,1	278,5	4,3	24,8
290	"	6.30	2,5	276,8	2,8	29,2	325	"	5.—	2,1	278,5	4,3	24,8
291	"	6.45	2,6	276,4	2,9	30,4	326	"	5.15	2,1	278,6	4,3	24,8
292	"	7.—	2,6	275,8	2,8	30,3	327	"	5.30	2,0	278,6	4,1	23,6
293	"	7.15	2,5	275,4	2,9	29,1	328	22. Vm	7.—	2,1	280,2	7,0	25,9
294	"	7.30	2,7	274,9	2,9	31,4	329	"	9.—	2,4	286,3	7,5	29,2

Nr	Zeit der Beobachtung		Barom	Mittl	Mittl	Ber	Nr	Zeit der Beobachtung		Barom	Mittl	Mittl	Ber
	1880, Mai		Diffz Δ	Temp Θ	Dunst- druck φ	Höhe h		1880, Mai		Diffz Δ	Temp Θ	Dunst- druck φ	Höhe h
			mm	C	mm	m				mm	C	mm	m
330	25. Vm	4.15	2,7	282,3	7,1	32,1	365	25. Nm	7.30	2,5	291,3	7,8	30,7
331	"	4.30	2,7	282,2	7,1	32,0	366	"	7.45	2,5	291,2	7,7	30,7
332	"	4.45	2,7	282,3	7,4	32,1	367	26. Vm	4.15	2,1	287,8	9,5	25,4
333	"	5.—	2,5	282,3	7,3	29,7	368	"	4.30	2,2	287,8	7,3	26,6
334	"	5.15	2,4	282,5	7,1	28,5	369	"	4.45	2,2	287,6	6,5	26,6
335	"	5.30	2,6	282,8	7,3	31,0	370	"	5.—	2,4	287,5	6,5	29,0
336	"	5.45	2,6	283,0	7,5	31,0	371	"	5.15	2,3	287,9	6,7	27,9
337	"	6.—	2,4	283,6	7,5	28,7	372	"	5.30	2,5	288,0	6,7	30,3
338	"	6.15	2,5	283,7	7,6	29,9	373	"	5.45	2,4	288,4	7,1	29,1
339	"	6.30	2,6	284,1	7,7	31,1	374	"	6.—	2,4	289,2	7,5	29,2
340	"	6.45	2,5	284,5	7,6	29,9	375	"	6.15	2,7	289,3	7,7	32,8
341	"	7.—	2,6	284,4	7,9	31,1	376	"	6.30	2,6	289,6	7,5	31,6
342	"	7.15	2,7	285,4	8,1	32,4	377	"	6.45	2,5	290,1	7,5	30,5
343	"	7.30	2,6	285,9	8,3	31,3	378	"	7.—	2,5	290,6	7,8	30,6
344	"	7.45	2,7	286,3	8,1	32,5	379	"	7.15	2,6	291,0	7,7	31,8
345	"	8.—	2,7	286,9	7,2	32,6	380	"	7.30	2,6	291,2	7,7	31,8
346	"	8.15	2,7	287,4	7,9	32,7	381	"	7.45	2,7	291,7	8,0	33,1
347	"	8.30	2,7	287,9	8,2	32,7	382	"	8.—	2,7	292,2	8,7	33,2
348	"	8.45	2,6	288,2	7,8	31,5	383	"	8.15	2,6	293,0	8,8	32,0
349	"	9.—	2,8	288,6	7,8	34,0	384	"	8.30	2,5	293,6	8,8	30,9
350	"	9.30	2,6	289,5	8,6	31,7	385	"	8.45	2,6	294,6	8,9	32,2
351	"	10.—	2,7	289,7	8,5	32,9	386	"	9.—	2,6	294,5	9,1	32,2
352	25. Nm	4.—	2,4	294,8	7,6	29,8	387	"	9.15	2,5	294,9	9,2	31,0
353	"	4.15	2,4	294,9	7,0	29,8	388	"	9.30	2,5	295,2	9,3	31,0
354	"	4.30	2,4	295,0	8,2	29,8	389	26. Nm	4.—	2,3	299,0	11,4	29,0
355	"	4.45	2,5	294,7	7,8	31,0	390	"	4.30	2,4	298,6	9,9	30,2
356	"	5.—	2,5	294,5	8,3	31,0	391	"	5.—	2,4	298,5	10,3	30,2
357	"	5.15	2,8	294,0	7,9	34,8	392	"	5.30	2,4	298,3	9,3	30,2
358	"	5.30	2,5	293,8	8,1	30,9	393	"	5.45	2,5	297,9	10,3	31,4
359	"	5.45	2,5	293,5	6,8	30,9	394	"	6.—	2,5	297,6	9,6	31,4
360	"	6.15	2,4	293,1	7,1	29,6	395	"	6.15	2,3	297,4	10,4	28,8
361	"	6.30	2,3	293,1	8,1	28,4	396	"	6.45	2,3	299,0	10,1	29,0
362	"	6.45	2,5	292,7	7,6	30,8	397	"	7.—	2,5	296,3	8,7	31,2
363	"	7.—	2,6	292,4	7,7	32,0	398	"	7.15	2,4	296,1	8,7	29,9
364	"	7.15	2,4	291,9	8,3	29,5	399	27. Vm	4.30	2,8	289,5	8,8	34,2

Nr	Zeit der Beobachtung		Barom	Mittl	Mittl	Ber	Nr	Zeit der Beobachtung		Barom	Mittl	Mittl	Ber
	1880, Mai		Diffz Δ	Temp Θ	Dunst- druck φ	Höhe h		1880, Mai		Diffz Δ	Temp Θ	Dunst- druck φ	Höhe h
			mm	C	mm	m				mm	C	mm	m
400	27. Vm	4.45	2,9	289,5	8,8	35,4	435	28. Vm	4.45	2,0	289,0	9,3	24,5
401	"	6.—	2,8	290,5	8,8	34,3	436	"	5.—	2,0	288,6	8,7	24,5
402	"	6.15	2,8	290,9	9,2	34,6	437	"	5.15	2,0	288,7	8,9	24,5
403	"	6.45	2,6	291,9	9,3	32,1	438	"	5.30	2,0	289,0	8,8	24,4
404	"	7.—	2,6	292,2	10,0	32,1	439	"	5.45	2,0	289,0	8,8	24,5
405	"	7.15	2,6	292,5	9,6	32,1	440	"	6.—	2,0	289,2	8,8	24,5
406	"	7.30	2,8	293,2	8,9	34,7	441	"	6.15	2,2	289,0	8,7	26,9
407	"	7.45	2,6	293,7	9,6	32,3	442	"	6.30	2,2	289,3	8,6	27,0
408	"	8.—	2,8	294,2	9,6	34,8	443	"	6.45	2,1	289,6	8,6	25,8
409	"	8.15	2,6	294,7	8,9	32,4	444	"	7.—	2,2	289,8	8,5	27,0
410	"	8.30	2,7	295,1	9,2	33,7	445	"	7.15	2,3	290,3	8,6	28,3
411	"	8.45	2,4	296,5	9,2	30,1	446	"	7.30	2,1	290,6	9,4	25,9
412	"	9.—	2,6	295,9	9,2	32,5	447	28. Nm	4.—	2,7	291,4	10,6	33,3
413	"	9.15	2,7	296,3	9,3	33,8	448	"	4.15	2,6	291,9	10,1	32,1
414	"	9.30	2,6	296,5	8,9	32,6	449	"	4.30	2,6	291,7	9,5	32,1
415	"	9.45	2,6	296,9	9,2	32,6	450	"	4.45	2,5	291,5	9,6	30,8
416	27. Nm	4.—	2,3	300,8	10,5	29,4	451	29. Vm	4.45	2,5	278,7	5,9	29,2
417	"	4.15	2,4	300,8	10,8	30,6	452	"	5.—	2,4	278,4	5,8	28,0
418	"	4.30	2,4	300,7	10,5	30,6	453	"	5.15	2,4	278,2	5,7	28,0
419	"	4.45	2,7	300,5	10,0	34,4	454	"	5.30	2,4	278,1	5,7	28,0
420	"	5.—	2,8	300,4	9,8	35,7	455	"	5.45	2,3	278,3	5,7	26,9
421	"	5.15	2,8	300,3	10,5	35,7	456	"	6.—	2,3	278,6	5,8	26,9
422	"	5.30	2,6	300,1	10,4	33,1	457	"	6.15	2,2	278,9	6,0	25,7
423	"	5.45	2,7	300,0	10,4	34,4	458	29. Nm	6.—	2,5	283,5	6,0	29,7
424	"	6.—	2,7	299,8	10,2	34,3	459	"	6.15	2,5	283,2	5,9	29,7
425	"	6.15	2,7	299,4	10,3	34,3	460	"	6.30	2,4	282,8	5,8	28,5
426	"	6.30	2,8	299,0	10,9	35,5	461	30. Vm	8.15	2,3	280,9	5,8	27,2
427	"	6.45	2,8	298,6	10,0	35,5	462	"	8.45	2,4	281,8	6,0	28,4
428	"	7.—	2,6	298,3	9,7	32,9	463	"	9.—	2,5	282,4	5,8	29,7
429	"	7.15	2,6	298,7	8,4	32,9	464	"	9.15	2,5	282,5	5,9	29,7
430	"	7.30	2,7	297,2	9,9	34,0	465	31. Vm	6.—	2,2	278,5	6,1	24,6
431	"	8.—	2,6	296,1	10,1	32,7	466	"	6.15	2,1	278,7	6,2	24,7
432	28. Vm	4.—	2,6	291,1	9,0	32,2	467	"	6.30	2,1	279,0	6,3	24,8
433	"	4.15	2,3	290,2	9,5	28,3	468	"	6.45	2,2	279,0	6,0	25,9
434	"	4.30	2,2	289,3	9,2	27,0	469	"	7.15	2,3	280,0	6,2	27,2

Nr	Zeit der Beobachtung		Barom Diffz Δ mm	Mittl Temp Θ C	Mittl Dunst- druck φ mm	Ber Höhe h m	Nr	Zeit der Beobachtung		Barom Diffz Δ mm	Mittl Temp Θ C	Mittl Dunst- druck φ mm	Ber Höhe h m									
	1880, Mai							1880, Juni														
470	31. Vm	7.30	2,4	280,1	6,2	28,4	482	1. Vm	8.45	2,4	282,3	7,0	28,7									
								"	9.—													
	Juni							484	"					9.15	2,6	283,3	7,4	31,2				
									"					9.30					2,5	283,3	7,4	30,0
									"													
471	1. Vm	6.—	2,2	279,2	6,6	26,4	486	"	9.45	2,5	283,4	7,2	30,0									
472	"	6.15	2,2	279,6	6,6	26,5	487	"	10.—	2,5	283,5	7,2	30,0									
473	"	6.30	2,2	279,6	6,6	26,0	488	2. Vm	8.—	2,9	285,5	8,2	35,1									
474	"	6.45	2,3	279,9	6,6	27,4	489	"	8.15	2,7	286,2	8,3	32,8									
475	"	7.—	2,4	280,0	6,6	28,5	490	"	8.30	2,8	286,8	7,8	34,1									
476	"	7.15	2,5	280,1	6,6	29,7	491	"	8.45	2,9	287,8	8,1	35,4									
477	"	7.30	2,6	280,2	6,6	30,9	492	"	9.—	2,8	287,6	7,9	34,2									
478	"	7.45	2,6	280,4	6,8	30,9	493	"	9.15	2,7	287,9	8,0	32,9									
479	"	8.—	2,6	280,5	6,8	30,9	494	"	9.30	2,7	288,4	8,1	33,0									
480	"	8.15	2,5	281,2	6,8	29,8	495	"	9.45	2,7	288,9	8,3	33,1									
481	"	8.30	2,5	281,9	6,9	29,9	496	"	10.—	2,9	289,5	8,5	35,6									

B. Nach Stunden geordnete Zusammenstellung der in Abteilung A bestimmten mittleren absoluten Temperaturen Θ .

Nr	V o r m i t t a g s											
	6	6 ^{1/2}	7	7 ^{1/2}	8	8 ^{1/2}	9	9 ^{1/2}	10	10 ^{1/2}	11	11 ^{1/2}
1	287,3	284,3	284,9	286,1	286,9	288,0	282,3	288,9	292,2	292,4	292,3	292,4
2	278,2	288,0	279,5	279,9	280,3	281,2	284,4	292,1	287,1	287,9	286,2	288,4
3	279,9	279,9	280,6	281,2	290,4	290,9	291,5	286,5	292,5	287,2	287,5	287,5
4	281,3	281,2	282,1	282,9	283,8	284,8	285,8	291,8	288,2			
5	282,6	283,0	282,5	283,2	289,4	290,4	290,6	287,6	289,7			
6	281,0	281,4	284,2	285,2	285,4	285,8	287,8	281,5	283,5			
7	282,4	282,9	286,3	287,4	280,6	288,6	281,3	282,0	289,5			
8	284,6	285,6	286,7	279,9	280,2	280,7	281,9	289,5				
9	284,9	285,7	279,1	278,9	277,1	281,4	279,4	295,2				
10	279,0	279,0	278,3	275,9	286,9	277,9	288,6	296,5				
11	276,6	277,5	275,1	285,9	287,4	287,9	294,5	296,9				

Nr	V o r m i t t a g s											
	6	6 ^{1/2}	7	7 ^{1/2}	8	8 ^{1/2}	9	9 ^{1/2}	10	10 ^{1/2}	11	11 ^{1/2}
12	273,0	274,0	284,4	286,3	292,2	288,2	294,9	283,3				
13	273,5	274,4	285,4	291,2	293,0	293,6	295,9	283,4				
14	283,6	284,1	290,6	291,7	294,2	294,6	296,3	288,4				
15	283,7	284,5	291,0	293,2	294,7	295,1	282,4	288,9				
16	289,2	289,6	292,2	293,7	280,9	296,5	282,5					
17	289,3	290,1	292,5	280,1	280,5	281,8	281,9					
18	290,5	291,9	289,8	290,6	281,2	281,9	283,3					
19	290,9	289,3	290,3	280,2	285,5	282,3	287,6					
20	289,2	289,6	280,0	280,4	286,2	286,8	287,9					
21	289,0	279,0	280,0			287,8	286,3					
22	278,6	279,0	280,1									
23	278,9	279,6	280,2									
24	278,5	279,9										
25	278,7											
26	279,2											
27	279,6											
Mittel	282,3	283,1	284,2	284,7	285,8	287,0	287,0	288,8	289,0	289,2	288,7	289,4
Gewicht	27	24	23	20	20	21	21	15	7	3	3	3

Nr	N a c h m i t t a g											
	12	12 ^{1/2}	1	1 ^{1/2}	2	2 ^{1/2}	3	3 ^{1/2}	4	4 ^{1/2}	5	5 ^{1/2}
1	287,5	288,4	291,9	291,8	291,7	288,4	292,2	292,6	292,6	292,8	292,6	292,4
2	288,3	288,0	288,6	290,0	291,4	287,3	287,7	285,9	286,2	286,1	285,9	285,8
3			288,6		297,3	290,7	287,5	287,5	286,5	286,9	286,4	280,8
4					289,6	292,3	290,4	290,4	290,0	290,3	291,7	289,4
5						291,7	290,7	290,5	290,6	291,1	293,7	290,9
6						297,4	291,6	291,3	289,0	293,8	291,3	293,1
7							297,2	291,0	290,8	291,8	290,2	290,7
8								291,4	291,7	290,5	284,7	289,5
9								297,2	290,7	292,3	291,6	284,9
10									285,5	294,6	293,7	290,6
11									292,3	296,7	296,0	293,1

Nr	N a c h t s												
	6	6 ^{1/2}	7	7 ^{1/2}	8	8 ^{1/2}	9	9 ^{1/2}	10	10 ^{1/2}	11	11 ^{1/2}	
12	293,9	283,0	292,4										
13	290,5	293,1	291,9										
14	289,2	292,7	296,3										
15	291,3	299,0	296,1										
16	291,0	299,0	293,3										
17	277,5	298,6	293,7										
18	277,1	282,8											
19	284,0												
20	283,5												
21	293,1												
22	297,6												
23	297,4												
24	299,8												
25	299,4												
26	283,2												
Mittel	288,9	288,6	288,6	286,6	283,6	286,9	287,8	287,7	287,4	287,3	287,3	287,1	
Gewicht	26	18	17	9	3	4	3	4	4	4	4	4	

Nr	M o r g e n s											
	12	12 ^{1/2}	1	1 ^{1/2}	2	2 ^{1/2}	3	3 ^{1/2}	4	4 ^{1/2}	5	5 ^{1/2}
1	282,7	283,0	283,0	283,1	282,9	282,8	282,6	282,3	282,2	284,6	286,3	283,0
2	285,9	285,6	285,5	285,5	285,5	285,5	285,3	285,4	285,0	282,2	281,7	286,9
3	286,4	286,0	286,0	285,8	285,8	285,5	285,2	285,1	278,5	276,5	284,0	279,7
4									282,3	271,2	275,9	281,9
5									287,8	271,2	271,3	283,5
6									291,1	278,4	271,6	280,6
7									290,2	278,5	278,5	279,6
8										282,3	278,6	276,1
9										287,8	282,3	271,9
10										287,6	282,5	272,4
11										289,5	287,5	278,6

Nr	Morgens											
	12	12 ^{1/2}	1	1 ^{1/2}	2	2 ^{1/2}	3	3 ^{1/2}	4	4 ^{1/2}	5	5 ^{1/2}
12										289,5	287,9	282,8
13										289,3	288,6	283,0
14										289,0	288,7	288,0
15										278,7	278,4	288,4
16											278,2	289,0
17												289,0
18												278,1
19												278,3
Mittel	285,0	284,9	284,8	284,8	284,7	284,6	284,4	284,3	285,3	282,4	281,4	281,6
Gewicht	3	3	3	3	3	3	3	3	7	15	16	19

C. Nach Stunden geordnete Zusammenstellung der in Abteilung A bestimmten Höhenunterschiede h.

Nr	Vormittags											
	6	6 ^{1/2}	7	7 ^{1/2}	8	8 ^{1/2}	9	9 ^{1/2}	10	10 ^{1/2}	11	11 ^{1/2}
1	29,3	32,6	33,8	31,5	31,6	29,2	30,8	30,8	31,3	31,3	31,3	36,8
2	30,7	31,8	34,4	31,9	31,9	31,9	29,0	30,0	29,9	31,1	35,7	31,1
3	28,6	28,6	31,0	29,8	28,7	30,0	30,0	31,1	32,1	35,3	32,8	31,2
4	33,3	31,0	29,8	31,0	33,5	28,7	29,9	33,3	29,3			
5	26,2	25,1	31,1	29,9	30,8	30,8	30,8	30,5	32,9			
6	29,8	31,1	31,5	32,8	31,6	31,6	34,1	32,2	30,0			
7	28,3	28,9	27,9	28,0	32,1	28,1	33,4	32,2	35,6			
8	31,3	30,3	27,9	33,2	28,5	32,1	34,7	31,7				
9	29,0	29,1	33,1	28,4	30,4	32,2	31,7	31,0				
10	32,0	33,1	31,9	29,1	32,6	31,6	29,2	32,6				
11	29,3	29,4	27,9	31,3	32,7	32,7	34,0	32,6				
12	27,7	30,1	25,9	32,5	33,2	31,5	32,2	30,0				
13	30,1	28,9	31,1	31,8	32,0	30,9	31,0	30,0				
14	28,7	31,1	32,4	33,1	34,8	32,2	32,5	33,0				
15	29,9	29,9	30,6	34,7	32,4	33,7	33,8	33,1				
16	29,2	31,6	31,8	32,3	27,2	30,1	29,7					

Nr	V o r m i t t a g											
	6	6 ^{1/2}	7	7 ^{1/2}	8	8 ^{1/2}	9	9 ^{1/2}	10	10 ^{1/2}	11	11 ^{1/2}
17	32,8	30,5	32,1	25,9	30,9	28,4	29,7					
18	34,3	32,1	32,1	28,4	29,8	29,9	28,7					
19	34,6	27,0	27,0	30,9	35,1	28,7	31,2					
20	24,5	25,8	28,3	30,9	32,8	34,1	34,2					
21	26,9	24,8	27,2			35,4	32,9					
22	26,9	25,9	28,5									
23	25,7	26,0	29,7									
24	24,6	27,4										
25	24,7											
26	26,4											
27	26,5											
Mittel	28,9	29,3	30,3	30,9	31,6	31,1	31,6	31,6	31,6	32,6	33,3	33,0
Gewicht	27	24	23	20	20	21	21	15	7	3	3	3

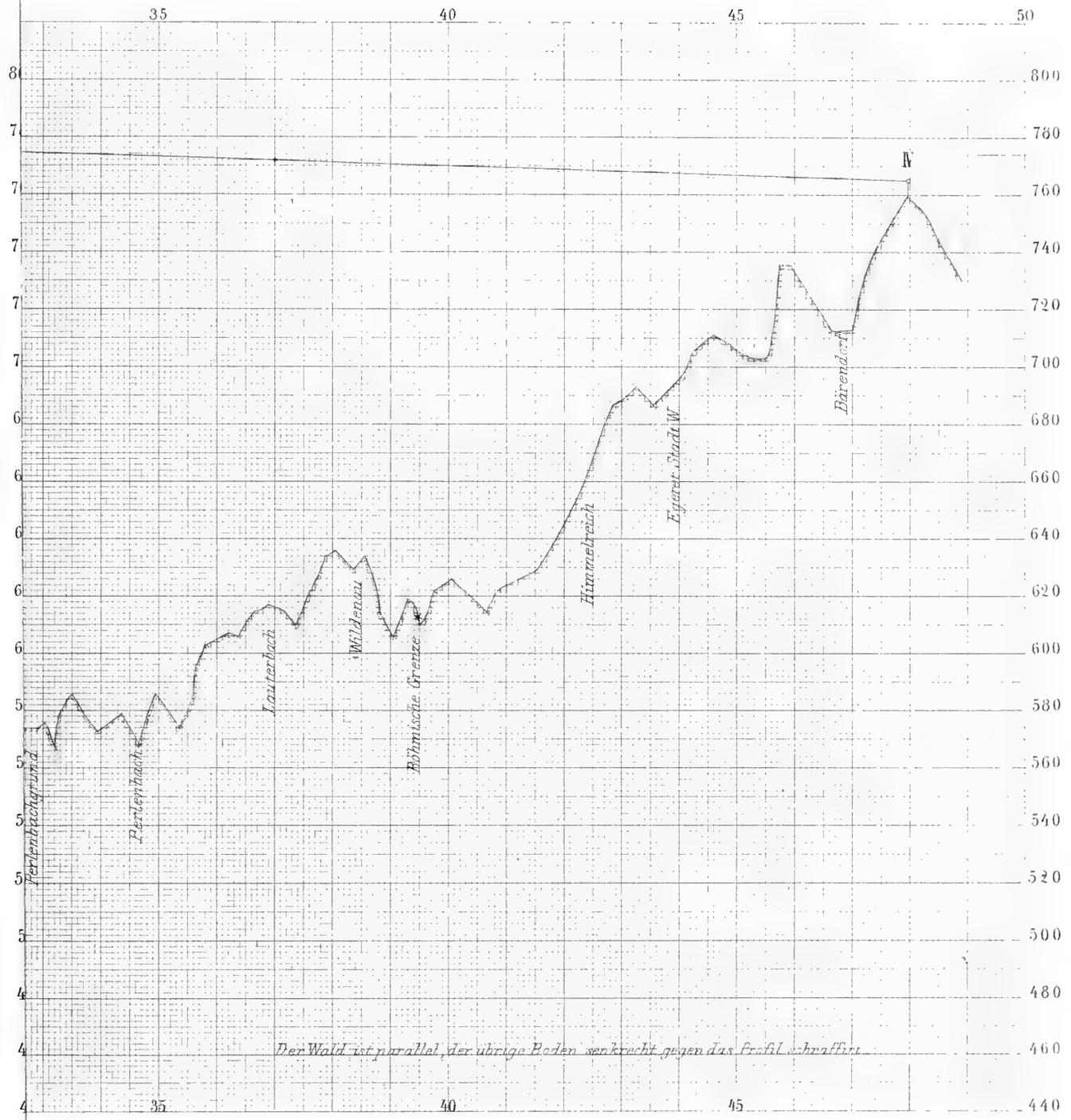
Nr	N a c h m i t t a g											
	12	12 ^{1/2}	1	1 ^{1/2}	2	2 ^{1/2}	3	3 ^{1/2}	4	4 ^{1/2}	5	5 ^{1/2}
1	36,8	34,7	34,7	32,2	31,0	34,4	33,4	35,0	33,5	35,5	35,5	29,6
2	29,4	30,9	34,5	35,9	31,9	32,8	33,7	30,7	31,3	31,3	32,6	30,4
3			32,2		30,2	29,5	34,1	34,1	36,5	32,8	35,3	28,7
4					35,9	33,7	29,5	29,5	30,7	33,3	31,0	30,6
5						34,4	31,0	30,8	32,0	33,5	32,6	29,8
6						31,5	36,8	32,2	30,8	32,6	32,5	28,8
7							34,0	35,0	31,0	31,2	32,2	28,7
8								34,4	35,0	29,7	27,5	32,1
9								34,0	32,2	33,1	33,1	28,7
10									31,1	37,2	35,9	31,9
11									34,4	31,4	33,9	35,9
12									33,5	31,1	29,6	30,6
13									31,4	32,7	31,1	34,7
14									31,0	31,2	29,8	29,5
15									32,2	29,8	30,2	31,0
16									31,6	31,0	29,4	28,9
17									31,6	30,2	30,0	30,1

Nr	N a c h t s											
	6	6 ¹ / ₂	7	7 ¹ / ₂	8	8 ¹ / ₂	9	9 ¹ / ₂	10	10 ¹ / ₂	11	11 ¹ / ₂
21	31,4											
22	28,8											
23	34,3											
24	34,3											
25	29,7											
26	29,7											
Mittel	31,3	31,0	30,4	30,5	30,0	28,3	27,5	30,2	29,1	29,3	28,0	29,3
Gewicht	26	18	17	9	3	4	3	4	4	4	4	4

Nr	M o r g e n s											
	12	12 ¹ / ₂	1	1 ¹ / ₂	2	2 ¹ / ₂	3	3 ¹ / ₂	4	4 ¹ / ₂	5	5 ¹ / ₂
1	28,7	27,5	26,7	25,2	25,1	26,3	26,3	23,9	23,9	35,2	29,1	26,8
2	28,0	28,0	29,3	26,7	26,7	28,0	27,9	26,7	32,8	30,5	28,8	28,2
3	32,1	30,7	28,1	30,5	30,5	32,9	32,9	31,6	24,8	29,8	31,4	32,4
4									32,1	28,7	31,6	32,2
5									25,4	24,7	29,8	33,2
6									32,2	24,8	29,8	28,1
7									28,3	32,0	24,8	28,7
8										32,1	24,8	28,8
9										26,6	29,7	23,6
10										26,6	28,5	31,0
11										34,2	29,0	31,0
12										35,4	27,9	30,3
13										27,0	24,5	29,1
14										24,5	24,5	24,4
15										29,2	28,0	24,5
16											28,0	28,0
17												26,9
18												32,5
19												33,1
Mittel	29,6	28,7	28,0	27,5	27,4	29,1	29,0	27,4	28,5	29,4	28,1	29,1
Gewicht	3	3	3	3	3	3	3	3	7	15	16	19



Kapellenberg



Aufgen. von Ingenieur M. Schmidt.

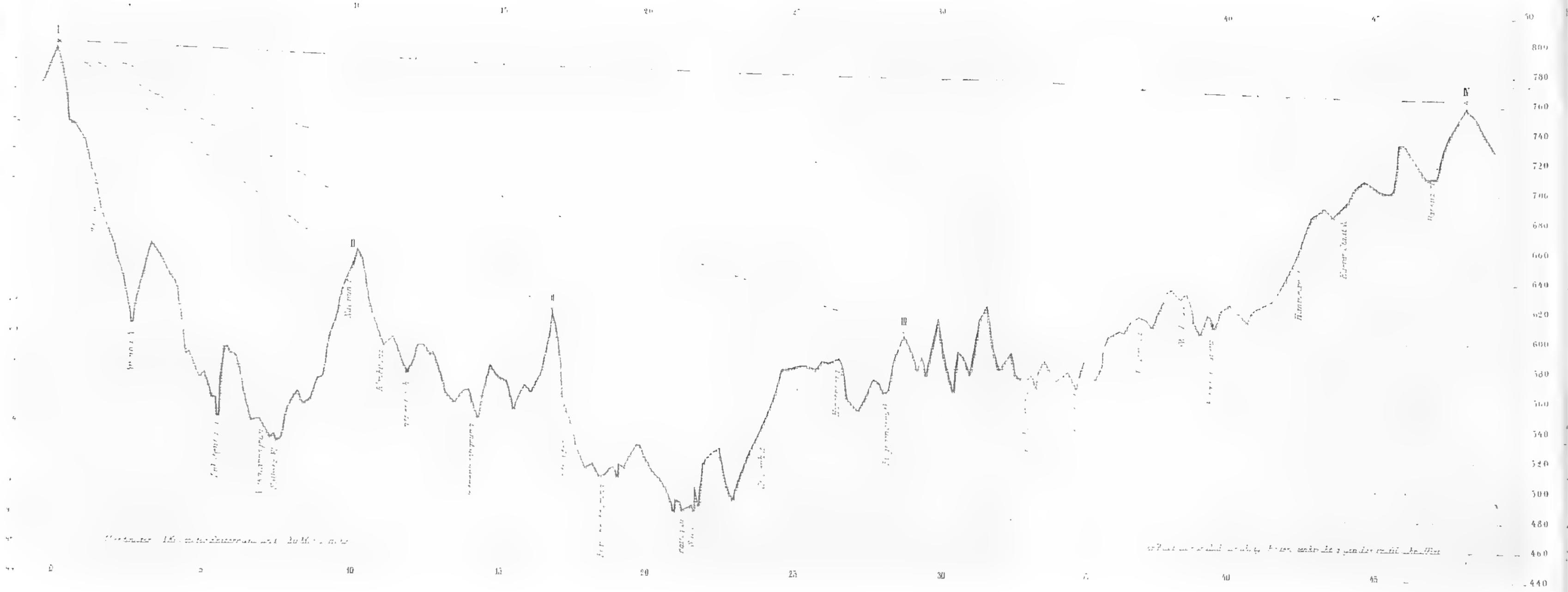
Längenprofil Döbra - Kapellenberg

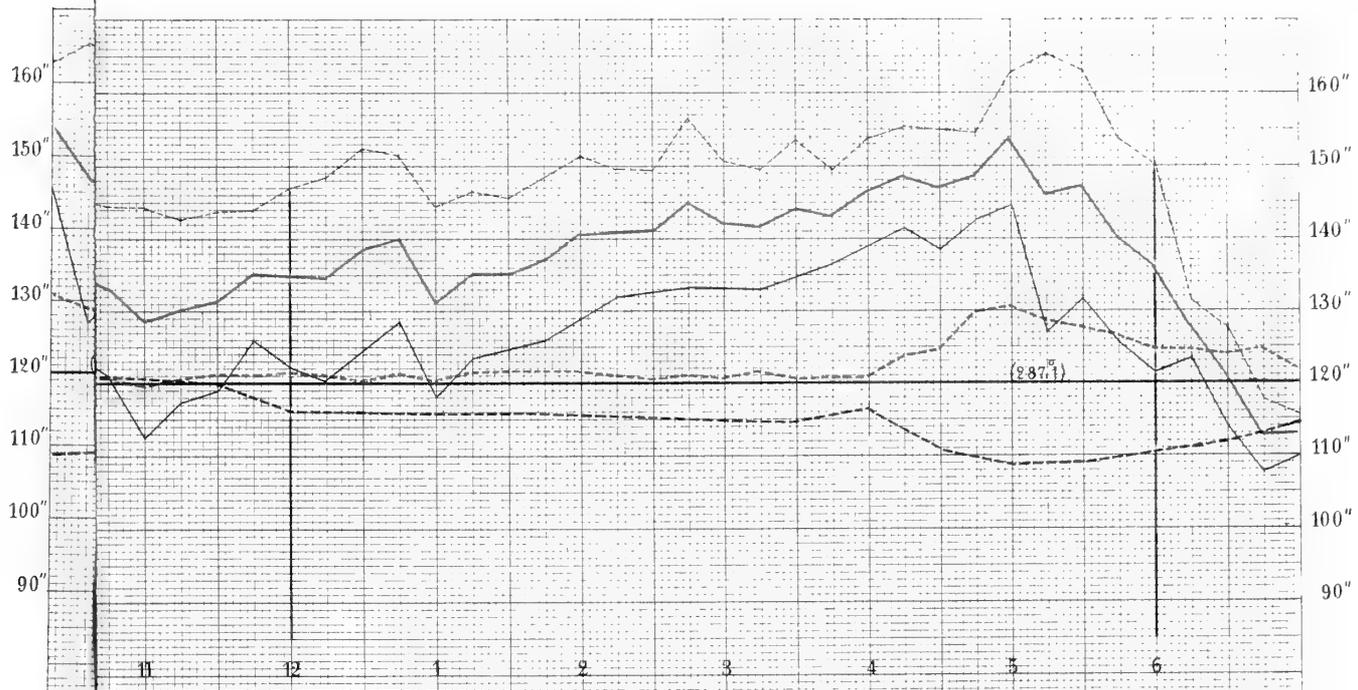
Dobra

Oberkotzau

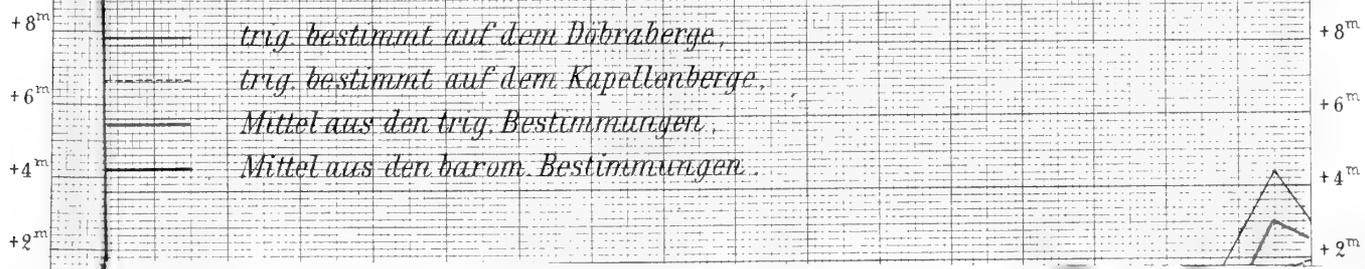
Rehan

Kapellenberg





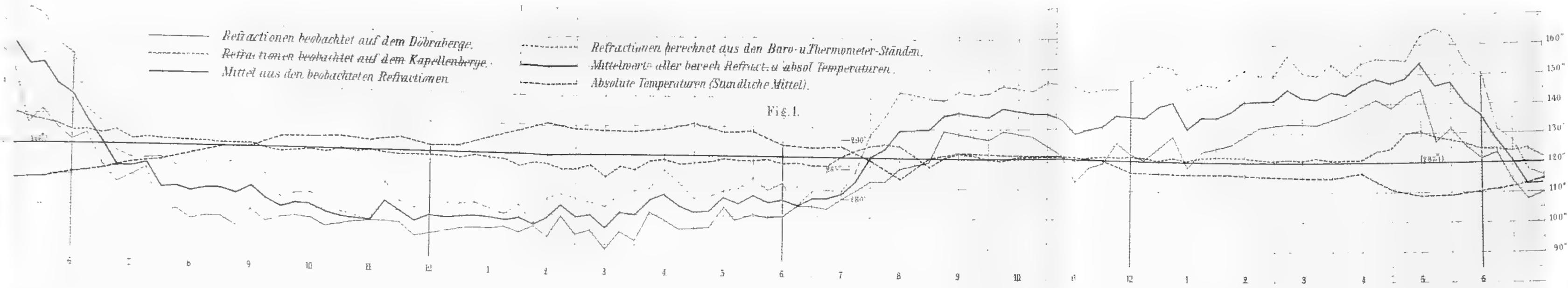
Differenzen gegen den wahren Höhenunterschied



Refractionen u. Höhenunterschiede zwischen Döbra-u. Kapellenberg.

- Refractionen beobachtet auf dem Döbraberge.
- - - Refractionen beobachtet auf dem Kapellenberge.
- Mittel aus den beobachteten Refractionen.
- - - Refractionen berechnet aus den Baro-u. Thermometer-Ständen.
- Mittelwert aller berechn. Refract. u. absol. Temperaturen.
- - - Absolute Temperaturen (Stündliche Mittel).

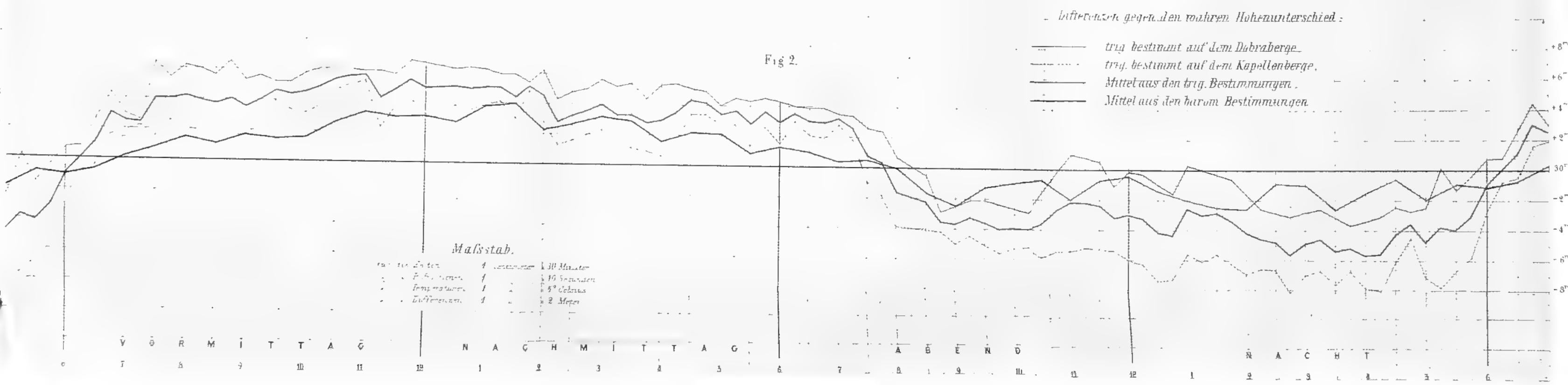
Fig. 1.



Differenzen gegen den wahren Höhenunterschied:

- trig. bestimmt auf dem Döbraberge.
- - - trig. bestimmt auf dem Kapellenberge.
- Mittel aus den trig. Bestimmungen.
- - - Mittel aus den barom. Bestimmungen.

Fig. 2.



Maßstab.

1 Linie	30 Minuten
1 Punkt	10 Sekunden
1 Strich	5° Celsius
1 Querstrich	2 Meter

V Ö R M I T T A G N A C H M I T T A G A B E N D N A C H T



Inhalt.

	Seite
Beiträge zur Anatomie des Gorilla. Von <i>Dr. Th. L. W. von Bischoff</i> in München	1
Das Bayerische Präcisions-Nivellement. Fünfte Mittheilung von <i>Karl Max von Bauernfeind</i> . Mit einer Uebersichtskarte	49
Ueber die Berechnung der wahren Anomalie in nahezu parabolischen Bahnen. Von <i>Theodor Ritter von Oppolzer</i>	137
Ueber die äusseren weiblichen Geschlechtstheile des Menschen und der Affen, Nachtrag von <i>Dr. Th. L. W. von Bischoff</i> . Mit zwei Abbildungen . .	169
Ergebnisse aus Beobachtungen der terrestrischen Refraktion. Erste Mittheilung enthaltend die Feststellung von Thatsachen. Mit zwei Steindrucktafeln. Von <i>Karl Max von Bauernfeind</i>	179

